

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации ЛЫСЕНКО Николая Александровича «Пространственно-временной метод расчета импульсной характеристики для анализа электромагнитного поля апертуры при излучении сверхширокополосных импульсных сигналов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности: 01.04.03 – «Радиофизика»

**Актуальность темы диссертации.** Метод пространственно-временного расчета импульсных характеристик представляет собой эффективный подход к расчету сверхширокополосных сигналов, излучаемых апертурными антеннами. Однако несмотря на универсальность метода его применение к расчету конкретных излучающих структур требует обоснования, в части критерия применимости, сходимости результатов и достигаемой точности. Необходимость рассмотрения указанных вопросов определяет актуальность темы диссертации.

**Целью диссертационной работы является:** развитие пространственно-временного метода расчета импульсных характеристик для анализа электромагнитных полей (ЭП) апертурных излучателей различных форм при их возбуждении сверхширокополосными (СШП) импульсными сигналами нано- и субнаносекундной длительности.

**Достоверность и обоснованность** результатов работы подтверждается корректным применением математического аппарата и обоснованных физических моделей и методов; соответствием теоретически рассчитанных импульсных характеристик (ИХ) и откликов электромагнитного поля с результатами, полученными в ходе численного моделирования и экспериментальной работы; совпадением новых результатов, полученных аналитически, с частными случаями, принятыми в литературе; систематической воспроизводимостью результатов анализа; использованием классических методов измерения и обработки сигналов.

В рамках работы над диссертацией автором получены следующие **новые научные результаты:**

1 Разработана модель плоской круглой апертуры для численного анализа напряженности ЭП. На основе сравнения результатов с методом расчета импульсных характеристик предложен критерий применимости аналитического метода для анализа ЭП апертурных излучателей, возбужденных СШП импульсными сигналами.

2 Получено аналитическое выражение для поляризационного множителя с учетом диаграммы направленности элементарного излучающего элемента апертуры. Явный вид поляризационного множителя использован для уточнения расчета поля импульсного сигнала методом импульсных характеристик.

3 Впервые предложена аналитическая форма к краям распределения мгновенных значений напряженности в раскрыве прямоугольной апертуры ТЕМ-рупора с неоднородным диэлектрическим заполнением. Полученная зависимость позволила модифицировать метод расчета импульсных характеристик для анализа электромагнитного поля, излучаемого ТЕМ-рупором.

4 Разработана модель СШП канала связи, позволяющая рассчитывать сигнал на выходе приемного тракта с учетом выявленных аналитических выражений. Предложена экспериментальная установка и проведены измерения импульсного сигнала на выходе СШП канала связи, подтверждающие теоретическую модель.

5 Показано, что при излучении и приеме СШП импульсного сигнала субнаносекундной длительности ЭМ поле определяется суперпозицией прямой волны, излученной апертурой, и противофазной волны, связанной с отражением от границ апертуры.

#### **Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы.**

Теоретическая значимость заключается в развитии аналитических методов радиофизики применительно к задачам излучения СШП сигналов, в том числе в совершенствовании методов расчета пространственно-временных зависимостей ЭМ полей. Полученные в работе результаты позволяют повысить точность расчета апертурных излучателей при их возбуждении СШП импульсными сигналами, а также расширить область применения метода расчета ИХ.

Практическая значимость работы заключается в том, представленные результаты могут быть использованы в различных областях радиофизики: для исследования и разработки апертурных излучателей с заданными характеристиками, для проведения измерений параметров излучателей без использования безэховых камер, для оценки ЭМ импульсных полей СШП апертурных излучателей в ближней и дальней зонах, для моделирования приемо-передающих систем радиолокации и связи. Выявленные аналитические выражения и их численное и экспериментальное подтверждение представляют отдельный практический интерес с точки

зрения их использования при расчете и оптимизации характеристик излучения реальных радиоустройств. Показано, что использование метода расчета ИХ позволяет существенно сократить время анализа ЭМ поля по сравнению с численным моделированием.

Работа выполнена при поддержке при поддержке программы «У.М.Н.И.К» Фонда содействия инновациям (договоры № 5349ГУ1.2014 от 24.03.2015 и № 10478ГУ2/2016), премии Молодежного правительства Воронежской области (2015 г.), грантов Президента для молодых докторов наук (договоры №МД-6872.2018.9, №МД-7902.2016.9), ФЦП «Разработка методов выявления латентных технологических дефектов полупроводниковой элементной базы приемопередающей электронной аппаратуры на основе сверхширокополосных импульсных сигналов (Соглашение № 14.514.11.4079), ФЦП «Разработка сверхширокополосных импульсных систем связи для обеспечения помехозащищенного доступа к широкополосным мультимедийным услугам» (Соглашение № 14.B37.31.0620).

### **Замечания и рекомендации.**

1. Из материалов автореферата непонятно, учитывался ли в функции освещенности  $g(\vec{r}_a \in C_a)$  из соотношения (2) и ее представлении в формуле (6) вклад краевых токов, возбуждаемых на кромке рефлектора.
2. На рис.2 автореферата приведены нормированные проводимости и АЧХ резонансной диафрагмы с  $T$ -образными гребнями. Аналогичные зависимости для диафрагмы с  $L$ -образными гребнями приведены на рис. 3. Однако в автореферате не указан метод расчета, с использованием которого получены указанные результаты.

### **Вывод.**

1. Несмотря на указанное замечание, судя по автореферату, диссертация выполнена на требуемом научном уровне и соответствует специальности 01.04.03 – «Радиофизика». Замечания, хотя и снижают в целом высокий уровень представленных материалов, однако не носят принципиальный характер и могут быть учтены автором при подготовке доклада, представляемого к защите.

2. Диссертация «Пространственно-временной метод расчета импульсной характеристики для анализа электромагнитного поля апертуры при излучении сверхширокополосных импульсных сигналов» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение

научной задачи, имеющей существенное значение для разработки компактных волноводных фильтров.

Основные положения и результаты, судя по материалам автореферата, достаточно полно опубликованы в 19 научных работах, в том числе в 3 научных статьях, изданных в рецензируемых научных изданиях (включая 1 публикацию, индексируемую базами Scopus и Web of Science), а также в материалах докладов на 14 научных конференциях.

3. Диссертация удовлетворяет требованиям пункта 9 (п.п.1) «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

4. Лысенко Николай Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Заместитель начальника НТК по науке ФГУП «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи», доктор технических наук, профессор

Дмитрий Давидович Габриэльян

Ведущий научный сотрудник управления подготовки кадров высшей квалификации ФГУП «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи», доктор физико-математических наук, доцент

Марина Юрьевна Звездина

РФ, 344038, г. Ростов-на-Дону, ул. Нансена, д. 130, тел. (863)2000555,  
E-mail: [rniirs@rniirs.ru](mailto:rniirs@rniirs.ru)

Подписи Габриэльяна Д.Д. и Звездиной М.Ю. заверяю.

Начальник отдела ФГУП «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи»



Е.С. Букарева