

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 002.231.02, созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук по диссертации НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от

29 сентября 2017 г., № 8

**О присуждении Телегину Сергею Александровичу, гр. России, ученой степени кандидата физико-математических наук.**

Диссертация «Генерация микроволнового излучения многоэлементными активными интегрированными антеннами» по специальности 01.04.03 «Радиофизика» принята к защите 30 июня 2017 г., протокол № 7, диссертационным советом Д 002.231.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук (125009, Москва, ул. Моховая, д.11, корп.7), (приказ Рособрнадзора о создании совета № 2397-1958 от 21.12.2007 г.; приказ Минобрнауки России о продлении деятельности совета № 714/нк от 02.11.2012 г.).

Соискатель Телегин Сергей Александрович, 1981 г. рождения, в 2004 году окончил Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова.

С 01.11.2011 по 31.10.2014 гг. был прикреплен соискателем к отделу аспирантуры Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук.

Работает научным сотрудником лаборатории твердотельной электроники миллиметрового диапазона волн Фрязинского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории твердотельной электроники миллиметрового диапазона волн Фрязинского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук.

Научный руководитель: **Любченко Владимир Евтихиевич**, доктор физико-математических наук, профессор, зав. лаб. твердотельной электроники миллиметрового диапазона волн Фрязинского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук.

### **Официальные оппоненты:**

**Кузнецов Юрий Владимирович** – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой 405 «Теоретическая радиотехника» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»;

**Шмелев Александр Борисович** – доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник автономной экспертной группы ОАО "Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца", дали положительные отзывы о диссертации.

**Ведущая организация** - АО "НПП "Исток" им. А.И. Шокина" (г. Фрязино, Московская обл.), в своем положительном заключении, подписанном председателем НТС, начальником отделения 10, кандидатом физ-мат.наук Галдецким Анатолием Василье-

вичем, секретарем НТС, начальником сектора 10, 12, кандидатом технических наук Приступчиком Никитой Константиновичем и утвержденном зам. генерального директора-директором по научной работе кандидатом технических наук Щербаковым Сергеем Владиленовичем отметила, что диссертация Телегина С.А. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, в которой рассматриваются проблемы генерации микроволнового излучения и взаимодействия элементов в источниках излучения, выполненных в виде многоэлементных антенных решеток. Новизна и достоверность, полученных в данной работе результатов, не вызывает сомнений, они могут быть использованы в следующих производственных и исследовательских организациях: ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, АО «НПП Исток им. А.И. Шокина», ИПФ РАН, ИФМ РАН, АО «НПП «Пульсар», АО «НИИПП» (г.Томск) и др.

**Опубликованные работы по теме диссертации:** по теме диссертации опубликовано **20** работ, в том числе **8** статей – в журналах, входящих в Перечень российских рецензируемых изданий, рекомендованных **ВАК Минобрнауки РФ**, из них **2** статьи - в журналах, входящих в международные системы цитирования **Web of Science, Scopus и Springer**, 3 статьи – в других изданиях и 8 докладов на международных и российских конференциях. Зарегистрирован 1 патент на полезную модель. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации составил 93 мп. страниц.

Вклад соискателя в опубликованные работы является значительным, как в теоретическом, так и в экспериментальном отношении.

К наиболее значительным работам соискателя можно отнести следующие:

1. Любченко В. Е., Телегин С. А., Юневич Е. О., “Моделирование логопериодической печатной антенны методом пространственной матрицы передающих линий,” Радиотехника, 2013, № 4, с. 82-86.

2. Любченко В. Е., Юневич Е. О., Калинин В. И., Котов В. Д., Радченко Д. Е., Телегин С. А., “Генерация микроволнового излучения активными антеннами на полевых транзисторах в условиях синхронизации внешним сигналом,” Радиотехника и электроника, 2013, Том 58, N 10, с. 1044-1047.

3. Любченко В. Е., Юневич Е. О., Калинин В. И., Котов В. Д., Радченко Д. Е., Телегин С. А., “Генерация микроволнового излучения активными антеннами на полевых транзисторах в квазиоптическом резонаторе,” Радиотехника и электроника, 2013, Том 58, N 12, с. 1192-1196.

4. V. E. Lyubchenko, E. O. Yunevich, V. I. Kalinin, V. D. Kotov, D. E. Radchenko, S. A. Telegin., Active Integrated Antennas and Arrays with Field-Effect Transistors, Telecommunication Sciences Ed. Tech. Univ. KiiV, 2012, v.3, N1, pp. 55-60.

5. Любченко В. Е., Калинин В. И., Котов В. Д., Радченко Д. Е., Телегин С.А., Юневич Е. О., “Генерация гармоник в схеме микрополосковой антенны-генератора, интегрированной с волноводом, встроенным в диэлектрическую подложку,” [Электронный ресурс] Журнал радиоэлектроники, 2016, № 2, URL: <http://jre.cplire.ru/koi/feb16/12/text.html> (дата обращения: 05.01.2017).

**На автореферат диссертации** поступили положительные отзывы из:

- Ин-та физики микроструктур РАН – Филиала ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» от доктора физ-мат.наук, проф. Шашкина Владимира Ивановича, зав. отделом технологии наноструктур и приборов (замеч.: отсутствие ссылок на работы других

авторов, также представлено недостаточно информации о полевых транзисторах, используемых в активных антеннах).

- ФГУП СКБ ИРЭ РАН от вед. конструктора, доктора технических наук Иванова Василия Петровича (замеч.: 1. Все работы автора выполнены в соавторстве, было бы целесообразно сформулировать личный вклад автора по каждой работе (возможно, их сгруппировав); 2. В тексте автореферата (гл.3, стр. 11-12) отсутствует информация о значениях рабочих токов и напряжений, при которых осуществляется генерация, а эти параметры важны для практических применений; 3. В тексте автореферата (гл.4, стр.14) не указаны конкретные условия взаимодействия колебаний антенн-генераторов (сказано: синхронизация «обеспечивалась лишь в некоторых случаях»)

#### **Обоснование назначения ведущей организации и оппонентов:**

АО Научно-производственное предприятие «Исток» имени А.И. Шокина - российское предприятие по разработке и изготовлению СВЧ-приборов, которое поддерживает около трети всей номенклатуры изделий СВЧ-электроники, выпускаемой в России, что определяет его головную роль в отрасли. Предприятие обладает замкнутыми технологическими циклами разработки и производства СВЧ-транзисторов, монолитных интегральных схем, электровакуумных СВЧ-приборов и модулей СВЧ высочайшей сложности, а также радиоэлектронной аппаратуры и её составных частей.

Назначенные советом официальными оппонентами по кандидатской диссертации С.А. Телегина ученые являются специалистами, широко известными своими достижениями в области исследования электродинамических свойств антенных систем и АФАР, имеющими научные труды в рецензируемых научных журналах в соответствующей сфере исследования, способными определить актуальность, новизну, научную и практическую ценность оппонированной диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

1. С помощью разработанной автором методики рассчитаны параметры логопериодических активных антенн, работающих как в одночастотном, так и в многочастотном режимах. Изготовлены лабораторные образцы антенн-генераторов для проведения экспериментальных исследований. В рамках предложенной модели получено распределение плотности электромагнитной энергии в области формирования излучения микрополосковой активной логопериодической антенной.

2. Для случая многоэлементных решеток из антенн логопериодического типа исследованы условия взаимной и внешней синхронизации. Установлено, что при расположении на единой диэлектрической подложке нескольких излучателей полоса взаимной синхронизации увеличивается в несколько раз при наличии внешнего синхросигнала. В частности для случая трех антенн-генераторов данные значения составили 50 МГц и 250 МГц соответственно. При этом ширина диаграммы направленности уменьшается до  $13^\circ$ .

3. Получено эффективное суммирование мощности сигналов в пространстве для одномерной и двумерной решеток.

4. Изучено влияние полупрозрачного диэлектрического зеркала на условия генерации. С его помощью удалось до 3-х раз расширить полосу взаимной синхронизации в решетке активных антенн и обеспечить эффективное (более 50%) суммирование мощности излучения отдельных антенн-генераторов. При этом в условиях экспериментов зафиксировано повышение КНД антенны с 8 до 30.

5. Осуществлена интеграция активных логопериодических антенно-генераторов и волновода, встроенного в диэлектрическую подложку для эффективного вывода излучения.

#### **Научная значимость работы.**

- Методика расчета параметров логопериодических активных антенн, работающих как в одночастотном, так и в многочастотном режимах. Получение распределения плотности электромагнитной энергии в области ближнего поля излучения микрополосковой логопериодической антенны.

- Определение условий взаимной и внешней синхронизации для случая многоэлементных антенных решеток из активных антенн логопериодического типа, а также влияние полупрозрачного диэлектрического зеркала на параметры генерируемого излучения.

- Интеграция решетки из активных логопериодических антенн с волноводом, встроенным в диэлектрическую подложку.

**Практическая значимость** диссертации заключается в создании в процессе исследований образцов активных интегрированных антенн и многоэлементных решеток, которые могут быть применены в качестве компактных источников излучения в радиотехнических системах сантиметрового и миллиметрового диапазона волн. Также разработана конструкция и созданы лабораторные образцы СВЧ генераторов с выводом излучения как в свободное пространство, так и через диэлектрический или полый металлический волновод.

**Достоверность** полученных результатов определяется использованием широко распространенных апробированных методов компьютерного моделирования и подтверждается сопоставлением полученных данных компьютерного моделирования с экспериментальными исследованиями, проведенными на поверенном оборудовании, а также их сравнением с существующими теоретическими расчетами.

#### **Личный вклад автора**

Автор в составе коллектива лаборатории «Твердотельная электроника миллиметрового диапазона волн» Фрязинского филиала ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН принимал непосредственное участие в разработке методик, создании экспериментальных установок, проведении экспериментов и обсуждении результатов измерений. Автором выполнен весь объем по компьютерному моделированию микрополосковых активных антенн логопериодического типа и расчету параметров антенн, в том числе распределения плотности электромагнитной энергии излучения. Самостоятельно спроектированы и изготовлены образцы активных антенн, в том числе, интегрированных с волноводом на диэлектрической подложке, проведены экспериментальные исследования по выводу излучения АГ в диэлектрический и полый металлический волноводы. Также автором в полном объеме проведены работы по разработке специального перестраиваемого источника питания, обеспечивающего независимое питание элементов решеток антенно-генераторов в экспериментах.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация соответствует специальности 01.04.03 – радиофизика и представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями, внесенными в Положение постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335),

