



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ИСТОК» ИМЕНИ А.И.ШОКИНА»



Вокзальная ул., д.2а, г.Фрязино, Московская область, Россия, 141190, тел.:+7 (495) 465-86-66; факс:+7 (495) 465-86-86
www.istokmw.ru; E-mail:info@istokmw.ru, ОГРН 1135050007400, ИНН 5050108496

« ____ » _____ 201 ____ г. № _____

на № _____ от « ____ » _____ 201 ____ г.

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель генерального директора –
директор по научной работе
С.В. Щербаков

« 03 09 » 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Телегина Сергея Александровича «Генерация микроволнового излучения многоэлементными активными интегрированными антеннами на полевых транзисторах», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Первые работы, описывающие активные микрополосковые антенны, появились еще в конце прошлого века. Интерес к данному типу устройств активизировался после создания твердотельных приборов СВЧ – диодов Ганна, ЛПД, и транзисторов, способных генерировать в диапазоне частот десятков и сотен ГГц и подходящих для интеграции с малогабаритными микрополосковыми антеннами. Несомненными преимуществами таких устройств являются отсутствие потерь в промежуточных фидерах, малые размеры и масса, технологичность процесса изготовления, а также низкая себестоимость. Недостатками могут быть сильная температурная зависимость параметров и проблемы с получением большой мощности. В последнее время актуальными стали вопросы управления лучом в решетках излучателей.

Несмотря на большое количество работ, в данной области в настоящее время существуют проблемы как теоретического, так и прикладного характера. Особое

значение приобретают вопросы синхронизации и эффективного суммирования мощностей сигналов отдельных антенн-генераторов в многоэлементных решетках, что требует разработки соответствующих методик.

В диссертации Телегина С.А. на примере микрополосковой логопериодической антенны, интегрированной с полевым транзистором, рассматриваются проблемы генерации микроволнового излучения и взаимодействия элементов в источниках излучения, выполненных в виде многоэлементных антенных решеток. В связи с потребностями современной техники в совершенствовании элементной базы радиосистем СВЧ диапазона тема диссертации представляется **актуальной**.

В работе получены интересные **результаты**, важные для исследуемой области науки и техники. Перечислим наиболее значимые из них.

1. Впервые исследовано распределение плотности электромагнитной энергии в области формирования излучения микрополосковой активной логопериодической антенной. Определены области антенны, свободные от высокочастотных токов и, тем самым, наиболее подходящие для подачи смещений, необходимых для работы транзистора в режиме генерации.

2. С помощью разработанной автором методики рассчитаны параметры и изготовлены образцы многоэлементных источников излучения в виде активных интегрированных логопериодических антенн на полевых транзисторах, работающие как в одночастотном, так и в многочастотном режимах в диапазоне частот до 26 ГГц. В некоторых экспериментах получена генерация на частотах свыше 40 ГГц.

3. Показано, что в случае применения полупрозрачного зеркала полоса взаимной синхронизации перекрывает возможный разброс частот генерации независимых антенн-генераторов. В условиях проведенных экспериментов было достигнуто значение 150 МГц для 4-х активных антенн.

4. Получено суммирование сигналов АГ в пространстве для одномерной и двумерной решеток из логопериодических антенн.

5. Осуществлена интеграция логопериодических антенн и планарного волновода, встроенного в диэлектрическую подложку, для вывода излучения.

Практическая ценность работы заключается в следующем:

1. В процессе исследований созданы образцы активных интегрированных антенн и многоэлементных решеток, что показывает возможность их использования в качестве компактных источников излучения в коротковолновой части сантиметрового и миллиметровом диапазонах волн.

2. Продемонстрирована возможность вывода излучения, сформированного многоэлементной решеткой активных антенн логопериодического типа, как в свободное пространство, так и в диэлектрический или полый металлический волновод, что дает возможность интеграции с другими узлами СВЧ устройств.

Работа не лишена **недостатков**, из которых можно отметить следующие:

1. Традиционно, логопериодическая антенна, имеющая балансный вход (как и другие вибраторные антенны), запитывается двумя противофазными сигналами, что позволяет при заданном напряжении питания получить наибольшую мощность и КПД (при правильном согласовании). Все оценки соответствующих импедансов как у автора, так и в литературе, относятся именно к этой схеме включения. У автора не использовано симметрирующее устройство и запитывается только одно плечо антенны, что влечет за собой соответствующие рассогласование и недобор параметров системы в целом.
2. В схеме антенны-генератора нет входных и выходных согласующих устройств, что также приводит к потерям в параметрах. Автору следовало бы уделить больше внимания вопросу согласования импедансов при проектировании антенны-генератора, а также рассмотреть альтернативные схемы подключения антенны к транзистору. Применяемые в работе транзисторы, возможно, являются не самым подходящими для согласования с микрополосковой логопериодической антенной.
3. Широкополосные свойства используемой логопериодической микрополосковой антенны используются лишь для получения приемлемого уровня обратной связи в генераторе, изображенном на Рисунке 3.1, в то

время как спектр генерируемого сигнала является достаточно узким. При этом возникает вопрос о действительной необходимости использования широкополосной антенны.

4. Не проведено сравнение с другими типами планарных антенн.
5. При объединении решетки антенн-генераторов с волноводом на диэлектрической подложке не рассмотрены условия возбуждения волновода, что необходимо для проектирования конструкций с оптимальными параметрами.
6. Полученные в работе параметры решеток генераторов не сравниваются с аналогичными характеристиками для других существующих типов ФАР.

Для всех генераторов, синхронизируемых внешним сигналом остро стоит вопрос об эквивалентном коэффициенте усиления – отношении выходной мощности к мощности синхронизирующего сигнала. В случае многоэлементной генераторной решетки заманчиво было бы использовать аналог многокаскадного усилителя, когда отдельные ячейки синхронизируются последовательно, и общий «коэффициент усиления» оказывается большим. Хотелось бы пожелать автору рассмотреть данную возможность в своих работах.

Тем не менее отмеченные недостатки не меняют положительной оценки выполненной работы. В целом диссертационная работа Телегина С. А. выполнена на высоком методическом уровне и содержит решение задач, актуальных для области радиофизики.

Полученные автором в работе результаты являются новыми и могут быть использованы в следующих исследовательских и производственных предприятиях: ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, АО "НПП "Исток" им. А.И. Шокина", ИПФ РАН, ИФМ РАН, НИИ "Пульсар", НИИПП г. Томск и других.

Результаты работы докладывались на международной конференции "The 6th ESA Workshop on Millimeter-Wave Technology and Applications and The 4th Global Symposium on Millimeter Waves GSMM2011", (Espoo, Finland, 2011), на международной конференции "XXX URSI GA Scientific Symposium", (Istanbul, Turkey, 2011), на 21-й международной конференции «СВЧ-техника и

телекоммуникационные технологии» (Севастополь, Украина, 2012), на 9-м и 10-м Всероссийском семинарах по радиофизике миллиметровых и субмиллиметровых волн (Нижний Новгород, 2013, 2016), на конференции ФГУП «НПП «ИСТОК» «СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА. 70 ЛЕТ РАЗВИТИЯ» (Фрязино, 2013), а также на конференции «2-я Московская Микроволновая неделя» (Москва, 2014).

Основные результаты диссертационной работы представлены в 20 опубликованных работах, из которых 8 статей – в журналах, входящих в Перечень российских рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.


В целом диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для науки и практики. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Автореферат полностью отражает основное содержание работы. Диссертация Телегина С.А. удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 - "Радиофизика".

Диссертационная работа, автореферат и отзыв обсуждались и были одобрены на заседании НТС Отделения проектирования СВЧ приборов.

Протокол № 15 от 22 августа 2017 г.

Отзыв составили:

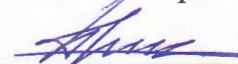
Председатель НТС, начальник отделения 10, к.ф.-м.н.

 Анатолий Васильевич Галдецкий

e-mail: galdetskiy@istokmw.ru

тел: +7-495-465-8620

Секретарь НТС, начальник сектора 10.12, к.т.н.

 Никита Константинович Приступчик

e-mail: nikita.pristupchik@gmail.com

тел: +7-495-465-8620