

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.345.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования

«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА

НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 15.02.2024 № 1

О присуждении Селезнев Валентину Михайловичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование характеристик сканирующих антенн миллиметрового диапазона длин волн» принята к защите 23.11.2023, протокол № 7 диссертационным советом 24.2.345.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24; приказ № 714/нк от 02.11.2012.

Соискатель Селезнев Валентин Михайлович 23 июля 1992 года рождения, в 2015 году окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ФГАОУ ВО ННГУ им. Н.И. Лобачевского) по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика». В 2019 году окончил аспирантуру ФГАОУ ВО ННГУ им. Н.И. Лобачевского по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия», работает инженером в отделе по разработке широкополосных средств связи ООО НПП «Прима», г. Нижний Новгород.

Диссертация выполнена на кафедре статистической радиофизики и мобильных систем связи ФГАОУ ВО ННГУ им. Н.И. Лобачевского.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор **Мальцев Александр Александрович**, заведующий кафедрой статистической радиофизики и мобильных систем связи ФГАОУ ВО ННГУ им. Н.И. Лобачевского.

Официальные оппоненты:

1. **Останков Александр Витальевич**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой радиотехники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (г. Воронеж);

2. **Веденькин Денис Андреевич**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры радиопотоники и микроволновых технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (г. Казань) дали **положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования (ФГБОУ ВО) «Воронежский государственный университет» в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой радиофизики, доктором физико-математических наук Корчагиным Юрием Эдуардовичем и утвержденном проректором по науке, инновациям и цифровизации ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», профессором Костиным Дмитрием Владимировичем указала, что предложенные диссертантом усовершенствованные методики расчета профилей диэлектрических бифокальных линз и синтеза плоских отражательных решеток из пассивных микрополосковых элементов характеризуются высокой научной и практической значимостью, а разработка представленных в диссертации антенн, имеющих малые габариты и обладающих функцией электронного управления лучом, является актуальной задачей. Содержание работы соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация Селезнева В.М. представляет собой завершенную научно-квалификационную

работу, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Соискатель имеет 15 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 4 – в журналах, включенных в перечень изданий, рекомендуемых ВАК для опубликования результатов диссертационных работ, 3 – в изданиях, индексируемых в международных информационных базах данных Web of Science и/или Scopus, 4 работы, представляющие собой опубликованные материалы докладов на конференциях, 1 патент на изобретение и 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. **Общий объем научных изданий составляет 9,1 усл. п. л. Авторский вклад составляет 7,8 усл. п. л.** Недостоверные сведения об опубликованных работах в диссертации отсутствуют.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Селезнев, В.М.** Сканирующая антенна с плоской отражательной решеткой, предназначенная для беспроводных систем связи V-диапазона / **В.М. Селезнев** // Радиотехника. – 2022. – Т. 86. № 3. – С. 115-123.
2. Maltsev, A. Scanning Toroidal Lens-Array Antenna With a Zoned Profile for 60 GHz Band / A. Maltsev, O. Bolkhovskaya, **V. Seleznev** // IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. – 2021. – V. 20. No. 7. – P. 1150-1154.
3. **Селезнев, В.М.** Разработка сканирующих антенных систем диапазона 60 ГГц с плоскими отражателями из пассивных микрополосковых элементов / **В.М. Селезнев, О.В. Болховская, А.А. Мальцев** // Антенны. – 2022. – № 5. – С. 30-48.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

– Филиала Федерального государственного унитарного предприятия «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» «Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова» (НИИИС им. Ю.Е. Седакова), подписанный заместителем начальника научно-исследовательского отделения – начальником научно-исследовательского отдела НИИИС им. Ю.Е. Седакова, кандидатом физико-математических наук Беловым А.С.;

- Федерального научно-производственного центра Акционерного общества «Научно-производственное предприятие «Полет» (ФНПЦ АО «НПП «Полет»), подписанный главным научным сотрудником Центра инновационного развития ФНПЦ АО «НПП «Полет», доктором технических наук, доцентом Митрофановой Т.В.;
- Общества с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Прима», подписанный старшим научным сотрудником, кандидатом технических наук, доцентом Иванниковым Д.А., заместителем генерального директора по научно-техническому развитию, кандидатом технических наук Скрипником И.В.;
- Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), подписанный доцентом кафедры «Микрорадиоэлектроники и технологии радиоаппаратуры» СПбГЭТУ «ЛЭТИ», кандидатом физико-математических наук Туральчуком П.А.;
- Института физики микроструктур РАН – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук», подписанный старшим научным сотрудником отдела технологии наноструктур и приборов, кандидатом физико-математических наук Королевым С.А.;
- Общества с ограниченной ответственностью «Радио Гигабит» (ООО «Радио Гигабит»), подписанный ведущим инженером по СВЧ устройствам и антенной технике, кандидатом технических наук Илларионовым И.А., руководителем направления разработки СВЧ устройств, кандидатом технических наук Можаровским А.В. и утвержденный генеральным директором ООО «Радио Гигабит» Ссориным В.Н.;
- Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»,

подписанный доцентом кафедры Радиотехнических приборов и антенных систем, кандидатом технических наук Михайловым М.С.

Все отзывы положительные и содержат заключение о том, что Селезнев Валентин Михайлович достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

В качестве основных критических замечаний отмечено:

- Неясно, каким образом решалась задача согласования облучателя (ФАР) как с линзами, так и с отражательными решетками. Поскольку ФАР фактически встраивается в тело эллиптической или бифокальной линзы, это может привести к нарушению работы ФАР (смещению рабочих частот, рассогласованию).
- Используемая ФАР в исследуемых антеннах – две микрополосковые антенные линейки. Соответственно линза, помимо детально рассмотренного обужения диаграммы направленности (ДН) ФАР в плоскости угла места, будет оказывать существенное влияние на ДН в азимутальной плоскости, что при выбранной цилиндрической геометрии линзы и протяженной антенной линейки существенно.
- Остался неясным вопрос о влиянии геометрических размеров и характеристик излучения ФАР на выбор типа и оптимальных параметров антенн. Насколько сильно придется менять конструкцию разработанных антенн при замене одной ФАР на другую?
- Не пояснено, по какому признаку определяется эквивалентность облучателей в виде рупорной антенны и ФАР при 3D-моделировании линзовых антенн.
- Отсутствует пояснение, почему сектор сканирования антенн с плоскими отражательными решетками оказался значительно меньше, чем у линзовых антенн.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в научной области, охватываемой темой диссертации, и соответствием публикаций официальных оппонентов и сотрудников ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».

Официальный оппонент, доктор технических наук, доцент Останков Александр Витальевич является высококвалифицированным специалистом в области антенной техники, в том числе в области теории и проектирования антенных решеток.

Официальный оппонент, кандидат технических наук, доцент Веденькин Денис Андреевич является высококвалифицированным специалистом в теории и технике антенн, в частности, в области разработки фокусированных и мультифокусированных антенных систем.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» является крупным научным центром России, одним из направлений исследований которого является разработка СВЧ-устройств, в том числе антенных систем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

проведена модернизация известной методики расчета профилей диэлектрических бифокальных линз, которая позволила уменьшить уровень боковых лепестков сканирующей бифокальной линзовой антенны;

предложен итерационный алгоритм синтеза плоских отражательных решеток, в котором используются оригинальные функции эталонных фазовых диаграмм, что позволило получить более точное приближение к требуемой форме главного луча антенны;

представлены результаты теоретических расчетов, электромагнитного моделирования и экспериментальных исследований сканирующих линзовых антенн, а также антенн с пассивными плоскими отражательными решетками, которые позволили разработать прототипы сканирующих антенн с улучшенными характеристиками.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих научной новизной результатов)

использованы методы теории антенн, электромагнитного и математического моделирования средствами пакетов CST Microwave studio и Matlab, экспериментальных исследований характеристик антенн;

изложены принципы построения новых типов сканирующих антенн миллиметрового диапазона длин волн: линзовых антенн со сложной формой диэлектрической поверхности, а также антенн с пассивными плоскими отражательными решетками;

описана методика проектирования плоских отражательных решеток из пассивных микрополосковых элементов, основанная на сочетании усовершенствованного итерационного метода синтеза с электромагнитным 3D-моделированием.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан прототип тороидально-бифокальной линзовой антенны диапазона 57.24 – 65.88 ГГц, обладающей функцией широкоугольного сканирования лучом в азимутальной плоскости с одновременной подстройкой направления излучения в плоскости угла места;

разработан прототип зонированной линзовой антенны диапазона 58 – 62 ГГц с высоким коэффициентом усиления, обладающей функцией широкоугольного сканирования лучом в азимутальной плоскости;

разработаны два прототипа сканирующих антенн диапазона 57.24 – 63.72 ГГц с высокими коэффициентами усиления, содержащих пассивные плоские отражательные решетки и ФАР, используемую в качестве облучателя;

показана возможность оптимизации форм диэлектрических линз с целью снижения массогабаритных показателей сканирующих антенн диапазона 60 ГГц без существенного уменьшения их коэффициентов усиления и секторов сканирования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные исследования проводились с помощью сертифицированного оборудования;

результаты математических расчетов получены с использованием известных методов проектирования линзовых антенн и антенных решеток;

идея усовершенствованного метода синтеза плоских отражательных решеток **базируется** на свойствах преобразования Фурье от амплитудно-фазового распределения поля по апертуре отражательной решетки;

установлено хорошее совпадение данных, полученных с помощью предложенных методик, с результатами электромагнитного моделирования сканирующих антенн в САПР;

использованные методы теоретического анализа и математического моделирования позволили получить характеристики направленности и значения коэффициентов усиления сканирующих антенн, близкие к измеренным.

Личный вклад соискателя состоит в расчете профиля, проведении электромагнитного моделирования и экспериментальных исследований характеристик сканирующей тороидально-бифокальной линзовой антенны диапазона 57.24 – 65.88 ГГц; расчете профиля, проведении электромагнитного моделирования и экспериментальных исследований характеристик сканирующей зонированной линзовой антенны диапазона 58 – 62 ГГц; решении задачи синтеза линейных и плоских отражательных решеток диапазона 60 ГГц, формирующих в плоскости угла места ДН секторного, карандашного и косекансного типов; проведении электромагнитного моделирования и экспериментальных исследований характеристик сканирующих антенн с плоскими отражательными решетками диапазона 60 ГГц.

В ходе защиты было высказано критическое замечание:

– не рассмотрен вопрос влияния точности изготовления диэлектрических линз и плоских отражательных решеток на характеристики разработанных сканирующих антенн миллиметрового диапазона длин волн.

Соискатель Селезнев Валентин Михайлович согласился с замечанием, высказанным ему в ходе заседания совета.

На заседании 15.02.2024 г. диссертационный совет принял решение – за новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для

