

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.111.02,
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 N _____
решение диссертационного совета от 8 июля 2022 г., № 9

**О присуждении Ви Ут Нам, гражданину Вьетнама, ученой степени
кандидата физико-математических наук.**

Диссертация на тему «**Многолучевые антенны на основе бифокальных систем**» принята к защите 6 мая 2022, протокол № 6, диссертационным советом 24.1.111.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Российской академии наук (125009, Москва, ул. Моховая, Д.11. корп.7) (приказ Рособнадзора о создании совета № 2397–1958 от 21.12.2007 г.; приказ Минобрнауки РФ о продлении деятельности совета № 714/нк от 02.11.2012 г.).

Соискатель Ви Ут Нам, 1991 года рождения, в 2016 году окончил Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны» Министерства обороны Российской Федерации по специальности 210304 «Радиоэлектронные системы» и получил диплом специалиста с отличием.

С 09.11.2018 г. по настоящее время проходит обучение в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 11.06.01 "Электроника, радиотехника и системы связи", специальность 2.2.14 "Антенны, СВЧ устройства и их технологии".

Во время обучения в аспирантуре сдал кандидатские экзамены по «Иностранному языку», «История и философия науки» и «Антенны, СВЧ устройства и их технологии».

Справка о сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.2.14. "Антенны, СВЧ устройства и их технологии" выдана 17 мая в 2022 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация «**Многолучевые антенны на основе бифокальных систем**» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.14. "Антенны, СВЧ устройства и их технологии" выполнена на кафедре "Радиотехника и системы управления" Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель: Калошин Вадим Анатольевич, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией электродинамики композиционных сред и структур Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Коган Борис Лазаревич, доктор технических наук (специальность 2.2.14. "Антенны, СВЧ устройства и их технологии"), проф. кафедры «Радиотехнических приборов и антенных систем» ФГАОУ ВО МЭИ (НИУ),

Лаврецкий Евгений Изидорович, кандидат технических наук, главный специалист АО «НИИ Точных Приборов»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Публичное акционерное общество «Радиофизика», в своем положительном отзыве, подписанном начальником отдела, к.т.н. А.М. Шитиковым и утвержденном генеральным директором публичного акционерного общества «Радиофизика» В.А. Левитаном, **отметила**, что тема диссертации Ви Ут Нама актуальна. Она отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор работы Ви Ут Нам заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.14. "Антенны, СВЧ устройства и их технологии".

По теме диссертации опубликована 7 научных работ. Из них 6 статей опубликовано в журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных научных результатов, 3 из них входят в международную базу данных Web of Science, одна работа опубликована в трудах международной конференции, входящая в международную базу данных «Scopus».

Общий объем опубликованных работ составляет 106 страниц.

1. Калошин В.А., ЛеД.Т., Ви У.Н. Многолучевые волноводно- щелевые антенные решетки с бифокальными диаграммо-образующими системами и широким сектором частотного сканирования // Журнал радиоэлектроники. 2020. № 3. <http://jre.cplire.ru/jre/mar20/13/text.pdf>. Краткое описание: решена задача синтеза бифокальной зеркально-линзовой системы, преобразующей две расходящиеся цилиндрические волны - в плоские. Проведен анализ aberrаций синтезированной бифокальной системы. С использованием электродинамического моделирования на основе метода конечных элементов исследована многолучевая волноводно-щелевая антенная решетка с широким сектором частотного сканирования и двумя типами бифокальных диаграммо-образующих систем: двухзеркальной и зеркально-линзовой. В качестве элемента решетки использована волноводно-щелевая антенна с четырьмя продольными щелями на периоде.

2. Калошин В.А., Ви Ут Нам. Двухзеркальная цилиндрическая антенная система с высоким коэффициентом использования поверхности. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2021. №8. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2021.8.19>. Краткое описание: Развита методика синтеза двухзеркальных цилиндрических антенных систем по заданному амплитудному распределению в апертуре. На первом этапе проводится синтез в приближении геометрической оптики, на втором этапе находится уточненное решение с использованием поля облучателя, найденного на вспомогательном зеркале численным методом конечных элементов. В качестве примера синтезирована двухзеркальная цилиндрическая антенная система с рупорно-линзовым облучателем и равномерным распределением поля в апертуре главного зеркала. С использованием электродинамического моделирования методом конечных элементов проведен анализ характеристик излучения синтезированной двухзеркальной антенной системы. Исследованы характеристики сканирования антенной системы за счет поворота главного зеркала.

3. V. A. Kaloshin and Vi Ut Nam. Synthesis of Two-Mirror Bifocal Cylindrical System with

Minimum Aberrations // Journal of Communications Technology and Electronics, 2022, Vol. 67, No. 2, pp. 140–147 DOI: 10.1134/S106422692202005X. Краткое описание: Развита методика синтеза цилиндрических двухзеркальных бифокальных систем с использованием последовательного нахождения участков зеркал и заданием начального участка вспомогательного зеркала в виде полинома второй и четвертой степени. Один из коэффициентов полиномов определяется в результате решения найденного в работе уравнения, которое в общем случае обеспечивает непрерывность вторых производных функций, описывающих поверхности зеркал. Начальный участок главного зеркала находится в результате решения задачи синтеза плоского фронта для центрального положения источника. Определены параметры оптимизации с целью минимизации величины средне-квадратической aberrации при фиксированном расстоянии между зеркалами и угле зрения бифокальной системы. На плоскости этих параметров для углов зрения 50, 70 и 105 градусов найдены границы области существования решения задачи синтеза и приведены зависимости величины средне-квадратической aberrации от параметров. При этом показано, что ее минимум достигается на границе области существования решения и найден набор параметров, обеспечивающих этот минимум.

4. V. A. Kaloshin and Vi Ut Nam. Synthesis of Bifocal Mirror–Lens Cylindrical System with Minimum Aberrations // Journal of Communications Technology and Electronics, 2022, Vol. 67, No.3. pp. 240–248. DOI: 10.1134/S1064226922020061. Краткое описание: Развита методика синтеза и оптимизации бифокальных зеркально-линзовых цилиндрических систем с использованием последовательного нахождения участков первой поверхности диэлектрической линзы и зеркала, примыкающего ко второй поверхности линзы. При этом начальный участок первой поверхности линзы задается в виде полинома второго порядка, параметры которого определяются в результате решения найденного в работе уравнения в общем случае обеспечивающего непрерывность вторых производных функций, описывающих поверхности линзы и зеркала. Начальный участок зеркала находится в результате решения задачи синтеза плоского фронта для центрального положения источника. Определены параметры оптимизации с целью минимизации величины средне-квадратической aberrации при фиксированной толщине линзы, коэффициенте преломления и угле зрения бифокальной системы. На плоскости этих параметров для углов зрения 50, 70 и 100 градусов найдены области существования решения задачи синтеза, приведены зависимости величины средне-квадратической aberrации от параметров оптимизации и найден набор параметров, обеспечивающих ее минимальное значение.

5. В.А.Калошин, Ви Ут Нам. Синтез бифокальных диэлектрических линз // Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2022. №.2. Краткое описание: развита методика точного решения двумерной и трехмерной задач геометрооптического синтеза диэлектрических бифокальных линз. Методика основана на последовательном нахождении участков поверхности линзы с заданием начального участка одной из поверхностей. Начальный участок другой поверхности линзы находится в результате синтеза плоского фронта для центрального положения луча. Методика обеспечивает непрерывность функций, описывающих поверхности линзы, а также их первой и второй (для двумерной задачи) производной. Исследована зависимость величины средне-квадратической aberrации от параметров линзы. В качестве примера синтезированы и оптимизированы двумерные бифокальные линзы для углов зрения 40° и 90° , а также трехмерная бифокальная линза для угла зрения 90° .

6. В.А.Калошин, Ви Ут Нам. Широкоугольные многолучевые антенны на основе бифокальных систем // Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2022. №.3. С использованием численного моделирования методом конечных элементов и в приближении Кирхгофа исследованы характеристики, многолучевых антенн с широким углом обзора на основе планарных, бифокальных двухзеркальных, зеркально-линзовых и линзовых систем с оптимизированными параметрами. В приближении Кирхгофа рассчитаны характеристики многолучевой антенны на основе трехмерной диэлектрической бифокальной линзы. Проведены измерения зависимости коэффициента усиления от угла обзора макета многолучевой антенны на основе планарной бифокальной диэлектрической линзы.

7. V.A. Kaloshin, Vi Ut Nam. Synthesis of Planar Bifocal Two Mirror, Lens and Mirror-Lens Beamforming Systems. 2021 Radiation and Scattering of Electromagnetic Waves (RSEMW), pp. 159-

162, doi: 10.1109/RSEMW52378.2021.9494139. Краткое описание: New technique for the synthesis of planar bifocal two-mirror, as well as lens and mirror-lens beamforming systems for multi-beam antennas has been developed. The technique is based on setting one initial segment of the cylindrical surface of a lens or mirror, followed by finding the remaining segments. This initial segment is given in the form of a parabolic cylinder, and the initial segment of the second mirror or second surface of the lens is found from the fine focusing condition for the center position of the beam. Further, the technique of sequentially finding new segments of the bifocal system from the condition of accurate focusing is used when the source is located in two focuses symmetrically located relative to the axis of the system. This ensures the continuity of the functions describing the shape of the surfaces of the system at the junctions of the segments, as well as their first two derivatives. It is shown that the new technique can significantly reduce the value of the root-mean-square phase aberration.

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы из:

– ФГБОУ ВО МАИ «Московского авиационного института» от д.т.н. Е.В. Овчиниковой (замеч.: в автореферате не приведены диаграммы направленности антенн; не ясно, учитывались ли свойства материала при моделировании антенн)

– ФГАОУ ВО Южного федерального университета (ЮФУ) от профессора д.т.н. И.В. Юханова (замеч.: в автореферате следовало бы более четко разграничить результаты, полученные соискателем и результаты предшествующих работ руководителя с соавторами; следовало бы изучить КСВ, реализованный КУ и эффективности излучения МЛА)

– ФГБОУ ВО ВГУ «Воронежского государственного университета» от профессора кафедры электроники д.ф.-м.н. Г.К. Ускова (замеч.: в работе проведено экспериментальное исследование только одного типа ДОС, не показаны пределы применимости использования метода геометрической оптики)

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что назначенные советом по диссертации Ви Ут Нама официальные оппоненты (**Коган Борис Лазаревич**, доктор технических наук, специальность 2.2.14. "Антенны, СВЧ устройства и их технологии", проф. кафедры «Радиотехнических приборов и антенных систем» ФГАОУ ВО МЭИ (НИУ), и **Лаврецкий Евгений Изидорович**, кандидат технических наук, специальность 2.2.14. "Антенны, СВЧ устройства и их технологии", главный специалист АО «НИИ Точных Приборов») широко известны своими достижениями в области антенн и СВЧ устройств, имеют многочисленные научные труды в рецензируемых научных журналах, способны определить актуальность, новизну, научную и практическую ценность оппонированной диссертации.

Ведущая организация: Публичное акционерное общество «Радиофизика», широко известна своими исследованиями и разработками в области антенн и СВЧ устройств. Многочисленные работы её сотрудников в этой области свидетельствуют об их способности адекватно оценить результаты, представленные автором для защиты.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработаны методики и алгоритмы синтеза цилиндрических бифокальных систем с минимальными aberrациями, а также их программная реализация.
2. Проведен синтез двухзеркальной цилиндрической бифокальной системы с минимальными aberrациями.
3. Проведен синтез зеркально-линзовой цилиндрической бифокальной системы с минимальными aberrациями.
4. Проведен синтез цилиндрической бифокальной линзы с минимальными aberrациями.
5. Проведен синтез трехмерной бифокальной линзы.
6. Разработаны электродинамические модели и проведено исследование многолучевых антенн на базе двухзеркальной, зеркально-линзовой и линзовой бифокальных систем.
7. Изготовлен экспериментальный образец и проведены измерения параметров многолучевой антенны на основе бифокальной цилиндрической диэлектрической линзы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что методики и алгоритмы, развитые в диссертации, позволяют эффективно снижать aberrации цилиндрических бифокальных систем, а также синтезировать трехмерные диэлектрические бифокальные линзы.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что полученные в работе бифокальные системы с низкими уровнями СКА могут быть использованы для построения многолучевых антенн с большим электрическими размерами и высоким значением КИП.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: полученные научные результаты подтверждаются проведенным анализом методом конечных элементов, который является апробированным численным методом электродинамики, а также результатами измерения экспериментального образца. Полученные результаты обсуждались на научных семинарах и конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все результаты диссертации получены автором лично или при его участии. Вклад соискателя заключается в решении уравнений геометрооптического синтеза цилиндрических двухзеркальных, линзовых и зеркально-линзовых бифокальных систем, а также трехмерной бифокальной линзы, оптимизация их параметров с целью реализации минимальной aberrации в заданном угле зрения, исследования многолучевых антенн на основе синтезированных бифокальных систем с использованием численного моделирования и приближения Кирхгофа, а также изготовление макета многолучевой линзовой антенны и проведение измерений.

В ходе защиты диссертации в рамках дискуссии членами диссертационного совета были дана высокая оценка уровню работы и отмечено, что работа существенно дополняет и обогащает знания о синтезе и оптимизации цилиндрических и трехмерных бифокальных систем.

Соискатель Ви Ут Нам дал исчерпывающие комментарии на вопросы и замечания оппонентов и ведущей организации. Согласился с замечаниями, касающимися оформления текста диссертации и автореферата.

Членами совета были заданы вопросы о том, представляют ли рассмотренные в диссертации типы антенн самостоятельный научный интерес или они разработаны для решения конкретных прикладных задач, имеются ли примеры

использования таких антенн, в каком диапазоне частот наиболее востребованы предлагаемые антенны, какова рабочая полоса частот предлагаемых антенн, насколько позволяет предлагаемая антенна расширить угол обзора, анализировалась ли предлагаемые антенны с точки зрения получения дополнительных фокусов и уменьшения аберраций.

Соискатель дал ответы и необходимые пояснения, которые совет посчитал удовлетворительными.

Диссертационная работа Ви Ут Нам является законченной научно-квалификационной работой, которая удовлетворяет требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 824, предъявляемым к диссертациям на соискании ученой степени кандидата наук.

На заседании 08 июля 2022 г. диссертационный совет за решение научной и практической задачи разработки и исследования широкоугольных многолучевых антенн на основе бифокальных систем с минимальными аберрациями принял решение присудить Ви Ут Нам ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования участвующие в заседании члены диссертационного совета в количестве 16 человек, из которых 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из общего числа 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного
совета, д.ф.-м.н., профессор

Дмитриев А.С.

Ученый секретарь диссертационного совета
д.ф.-м.н., профессор РАН

Кузьмин Л.В.

«08» июля 2022 г.

