

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.03 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28.10.2014 № 16

О присуждении Милосердову Александру Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Бортовые многолучевые антенные решетки для систем спутниковой связи» по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ устройства и их технологии» (технические науки) принята к защите 30 июня 2014 г, протокол №8 диссертационным советом Д 212.125.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Милосердов Александр Сергеевич 1988 года рождения, в 2011 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский авиационный институт (государственный технический университет) «МАИ». В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной целевой аспирантуре кафедры 406 «Радиофизика, антенны и микроволновая техника» факультета «Радиоэлектроника летательных аппаратов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», которую окончил в 2014 году. В настоящее время соискатель работает ассистентом кафедры 408 «Инфокоммуникации» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Москов-

ский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре 406 «Радиофизика, антенны и микроволновая техника» факультета «Радиоэлектроника летательных аппаратов».

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор **Пономарев Леонид Иванович**, профессор кафедры 406 «Радиофизика, антенны и микроволновая техника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

1. **Калошин Вадим Анатольевич**, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией электродинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт радиотехники и электроники имени В.А.Котельникова РАН» (ИРЭ РАН)

2. **Нечаев Евгений Евгеньевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Управление воздушным движением» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Открытое акционерное общество «Радиофизика» (ОАО «Радиофизика»)**, г. Москва, в своём положительном заключении, подписанном начальником отдела 3010 к.т.н. Шишловым А.В., начальником НИО-3, председателем секции №3 НТС к.ф.-м.н. Денисенко В.В. и утвержден генеральным директором ОАО «Радиофизика» Левитаном Б.А., указала, что диссертация «Бортовые многолучевые антенные решетки для систем спутниковой связи» представляется завершённой научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на достаточно высоком научном уровне, в которой изложены научно обоснованные оригинальные технические решения, внедрение которых вносит определённый вклад в развитие теории и техники антенных решеток. Диссертация полностью соответствует заявленной специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

По диссертации сделаны следующие замечания:

1. На стр. 31 соискатель пишет "Введем понятие коэффициента избыточности излучателей в ФАР К" как отношение фактического числа излучателей к минимальному числу излучателей, соответствующему заданному КУ в заданной об-

ласти обзора. Так как никаких ссылок при этом не делается, то это может создать впечатление, что соискатель вводит новое понятие. На самом деле указанное отношение, характеризующее избыточность элементов ФАР, уже существует в литературе под названием "коэффициент использования элементов" (element use factor), введенный Паттоном в 1972 году (см. R. Mailloux, Phased Array Antenna Handbook, Norwood: Artech House, 1994, стр. 447). Этот коэффициент является обратным по отношению к "эффективности использования управляемых элементов", введенной О. Г. Вендиком в 1965 году, т.е. еще раньше.

2. На стр. 12 автореферата соискатель пишет, что "... освещенный профиль линзы определяется в приближении геометрической (физической) оптики". Представляется, что слово "физической" использовано некорректно, т.к. используется только приближение геометрической оптики, что подтверждается отсутствием зависимости профиля линзы, описываемого формулой (4), от длины волны.

3. На рис. 33 а) и б), стр. 63, соискатель сравнивает диаграммы направленности (ДН) параболической цилиндрической антенны, полученные в работе [43] и в результате применения пакета FEKO, и утверждает (1-й абзац, стр. 64), что результаты "практически идентичны". В связи с этим необходимо заметить, что, во-первых, кривые ДН следовало бы поместить на один график, а не на разные, и, во-вторых, даже при расположении кривых на разных графиках хорошо видно, что можно говорить только о качественной схожести результатов, но никак не об их идентичности. Кроме того, второй и третий абзацы на стр. 64 практически повторяют одно и то же и поэтому представляются неуместными.

4. Соискатель подробно анализирует недостатки обычных антенных решеток (с одноступенчатой схемой формирования лучей), состоящие либо в необходимости использования большой избыточности числа элементов для обеспечения низкого уровня интерференционных максимумов, либо в высоком уровне последних при снижении избыточности элементов. Указанные недостатки явились основанием предложить новую двухступенчатую схему формирования лучей с использованием решетки крупноапертурных многолучевых излучателей. Однако окончательные результаты, полученные соискателем, показывают, что предложенная двухступенчатая решетка со сравнительно низкой избыточностью элементов, также может давать высокие уровни интерференционных максимумов, причем последние, в отличие от обычной схемы, присутствуют в области обзора. К сожалению соискатель не проводит подробного сравнительного сопоставления

характеристик решетки с его двухступенчатой схемой с характеристиками обычных решеток, имеющих то же самое количество элементов.

5. Стиль оформления диссертации мог бы быть улучшен. Обычно не допускается расположение названия раздела в самом низу страницы с переносом начала текста раздела на другую страницу, как это имеет место на стр. 27. Также обычно не допускается расположение рисунка на одной странице, а подрисовочную подпись к нему на другой, как это имеет место на стр. 33–35, 37–38, 53–54, 109–110 и 115–116.

Указанные замечания, однако, не являются принципиальными и не влияют на положительную оценку результатов диссертации в целом.

Диссертационная работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Милосердов Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании секции №3 НТС ОАО «Радиофизика» (протокол №5 от 25 сентября 2014 г.).

Соискатель имеет 15 опубликованных работ по теме диссертации, из них 1 патент РФ, 1 коллективная монография, 6 научных статей (4 в журналах, включенных в перечень ВАК), 7 тезисов докладов в сборниках трудов международных и всероссийских конференций.

Наиболее значимые публикации соискателя:

1. Пономарев Л.И., Вечтомов В.А., Терехин О.В., Милосердов А.С. Многолучевая антенная решетка системы спутниковой связи. Патент на изобретение №2509399 от 05.07.2012 г.
2. Пономарев Л.И., Вечтомов В.А., Милосердов А.С. Многолучевая антенная решетка для системы спутниковой связи. // Коллективная монография под редакцией А.Ю. Гринева. Научно-технические серии: Антенные системы локации, навигации и радиосвязи, М.: радиотехника, 2013, стр 164-174.
3. Л.И. Пономарев, В.А. Вечтомов, А.С. Милосердов. Многолучевая антенная решётка для системы спутниковой связи. // Антенны. 2012. № 5. С. 52–65.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Калошин Вадим Анатольевич (официальный оппонент), отзыв заверен ученым секретарем ИРЭ им. В.А. Котельникова к.ф.-м.н. Чусовым И.И.

Замечания по диссертационной работе:

1. Положение №3 «Линзовый крупноапертурный излучатель (КАИ), выполненный из отрезков квадратных волноводов, в наибольшей степени удовлетворяет совокупным требованиям, предъявляемых к бортовым антенным устройствам систем спутниковой связи» в достаточной степени не обоснованно (полное электродинамическое моделирование этого КАИ не проведено).

2. Положение №4 «Смоделированный крупноапертурный излучатель имеет характеристики и параметры, в наибольшей степени удовлетворяющие требованиям к антенным устройствам, используемым в системах глобальной спутниковой связи» некорректно, поскольку в диссертации не приведены эти требования (к антенным устройствам, используемым в системах глобальной спутниковой связи) и нет соответствующих доказательств.

3. Утверждение автора, «как правило, теневая поверхность таких апланатических линз выбирается сферической» не верно, и, соответственно, синтезированные в работе линзы не являются апланатическими.

Нечаев Евгений Евгеньевич (официальный оппонент), отзыв заверен проректором МГТУ ГА по НР и И Воробьевым В.В.

Замечания по диссертационной работе:

1. Автором не дано обоснования выбранного метода оптимизации для многолучевой антенной решетки.

2. В процессе электродинамического моделирования в работе не учитывалось влияние элементов конструкции зеркальных и линзовых крупноапертурных излучателей и всей многолучевой антенной решетки (МАР) на характеристики направленности.

3. Большая часть результатов получена автором при помощи численного моделирования. Для полного подтверждения достоверности результатов необходимы экспериментальные исследования.

На автореферат и диссертацию также поступило 10 отзывов из следующих организаций:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ» (КНИТУ-КАИ) – отзыв подписан профессором кафедры «Радиоэлектронные и телекоммуникационные системы» КНИТУ-КАИ д.т.н. Седельниковым Ю.Е.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный университет

им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ им. Н.И. Лобачевского) – отзыв подписан доцентом кафедры распространения радиоволн и радиоастрономии радиофизического факультета ННГУ им. Н.И. Лобачевского д.т.н. Калининым А.В. и заверен ученым секретарем ННГУ им. Н.И. Лобачевского Черноморской Л.Ю.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ) – отзыв подписан заведующим кафедрой технической электродинамики и антенн МТУСИ д.т.н. Чебышевым В.В. и заверен ученым секретарем Ученого совета МТУСИ Зотовой Т.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ) – отзыв подписан заведующим кафедрой «Физика и техника оптической связи» НГТУ д.ф.-м.н. Раевским А.С., профессором кафедры «Физика и техника оптической связи» НГТУ д.т.н. Раевским С.Б. и заверен ученым секретарем НГТУ к.т.н. Мерзляковым И.Н.

Военная академия войсковой противовоздушной обороны Вооруженных Сил Российской Федерации имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского – отзыв подписан профессором кафедры радиотехнических средств наблюдения к.т.н. Соловьевым В., преподавателем кафедры радиотехнических средств наблюдения к.т.н. Битаевым Е., врио начальника кафедры радиотехнических средств наблюдения к.т.н. Юдиным В.

Открытое акционерное общество «Научно-производственный центр «Вигстар» – отзыв подписан начальником отделения ОАО «НПЦ «Вигстар» д.т.н. Ганзий Д.Д. и заверен генеральным директором ОАО «НПЦ «Вигстар» к.т.н. Степановым А.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ) – отзыв подписан профессором кафедры «Радиоприемные и радиопередающие устройства» НГТУ д.т.н. Горбачевым А.П.

Открытое акционерное общество «Концерн «Вега» – отзыв подписан начальником отдела ОАО «Концерн «Вега» д.т.н. Курочкиным А.П. и утвержден директором по науке ОАО «Концерн «Вега» д.в.н. Силкиным А.Т.

Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт приборостроения имени В.В. Тихомирова» – отзыв подписан начальником сектора ОАО «НИИП» к.т.н. Грибановым А.Н. и заверен ученым секретарем ОАО «НИИП» д.т.н. Кауфманом Г.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана) – отзыв подписан доцентом кафедры «Радиоэлектронные системы и устройства» МГТУ им. Н.Э. Баумана к.т.н. Хандамировым В.Л. и заверен заместителем начальника управления кадров Федотовым А.А.

Основные замечания по содержанию работы (за исключением дублирующихся, терминологических и редакционных замечаний):

1. Побочным эффектом повышения уровня пересечения соседних лучей МАР как правило является возрастание коэффициента связи между входами, соответствующими соседним лучам, что может проявиться в увлечении уровня непреднамеренных помех в соответствующих приемопередающих каналах. Из автореферата остается неясным в какой мере это обстоятельство нашло отражение в работе.
2. Представляется неудачной формулировка основного результата под номером 1 на странице 17. Несомненно, аналитический обзор предшествующих работ это неотъемлемая часть диссертационной работы, но сам факт его проведения не является научным результатом. Результатом могут быть выводы сформулированные по итогам обзора.
3. Отсутствует какое-либо описание разработанных алгоритмов при использовании программного комплекса ФЕКО, обеспечивающих электродинамическое моделирование излучателей МАР.
4. Не сформулированы ограничения, связанные с разработкой предложенных методов построения МАР, определяющее их перспективное использование.
5. В автореферате неоднократно говорится об электродинамическом моделировании рассматриваемых излучающих структур, однако само электродинамическое моделирование (как таковое) в автореферате остается за кадром. Поэтому не понятно, на каком уровне строгости решается задача об излучении, являлась ли она самостоятельной.
6. Из текста автореферата не ясно, в чем заключается оптимизация возбуждения крупноапертурного излучателя.

7. В автореферате отсутствует оценка массогабаритных параметров отдельного крупноапертурного излучателя и многолучевой антенной решетки и не рассмотрены конструктивные особенности исполнения многолучевой антенной решетки для системы спутниковой связи.

8. При изложении результатов моделирования многолучевого излучателя, полученных в главе 2, не указано, как расположены волноводы в излучателе, и не сказано, какую форму сечения имели волноводы.

9. Как следует из автореферата, к недостаткам работы Милосердова А.С. следует отнести отсутствие экспериментального моделирования предложенной МАР. Однако учитывая большой объем численного моделирования по апробированным программам (FEKO, HFSS и др.), широко применяемым для решения задач в области СВЧ-устройств и антенной техники, этот недостаток не является существенным при общей оценке диссертационной работы.

Все отзывы, поступившие на диссертацию и автореферат, положительные и содержат заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций и значительного опыта в соответствующей сфере исследования, компетентностью в области науки по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ устройства и их технологии» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что в рамках выполненного соискателем диссертационного исследования:

- предложена и обоснована двухступенчатая схема построения приемной бортовой многолучевой антенной решетки (принцип действие которой заключается в использовании многолучевых крупноапертурных излучателей) для системы глобальной спутниковой связи в X- и Ka-диапазонах. Схема основана на использовании многолучевой антенной решетки, состоящей из минимального количества многолучевых крупноапертурных излучателей, формирующих требуемый рельеф коэффициента усиления в пределах полного сектора обзора земли с геостационарной орбиты.
- проведено электродинамическое моделирование зависимости характеристик направленности каждого из трех типов крупноапертурных излучателей от их геометрических параметров и конструктивных особенностей и проанализированы различные варианты построения многолучевого крупноапертурного излу-

чателя (на основе зеркальной антенны, линзовой диэлектрической антенны и линзовой антенны, состоящей из волноводных излучателей).

- установлена зависимость между требуемым коэффициентом усиления многолучевого крупноапертурного излучателя, уровнем пересечения соседних лучей и количеством элементов в облучателе крупноапертурного излучателя. Определено минимальное количество элементов в облучателе, обеспечивающее заданный коэффициент усиления в требуемом секторе обзора и уровень пересечения соседних лучей.
- разработан алгоритм оптимального возбуждения многолучевого крупноапертурного излучателя, позволяющий получить наиболее высокий и равномерный рельеф коэффициента усиления в требуемом секторе обзора. С использованием этого алгоритма для заданного числа излучателей определен максимальный коэффициент усиления многолучевой антенной решетки во всем секторе обзора.

Достоверность полученных результатов обуславливается корректностью исходных положений и математических преобразований при составлении моделей как отдельных КАИ, так и бортовых многолучевых антенных решеток и подтверждается в частных случаях совпадением результатов электродинамического моделирования с результатами, известными из теории антенн.

Теоретическая значимость исследований заключается в том, что в работе обоснованы и установлены структура многолучевого КАИ и их минимальное количество, обеспечивающие в бортовой спутниковой антенне требуемый рельеф КУ в секторе обзора земли с геостационарной орбиты.

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается тем, что установлена зависимость между параметрами многолучевой антенной решетки и ее характеристиками, которая позволяет проектировать многолучевые антенны в произвольных диапазонах частот с заранее заданными характеристиками направленности.

Внедрение результатов диссертационного исследования выполнено в рамках эскизного проекта по построению бортовых многолучевых антенн (ОКР «Сфера») в организации ОАО «ИСС имени Решетнева». Основные теоретические результаты используются также при чтении спецкурсов по антеннам и устройствам СВЧ. (что подтверждается актом о внедрении, утвержденным заместителем главного конструктора по разработке космических систем, общему проектированию и управлению КА ОАО «ИСС» Выгонским Ю.Г.)

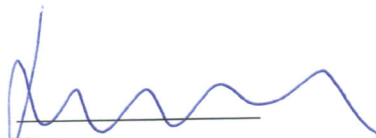
Личный вклад соискателя состоит в выводе основных теоретических соотношений, в разработке новой схемы построения многолучевой антенной решетки и разработке алгоритма оптимального возбуждения ее излучателей. Также автором проведено детальное моделирование и оптимизация характеристик направленности, как отдельного излучателя, так и самой многолучевой антенной решетки.

Диссертационным советом сделан вывод, что диссертация соответствует критериям, установленным Положением ВАК о порядке присуждения ученых степеней, и является научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-хозяйственная задача.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ устройства и их технологии», участвующих в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали за 19, против 0, недействительных бюллетеней 0.

На основании результатов защиты и голосования, диссертационным советом принято решение о присуждении Милосердову А.С. ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ устройства и их технологии».

Председатель
Диссертационного совета
Д 212.125.03
д.т.н., профессор



Д.И. Воскресенский

Ученый секретарь
Диссертационного совета
Д 212.125.03
д.т.н.



М.И. Сычев

30.10.2014г.