

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.03

Соискатель: Чернецкий Иван Мирославович

Тема диссертации: Антенны и экраны для высокоточного позиционирования

Специальность: 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 01 декабря 2015 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация 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 и принять решение присудить Чернецкому Ивану Мирославовичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: *председатель диссертационного совета* д.т.н. Воскресенский Д.И., *ученый секретарь диссертационного совета* д.т.н. Сычев М.И., члены диссертационного совета: д.т.н. Куприянов А.И., д.т.н. Бакалов В.П., д.т.н. Бакулев П.А., д.т.н. Гаврилов К.Ю., д.т.н. Гостюхин В.Л., д.т.н. Гринев А.Ю., д.т.н. Ильчук А.Р., д.т.н. Кузнецов Ю.В., д.т.н. Плохих А.П., д.т.н. Пономарев Л.И., д.т.н. Татарников Д.В., д.т.н. Татарский Б.Г., д.т.н. Темченко В.С., д.т.н. Чебышев В.В., д.т.н. Шевцов В.А., д.т.н. Шишкин Г.Г., д.т.н. Юдин В.Н.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.03, д.т.н.



М.И. Сычев

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 УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 01.12.2015 № 12

О присуждении Чернецкому Ивану Мирославовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Антенны и экраны для высокоточного спутникового позиционирования» по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии» (технические науки) принята к защите 15 сентября 2015 г, протокол №9 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 Чернецкий Иван Мирославович 1990 года рождения, в 2012 году окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) «МАИ». В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной аспирантуре кафедры «Радиофизика, антенны и микроволновая техника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», которую окончил в 2015 году.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре 406 «Радиофизика, антенны и микроволновая техника».

Научный руководитель - доктор технических наук, доцент

Татарников Дмитрий Витальевич, 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. **Курочкин Александр Петрович**, доктор технических наук, профессор, начальник отдела Акционерного общества «Концерн радиостроения «Вега»;

2. **Инденбом Михаил Вульфович**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, начальник сектора Акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский институт радиотехники»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Открытое акционерное общество «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца» (ОАО «РТИ»)**, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном д.т.н., ученым секретарем ОАО РТИ Д.И. Бухарецом, к.т.н., с.н.с., председателем секции №1 НТС А.В. Гавриленко, к.т.н., начальником отдела Б.А. Старостенко и утвержденным Генеральным директором ОАО РТИ А.Б. Теппером, указала, что диссертация «Антенны и экраны для высокоточного спутникового позиционирования» диссертация является законченной научно-исследовательской работой, содержащей решение актуальной научной задачи – получение ДН с отсечкой поля в нижней полусфере, а также задачи разработки искусственного препятствия для испытательных полигонов приемной аппаратуры ГНСС, имеющие существенное значение для теории и практики проектирования антенн спутникового позиционирования. Автореферат отражает основное содержание диссертации.

По диссертации сделаны следующие замечания:

1. Не приведены используемые алгоритмы оптимизации.
2. Недостаточно полно исследованы частотные свойства синтезированной спиральной антенны.
3. В тексте имеются редакционные погрешности и опечатки.

Сделан вывод о том, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям п.п. 9, 10 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявля-

емым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Чернецкий Иван Мирославович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии (технические науки).

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании секции №1 научно-технического совета ОАО «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца» (Протокол №7 от 21.10.15).

Соискатель имеет 10 опубликованных работ по теме диссертации. Из них 3 статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК, 4 публикации в сборниках трудов международных и всероссийских конференций, 3 заявки на патент,

Перечень публикаций соискателя.

1) в журналах из перечня ВАК:

1. Татарников Д.В., Чернецкий И.М., Затенение полуплоскостью с полупрозрачным окончанием. “Журнал радиоэлектроники” (электронный журнал), 2012, №12, М.: ИРЭ РАН
2. Татарников Д.В., Чернецкий И.М., Искусственные препятствия для испытательных полигонов аппаратуры позиционирования по сигналам GPS/ГЛОНАСС // Антенны. 2015, выпуск 2 (253), стр. 47-54
3. Татарников Д.В., Чернецкий И.М., ЭКРАНЫ С ОТСЕЧКОЙ ПОЛЯ. “Журнал радиоэлектроники” (электронный журнал), 2015, №10, М.: ИРЭ РАН

2) в трудах конференций:

1. Татарников Д.В., Чернецкий И.М., Затенение полуплоскостью с полупрозрачным окончанием. 6-я Всероссийская научно-техническая конференция “Радиолокация и радиосвязь”, ИРЭ РАН, Москва, 2012
2. Tatarnikov D., Chernetsky I., Artificial Obstructions Employing Fabry-Perot Principles for GNSS Positioning Equipment Test Ranges, Proc. of the 27th International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS+ 2014), Tampa, Florida, September 2014, pp. 486-489
3. Tatarnikov D.V. and Chernetsky I.M., Travelling Wave Antennas with Semitransparent Surfaces for Forming a Cutoff Pattern, PIERS Proceedings, Prague, Czech Republic, July 6–9, 2015
4. Татарников Д.В., Чернецкий И.М., Экраны с отсечкой диаграммы направленности, Объединенный Фельдовский семинар по электродинамике и

антеннам, APS, LEOS and MTT/ED Chapters in the IEEE Russian Section, ИРЭ РАН, Москва, 6 октября 2015

3) поданы заявки на патент

1. Tatarnikov D., Chernetsky I., “Impedance helical antenna forming П-shaped directional diagram”. International Application Number PCT/RU2014/000753, Filing date 10/07/2014
2. Stepanenko A., Astakhov A., Tatarnikov D., Chernetsky I. “Broadband helical antenna with cutoff pattern” International Application Number PCT/RU2015/000234, Filing date 04/09/2015
3. Tatarnikov D., Chernetsky I., “Methods for modeling multipath reflections of GNSS signals using a test installation and apparatuses for implementing test methods”. International Application Number PCT/RU2014/000022, Filing date 01/16/2014

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Курочкин Александр Петрович (официальный оппонент) – отзыв заверен ученым секретарем АО «Концерн радиостроения «Вега» Сидоровой Н.С.

Замечания по диссертационной работе:

1. Следовало объяснить в главах 1 и 2, почему для представления тока выбраны в одном случае треугольные базисные функции, а в другом – прямоугольные базисные функции.
2. Следовало в главе 1 объяснить, как использованы результаты моделирования плоскопараллельного волновода с полупрозрачным окончанием, полученные в п.1.1, при исследовании спиральной антенны с четырехзаходной спиралью в п.1.2.
3. В главе 2 правильнее было бы писать не о синтезировании, а об оптимизации распределения импеданса.
4. Имеются погрешности в обозначениях на рис. 3.10, номере формулы (3.3.3) на с.124 и опечатки по тексту, указанные автору при обсуждении диссертации.

Инденбом Михаил Вульфович (официальный оппонент) – отзыв заверен зам. генерального директора АО «Всероссийский НИИ радиотехники», д.т.н. Порсев В.И.

Замечания по диссертационной работе:

1. Полученные в результате моделирования на двумерной модели зависимости импеданса от расстояния от конца антенны при проектировании реальной цилиндрической спиральной антенны использованы только качественно, тогда как эффективней было бы на их основе рассчитать распределение номиналов навесных емкостей, хотя бы в качестве начального приближения.
2. Для оценки согласования спиральной антенны выполнено измерение собственного входного импеданса на входе одной ветви спирали при согласованных нагрузках на остальных входах, тогда как в реальности антенна работает в режиме возбуждения входов всех спирали и согласование определяется ее действующим импедансом (или коэффициентом отражения).
3. В работе не раскрыты использованные алгоритмы оптимизации.
4. Математическая модель и результаты для “щелевой сетки” не сопоставлены с ранее известными в технической литературе результатами для подобных структур, например в *К. Уолтер, Антенны бегущей волн, М.: Мир, 1970.*
5. Очень много описок и технических неточностей (ошибочные ссылки; обозначение одновременно для угла места и угла возвышения на соседних графиках; отсутствие точного указания, что автор понимает под Н-поляризацией (стр. 56) и Е-поляризацией (стр. 65), и т.д.).
6. Автор не всегда следует принятой в отечественной литературе терминологии: Т-волны вместо ТЕМ-волн; применяет понятие проводимости для элементов тензорной функции Грина.

На автореферат и диссертацию также поступило 7 отзывов из организаций:

ФГУБН «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН» ИПУ РАН – отзыв подписан заведующим лабораторией №16 динамики нелинейных процессов управления им. Е.С. Пятницкого ФГУБН «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН», д.ф.-м.н. Л.Б. Рапопорт и заверен зам. зав. общим отделом Афанасьевой Н.С.

Замечание:

Замечаний нет.

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет геодезии и картографии» МИИГАиК – отзыв подписан директором астрономической лаборатории МИИГАиК, к.т.н. Луповкой В.А. и заверен ученым секретарем совета МИИГАиК.

Замечания:

1. Получены ли оценки точности местоопределения по внутренней сходимости или относительно точно известных координат.
2. Выполнены ли испытания только с одним макетом разработанной антенны или они воспроизводятся на нескольких образцах.
3. Проводились ли оценки воспроизводимости положения фазового центра антенны от образца к образцу и стабильности его положения во времени.

Казанский национальный исследовательский технический университет КНИТУ-КАИ – отзыв подписан директором НИИ ПРЭФЖС, зав. кафедрой РФМТ КНИТУ-КАИ, д.т.н., проф. Морозов О.Г. и с.н.с. НИИ ПРЭФЖС, доц. каф. РФМТ КНИТУ-КАИ, к.т.н. Веденькиным Д.А.

Замечания:

1. Формулировки некоторых основных результатов и выводов, приведенных в автореферате, должным образом не коррелируют с поставленными задачами.
2. Некорректная нумерация рисунков в разделе, посвященном третьей главе, в частности отсутствует рис. 3.2 и ссылка на него в тексте автореферата.
3. Из автореферата не ясно, каким образом получены оценки отношения сигнал/шум, приведенные на рис. 3.6 для Р-кода, имеющего несущую частоту 1227,6 ГГц.

ФГБОУ ВО «НИУ «Московский энергетический институт» НИУ МЭИ – отзыв подписан профессором кафедры Радиотехнических приборов и антенных систем НИУ «МЭИ», д.ф.-м.н., Пермяковым В.А. и заверен ученым секретарем ученого совета Национального исследовательского университета «МЭИ» Кузовлевым И.В.

Замечания:

1. Недостатком автореферата диссертации является то, что не изложены методики решения электродинамических задач, необходимых для достижения поставленных целей: не приведены интегральные уравнения, способы их решения, не ясно, какие электродинамические программы были применены для решения поставленных задач.
2. При реализации модели естественного препятствия (лес) не рассмотрен вопрос о том, что характеристики сигнала, рассеянного лесом, являются динамическими, зависят от свойств лесных массивов, метеоусловий, сезонных изменений и

т.д. Можно ли на основе частного эксперимента, приведенного в гл. 3, делать вывод о применимости разработанной модели для лесов с различными характеристиками?

3. Сформулированные в автореферате положения, выносимые на защиту, представляют собой скорее практические результаты по разработке устройств, нежели научные положения.

Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт электромеханики» (ОАО «НИИЭМ») – отзыв подписан заместителем генерального директора ОАО «НИИЭМ» по космической технике, главным конструктором по космическим системам к.т.н. Салиховым Р.С., заместителем генерального директора ОАО «НИИЭИ» по научной и информационной деятельности, научно-техническому и информационному обеспечению, д.т.н. Казанцевым С.Г. и утвержден ученым секретарем «КТ» НТС АО «НИИЭМ» Гаджиевым Э.В.

Замечание:

1. В качестве недостатка можно отметить отсутствие оценок сходимости численных алгоритмов.

Московский государственный технический университет гражданской авиации (МГТУ ГА) – отзыв подписан заведующим кафедрой «Управление воздушным движением» МГТУ ГА, проф. д.т.н. Нечаевым Е.Е. и заверен проректором МГТУ ГА по НР и И Воробьевым В.В.

Замечание:

1. По автореферату можно сделать следующее замечание: желательно было бы более подробным образом описать способы реализации полупрозрачных поверхностей.

Публичное акционерное общество (ПАО) «Радиофизика» – отзыв подписан ведущим научным сотрудником НИО-3 к.т.н. Скобелевым С.П. и заверен ученым секретарем к.т.н. Ампиловым О.В.

Замечания:

1. Не указано, какие методы применялись при оптимизации распределений импеданса на полупрозрачных стенках волновода.

2. Не обсуждаются вопросы сходимости результатов численного моделирования и погрешностей численного решения интегральных уравнений. В частности, на рис.1.3-1.7 диссертации приведены распределения токов на идеально проводящих

стенках волновода у открытого конца в случае Н-поляризации. Известно, что в этом случае ток должен стремиться к нулю на краю стенки по корневому закону, а этого не наблюдается.

Все отзывы, поступившие на диссертацию и автореферат, положительные и содержат заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых 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 на основании выполненных соискателем исследований:

- **Предложена** 1) квадрифилярная цилиндрическая спиральная антенна с впаянными в витки сосредоточенными емкостными элементами, обеспечивающая подавление многолучевости под скользящими углами; 2) вертикальные экраны с полупрозрачными окончаниями, обеспечивающая подавление многолучевости под скользящими углами; 3) использование искусственных препятствий для моделирования ситуации естественного затенения антенны, выполненных из полупрозрачных материалов, с радиусом препятствия порядка 10 длин волн.
- **Разработан** 1) экспериментальный макет предложенной спиральной антенны для работы в полосе L1 ГНСС; 2) экспериментальный макет для изучения дифракции на полупрозрачном ребре; 3) экспериментальный макет предложенного искусственного препятствия для сигналов ГНСС.
- **Проведены полевые испытания** 1) предложенной спиральной антенны, в ходе которых получена среднеквадратическая ошибка позиционирования в режиме реального времени 0.63мм при условии сглаживания фазовых шумов приемника за время порядка 1мин; 2) аппаратуры позиционирования в условиях действия экспериментального макета предложенного искусственного препятствия, в ходе которых были получены искажения, близкие к искажениям в условиях естественного леса

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **Разработана** 1) математическая модель антенны бегущей волны в виде плоскопараллельного волновода с полупрозрачными стенками; 2) математические модели дифракции поля источника Н- и Е-поляризации на вертикальном ребре и системе ребер с полупрозрачными окончаниями, расположенными с одной стороны от источника, а также на замкнутом экране (в двумерном приближении); 3) математическая модель искусственного препятствия в виде полупрозрачной полусферы, расположенной над идеально проводящей поверхностью, с помещенным внутри нее источником в виде двух колец магнитного тока.
- **Показана** возможность получения диаграммы направленности, равномерной в верхней (рабочей) полусфере с отсечкой на 20дБ при пересечении местного горизонта с помощью антенн бегущей волны габаритом порядка 1.5 длины волны.
- **Изучены** вертикальные экраны с полупрозрачными окончаниями, обеспечивающие отсечку (падение) КУ антенн ГНСС на 15...17 дБ в секторе углов +/- 10 градусов при расстоянии между антенной и экраном порядка 2...3 длин волн;
- **Выявлена** возможность применения резонаторов типа Фабри-Перо большого электрического размера для внесения возмущений в ДН антенны позиционирования, аналогичных естественным зеленым насаждениям.

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

1. Результаты диссертационной работы внедрены в НИОКР компании ООО «Топкон позиционинг системс», а также в учебный процесс кафедры 406 МАИ, что подтверждается актами о внедрении, прилагаемыми к диссертации.

2. Разработана конструкция спиральной антенны бегущей волны, при использовании которой в системе позиционирования, ошибка многолучевости становится меньше фазовых шумов приемника.

3. Намечены перспективы создания практических антенн для систем позиционирования субмиллиметровой точности, работающих в режиме сглаживания фазовых шумов приемника за время порядка 1 мин.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **Использованы** апробированные методы математического моделирова-

ния;

– **Соответствие** результатов расчетов экспериментально полученным данным.

Личный вклад соискателя состоит в:

- разработке математических моделей, алгоритмов и программ, проведении расчетов, разработке экспериментальных макетов, проведении натуральных экспериментов и обработке полученных результатов.

На заседании 1 декабря 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Чернецкому И.М. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии», участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 19, против **нет**, недействительных бюллетеней **нет**.

Председатель

диссертационного совета Д 212.125.03

д.т.н., профессор

Д.И. Воскресенский

Ученый секретарь совета Д 212.125.03

д.т.н.



М.И. Сычев

Ученый секретарь МАИ, к.т.н.

А.Н. Уляшина

01.12.2015 г.