

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 № 15

О присуждении Горбуновой Анастасии Александровне, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Идентификация параметров источников побочных электромагнитных излучений по измерениям в ближней зоне» по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» (технические науки) принята к защите 30 июня 2014 г, протокол №6 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 Горбунова Анастасия Александровна 1988 года рождения, в 2011 году окончила с отличием Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский авиационный институт (государственный технический университет) «МАИ». В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной целевой аспирантуре кафедры «Теоретическая радиотехника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», которую окончила в 2014 году. В настоящее время соискатель работает ассистентом кафедры «Теоретическая радиотехника» 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 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре 405 «Теоретическая радиотехника».



Научный руководитель - доктор технических наук, профессор **Кузнецов Юрий Владимирович**, заведующий кафедрой 405 «Теоретическая радиотехника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

1. **Авдеев Владимир Борисович**, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник управления Федерального автономного учреждения «Государственный научно-исследовательский испытательный институт проблем технической защиты информации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю» (ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России»);

2. **Сперанский Валентин Сергеевич**, кандидат технических наук, профессор кафедры радиотехнических систем Московского технического университета связи и информатики;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук (ИРЭ РАН)**, г. Москва, в своём положительном заключении, подписанном д.ф.-м.н., профессором, В.В. Шевченко и утверждённым исполняющим обязанности директора Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН член.-корр. РАН С.А. Никитовым, указала, что диссертация «Идентификация параметров источников побочных электромагнитных излучений по измерениям в ближней зоне» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют большое теоретическое и практическое значение. Из полученных в диссертационной работе результатов наибольший интерес с точки зрения практического использования представляет предложенная и реализованная концепция построения системы измерений побочных электромагнитных излучений в ближней зоне во временной области, позволившая провести экспериментальную верификацию предложенной методики расчёта пространственно-частотных характеристик информационных излучений средств вычислительной техники. Разработанные методы исследования стохастических электромагнитных излучений и алгоритмы их обработки могут быть реализованы в автоматизированных программно-аппаратных комплексах контроля защищённости средств вычислительной техники. Применение таких систем позволит существенно сократить временные затраты на

проведение измерений, повысить достоверность результатов и обеспечит возможность проведения исследований в нормальных лабораторных условиях без использования специальных помещений. Также разработанный алгоритм локализации источников в составе технического средства может эффективно применяться на стадии разработки и создания образцов защищённой техники для поиска источников информативного излучения и оценки его уровня.

По диссертации сделаны следующие замечания:

1. В диссертации не представлены чёткие требования к соотношению размеров плоскостей измерения и объекта, хотя этот параметр может оказывать существенное влияние на точность как локализации источников, так и последующего расчёта характеристик излучения в дальней зоне.

2. В диссертации для описания вероятностных характеристик стационарного излучения использованы соотношения, которые верны для эргодических случайных процессов, однако в работе эргодичность излучения не обоснована.

Сделан вывод о том, что диссертация «Идентификация параметров источников побочных электромагнитных излучений по измерениям в ближней зоне» является законченной научной работой, соответствующей требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель А.А. Горбунова заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения». Отзыв обсуждён на заседании научно-квалификационного семинара ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН по направлению «Электродинамика и распространение радиоволн» от 10 октября 2014 г.

Соискатель имеет 31 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации 19 печатных работ из них 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 4 статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК, 1 статья в международном научном издании, индексируемом в базе данных Web of Science, 13 публикаций в сборниках трудов международных и всероссийских конференций.

Наиболее значимые публикации соискателя:

1. Горбунова А.А., Локализация источников широкополосного стохастического электромагнитного излучения по результатам измерений в ближней зоне // Информационно-измерительные и управляющие системы. - 2014. - № 1. - С.25-32.

2. Горбунова А.А., Алгоритм пространственной локализации источников стохастического электромагнитного излучения по результатам двухточечного ска-



нирования в ближней зоне//Электронный журнал «Труды МАИ». - 2014. - № 73. - С. 1-23.

3. Горбунова А.А., Коновалюк М.А., Баев А.Б., Кузнецов Ю.В., Модель электромагнитных излучений проводных интерфейсов передачи данных средств вычислительной техники // Специальная техника. - 2013. - № 5. - С. 26-36.

4. M. Konovalyuk, A. Gorbunova, A. Baev, Y. Kuznetsov, "Parametric reconstruction of radar image based on Multi-point Scattering Model", International Journal of Microwave and Wireless Technologies, 2014, First View Article, pp. 1-6.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

**Авдеев Владимир Борисович** (официальный оппонент) – отзыв заверен начальником отдела организационно-кадровой работы и делопроизводства ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России» Максимовым О.В.

Замечания по диссертационной работе:

1. Разработанные модели сложных излучателей на основе представления их совокупностью диполей являются, по существу, результатом решения задачи излучения при заданном токе в излучателе. Вместе с тем, как известно, решением этой задачи как электродинамической должно быть решение, опирающиеся на поиск такого тока, при котором удовлетворяются заданные граничные условия, а также условия излучения. В диссертации отсутствует соответствующий анализ, позволяющий выявить, насколько полученное указанным образом приближенное решение отличается от точного (хотя бы на одном примере). В связи с этим несколько снижается степень доверия к предложенным моделям.

2. При разработке моделей сложных излучателей на основе представления их совокупностью «пристыкованных» к друг другу диполей не учитывается взаимодействие между ними. Между тем, как известно, это может существенно влиять на картину формирования итогового излучения.

3. В моделях сложных излучателей на основе представления их совокупностью диполей не указаны число диполей, на которые следует разбивать излучатель. Очевидно, что число может варьироваться, но результат от этого может практически не меняться. Необходимо для практического пользования указать в моделях хотя бы минимальное число диполей.

4. Подход к определению поля побочных электромагнитных излучений на большом расстоянии от технического средства (в частности в дальней зоне), на основе использования измерений в ближней зоне требует проведение измерений с высокой точностью, которая должна быть тем выше, чем, больше расстояние от

исследуемого объекта. Однако достижение высокой точности ограничено заданной точностью калибровки пробников поля, с помощью которых проводятся измерения. В диссертации отсутствует анализ этого вопроса, хотя он для реализации предложенного метода, является ключевым.

5. При проведении эксперимента по пересчёту измеренных пробниками полей из ближней в дальнюю зону использовалась только амплитудно-частотная характеристика пробников. Однако из физических соображений ясно, что на этот процесс должна влиять и фазо-частотная характеристика пробников, причём в ряде случаев существенно. Тем не менее, это никак не отражено в диссертации.

6. Несмотря на практическую направленность диссертации, в ней нет запатентованного технического решения, что является несомненным упущением.

**Сперанский Валентин Сергеевич** (официальный оппонент) – отзыв заверен проректором по кадрам и режиму Московского технического университета связи и информатики Кубатко А.И.

Замечания по диссертационной работе:

1. Автору стоило сразу рассмотреть модель излучения в виде матрицы элементарных излучателей. Анализ диполя и антенны бегущей волны представляется не нужным. Дипольный момент определён для диэлектриков.

2. В работе нет ссылки на работу Андриянова А.Н, Березина А.В, Воронцова А.С, Ефимкина К.Н. Модели побочных ЭМИ на многопроцессорных ЭВМ, институт им. Келдыша, в которой моделирование излучений производится путём решения уравнений Максвелла.

3. Термин спектр тока не совсем корректен, нужно спектр сигнала излучения.

4. Переход от потока данных к току на поверхности и электромагнитному излучению изложен нечётко.

5. Выбор частоты анализа стоило описать подробнее.

6. В работе нет обоснования измерения магнитной составляющей поля.

7. Из текста диссертации не ясно, зачем производится пересчёт излучения из ближней зоны в дальнюю. Нет уточнения зон защищённости.

На автореферат и диссертацию также поступило 8 отзывов из организаций:

**Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное предприятие «Гамма» (ФГУП «НПП «Гамма»)** – отзыв подписан начальником центра проектно-конструкторского департамента ФГУП «НПП «Гамма», к.т.н. Бехтиным М.А. и заверен исполнительным директором ФГУП «НПП «Гамма» Новожиловым В.А.



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭ СО РАН)** – отзыв подписан заведующим лабораторией ИСЭ СО РАН, д. ф.-м. н., проф., Кошелевым В.И. и заверен учёным секретарём ИСЭ СО РАН, д. ф.-м. н. Пегелем И.В.

**Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт точных приборов» (ОАО «НИИ ТП»)** – отзыв подписан заместителем генерального директора ОАО «НИИ ТП», д.т.н., проф. Кузьминым Г.В.

**Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр «Орион» (ФГУП «НТЦ «Орион»)** – отзыв подписан научным консультантом комплексного тематического отдела ФГУП «НТЦ «Орион», к.т.н., с.н.с. Клинцовым О.И.

**ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»** – отзыв подписан профессором кафедры физики твёрдого тела ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», д. ф.-м.н, проф. Скрипалем А.В.

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ)** – отзыв подписан заведующим кафедрой Компьютерных измерительных систем и метрологии ТПУ, д.т.н. Стукачом О.В. и заверен учёным секретарём ТПУ Ананьевой О.А.

**Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт имени академика А.И. Берга» (ФГУП «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга»)** – отзыв подписан начальником отдела анализа деятельности предприятия, к.т.н., доц. Юрьевым И.А. и заверен начальником отдела по работе с персоналом Тищенко В.А.

**Общество с ограниченной ответственностью «Центр безопасности информации «МАСКОМ» (ООО «ЦБИ «МАСКОМ»)** – отзыв подписан начальником научно-технического отдела ООО «ЦБИ «МАСКОМ» Кондратьевым А.В. и заверен начальником службы персонала Поповкиным Н.В.

Основные замечания по содержанию работы:

1. Из текста автореферата не очевидна схема построения измерительного стенда в части расположения исследуемого средства вычислительной техники, в частности не ясно в какой плоскости производились измерения в зависимости от угла  $\theta$  для ноутбука.

2. В автореферате недостаточно обоснован выбор частот при моделировании и измерениях.

3. Автор не приводит оценку ближней зоны распределённой дипольной модели. Вызывает сомнение, что измерения на частоте 500-600 МГц при расстоянии 3 см соответствуют ближней зоне.

4. Нет ясности, как различаются параметры модели и результаты измерений для включённого объекта при передаче и без передачи информации.

5. Представленную классификацию источников излучения без подтверждения статистикой можно считать весьма условной.

6. В работе не отражён вопрос защиты информации с учётом полученных результатов.

7. В автореферате отсутствует как вербальная, так и математическая постановка задачи исследований. Не выбраны (приняты или определены) показатели эффективности решения задачи исследований, допущения и ограничения.

8. Результаты идентификации параметров источников побочных электромагнитных излучений получены в виде точечных, а не интервальных оценок. Интервальные оценки параметров источников позволили бы получать оценки значений полей в интересующих точках также в виде доверительных интервалов с соответствующими доверительными вероятностями, что, в свою очередь, дало бы возможность оценить точность и робастность предлагаемых методов и, следовательно, практическую ценность работы в целом.

9. В работе не приведены оценки ожидаемой неопределённости измерений и их влияния на достижимую неопределённость предлагаемого метода.

10. Опущен вопрос рассмотрения предлагаемого метода в отношении трёхмерных объектов, составляющих большую часть устройств (изделий), подлежащих оценке защищённости от утечки информации за счёт побочных электромагнитных излучений.

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 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.



Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработана** математическая модель информационных электромагнитных излучений средств вычислительной техники, описывающая характеристики излучения устройства в каждой точке пространства как произведение спектра информационного сигнала, и частотной характеристики излучения объекта;

– **предложено** использование метода измерений электромагнитных излучений в ближней зоне во временной области для контроля защищённости средств вычислительной техники с целью повышения достоверности результатов, снижения временных затрат, а также требований к условиям проведения измерений и измерительной аппаратуре;

– **предложена** концепция построения системы измерения стохастических стационарных информационных электромагнитных излучений технических средств в ближней зоне во временной области, реализующая принцип двухточечного плоского сканирования тангенциальных компонент магнитного поля;

– **предложена** и обоснована модель источника информационного излучения на основе пространственно-распределённой системы связанных между собой дипольных излучателей;

– **разработана** процедура идентификации параметров модели распределённого информационного источника излучения в плоскости объекта, основанная на параметрических методах спектрального оценивания;

– **показано, что** сокращение временных затрат на проведение исследований побочных электромагнитных излучений средства вычислительной техники с целью контроля его защищённости от утечки информации в 8-10 раз по сравнению с классическим методом достигается за счёт использования системы измерения электромагнитных излучений в ближней зоне во временной области;

– **доказано, что** повышение достоверности экспериментально-расчётного метода контроля защищённости средства вычислительной техники от утечки информации по каналу побочных электромагнитных излучений может быть достигнуто за счёт использования распределённой дипольной модели устройства, параметры которой определяются по измеренным пространственным корреляционным характеристикам тангенциальных компонент электромагнитного поля в ближней зоне путём решения обратной задачи.



**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

– **применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы корреляционной обработки широкополосных стохастических процессов, углублённая теория решения задачи обращения пространственно-частотных матриц с использованием информационных критериев и методов регуляризации по Тихонову, а также параметрических методов спектрального оценивания;

– **изложены** существующие подходы к исследованию электромагнитных излучений технических средств в отечественной и зарубежной практике;

– **изучены** основные механизмы формирования информационных электромагнитных излучений средств вычислительной техники путем проведения теоретических и экспериментальных исследований сигналов, циркулирующих в современных интерфейсах передачи данных и пространственно-частотных характеристик их излучения;

– **изучены** существующие методы пересчёта характеристик электромагнитного излучения из ближней зоны в дальнюю и их обобщение на случай стохастических электромагнитных полей.

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

**1. Результаты диссертационной работы внедрены** в НИР «Разработка предложений по совершенствованию способов и средств защиты информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники, от её утечки за счёт побочных электромагнитных излучений и наводок» и НИР «Теоретические и экспериментальные исследования электромагнитных излучений технических средств в ближней и дальней зонах с использованием систем измерения во временной области», выполняемых в интересах ФГУП «НПП «Гамма», что подтверждается прилагаемым актом о внедрении.

**2. Создана** экспериментальная система измерений информационных электромагнитных излучений технического средства в ближней зоне и проведена экспериментальная верификация предложенной методики исследования информационных стационарных стохастических электромагнитных излучений средств вычислительной техники путём сопоставления рассчитанных и измеренных пространственно-частотных характеристик излучения в дальней зоне, продемонстрировавшая высокую адекватность полученных результатов.

**3. Представлены** рекомендации по выбору параметров предлагаемой системы измерений электромагнитных излучений технического средства в ближней зоне во временной области.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

– **экспериментальные результаты** получены с использованием современных сертифицированных измерительных средств;

– **теория** согласуется с экспериментальными данными, опубликованными в работах учёных из Мюнхенского технического университета, Ноттингемского университета, Тулузского университета и др. по смежной тематике исследования электромагнитной совместимости технических средств;

– **идея базируется** на обобщении современных подходов к исследованию электромагнитных излучений в задачах оценки электромагнитной совместимости и защищённости технических средств;

– **использован** апробированный математический и статистический аппарат, а также компьютерные программы;

– полученные в работе результаты многократно подтверждены физическими и вычислительными экспериментами.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

– выборе и обосновании модели формирования информационного излучения средства вычислительной техники в широкой полосе частот на основе пространственно- распределённой системы связанных между собой дипольных излучателей и разработке процедуры идентификации параметров модели распределённого информационного источника электромагнитных излучений средства вычислительной техники в плоскости объекта, основанной на вычислении пространственных взаимно-корреляционных спектров сигналов в ближней зоне излучения;

– разработке и реализации алгоритма локализации эффективных источников информационного электромагнитного излучения средства вычислительной техники в плоскости объекта, основанного на параметрических методах спектрального оценивания и его использовании для обработки результатов моделирования и экспериментальных данных;

– выработке требований к составу и параметрам экспериментальной системы измерения информационных электромагнитных излучений средств вычислительной техники в ближней зоне во временной области;



- участия в проведении экспериментальных исследований;
- подготовке основных публикаций по работе и личном участии в 8 международных и 4 всероссийских конференциях по тематике исследований.

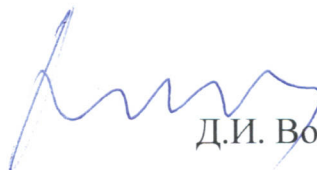
На заседании 28 октября 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Горбуновой А.А. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», 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

30.10.2014 г.

