

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 002.231.02, созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от
18 декабря 2015 г., № 10

О присуждении Сороковнику Данилу Вячеславовичу, гр. России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Анализ процессов нестационарного излучения вибраторных антенн с применением качественных методов» по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ устройства и их технологии» принята к защите 09 октября 2015 г., протокол № 9, диссертационным советом Д 002.231.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова 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 Сороковик Данил Вячеславович, 1978 г. рождения, в 2001 году окончил Московский энергетический институт (технический университет). С 01.07.2001 по 30.06.2004 гг. проходил обучение в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО «НИУ» МЭИ)). Работает ведущим экспертом Департамента инновационного развития ПАО «РусГидро».

Диссертация выполнена на кафедре Радиотехнических приборов и антенных систем (РТПиАС) ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ».

Научный руководитель: **Пермяков Валерий Александрович**, доктор физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры РТПиАС ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ».

Официальные оппоненты:

• **Крюковский Андрей Сергеевич**, доктор физ.-мат. наук, профессор, декан факультета «Информационные системы и компьютерные технологии» Автономной некоммерческой организации высшего образования «Российский новый университет»,

• **Климов Константин Николаевич**, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник опытно-конструкторского бюро ОАО Научно-производственное объединение «Лианозовский электромеханический завод»,

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт» (гос. университет) (г.Долгопрудный Московской обл.), в своем положительном заключении, подписанном доктором физ.-мат.наук, проф. Лукиным Дмитрием Сергеевичем, профессором каф. Радиотехники и систем управления и утвержденном проректором по научной работе и стратегическому развитию доктором физ.-мат.наук Аушевым Тагиром Абдул-Хамидовичем, отметила, что диссертация Д.В.Сороковика выполнена на актуальную тему, является

завершенным исследованием, в котором содержится решение задачи пространственно-временного анализа электромагнитных полей электрического вибратора в индукционной и дальней зонах методами качественной теории обыкновенных дифференциальных уравнений в сочетании с современными численными методами, имеющей важное значение для развития теории антенных устройств. Полученные в диссертации результаты достоверны и обоснованы. Программа, разработанная автором для визуализации характеристик электромагнитных полей электрического диполя в ближней и дальней зонах, используется в учебном процессе кафедры РТПиАС ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ». Она может быть рекомендована для использования в учебном процессе НИЦ «МФТИ (ГУ)», Московском, Саратовском, Ростовском и Нижегородском гос.ун-тах, а также в научных исследованиях, проводимых в ИЗМИР РАН, ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, ФГУП НИИР и др.

Опубликованные работы по теме диссертации:

Соискатель имеет 18 опубликованных научных работ, все - по профилю диссертации, из них - 3 статьи в журналах из Перечня российских изданий, определенного ВАК РФ, 1 статья – в зарубежном рецензируемом издании, 14 публикаций в сборниках трудов российских и международных конференций. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ - 70 м.п.страниц.

К наиболее значительным работам соискателя можно отнести следующие:

1. Пермяков В.А., Сороковик Д.В. Локальный качественный анализ векторной структуры поля электрического диполя в нестационарном режиме излучения. *Нелинейный мир*, 2007, т.5, №12, с. 757-764.
2. Пермяков В.А., Сороковик Д.В. Качественный анализ в целом векторной структуры поля электрического диполя в нестационарном режиме излучения. *Нелинейный мир*, 2008, т.6, №4, с.288-295.
3. Пермяков В.А., Корюкин А.Н., Михайлов М.С., Сороковик Д.В. О формировании областей с малым значением электрического поля на конечном расстоянии от системы излучателей. / *Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]*, 2013. – №7. Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/jul13/3/text.html>
4. O.V. Missevich, A.L. Kholmetskii, V.A. Permyakov, D.V. Sorokovik. On the Velocities of Motion of the Electromagnetic Field in the Near Zone of Elementary Radiators./ *PIERS Proceedings*, 1191-1195, August 19-23, Moscow, Russia 2012.

На автореферат диссертации поступило 4 положительных отзыва из:

- Федерального гос. бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» от профессора каф. «Радиофизика, антенны и микроволновая техника», д.т.н., профессора Гринева Александра Юрьевича и д.т.н., доцента этой же кафедры Темченко Владимира Степановича (замечания по автореферату: 1. Нет пояснения, почему в качестве базовой модели излучателя выбран электрический диполь, исследуемый при различных режимах излучения. 2. В автореферате отмечено, что численное исследование сталкивается с определенными трудностями в окрестностях особых точек векторного поля, но нет сравнения полученных результатов с результатами численного моделирования, полученными с использованием, например, метода конечных разностей во временной области. 3. Не приведены требования к вычислительным ресурсам при реализации разработанной программы визуализации

силовых линий и характеристик ЭМ полей электрического диполя при нестационарном возбуждении.

- Федерального гос. бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского» от д.ф.-м.н., проф. Давидовича Михаила Владимировича (замеч.: к недостаткам автореферата можно отнести следующие: рассмотрены простейшие типы излучателей: точечный диполь и приближенно короткий вибратор методами качественной теории. В связи с этим необходимо бы было привести развернутые сравнения с точными решениями. Первые два положения и положение 5, выносимые на защиту, являются, по сути, результатами, поэтому пункт следовало бы озаглавить «Положения и результаты, выносимые на защиту»). В автореферате нет ссылок на ряд основополагающих работ, например, Л.Фелсена и Н.Маркувица. Ряд используемых в автореферате понятий не определены (например, диаграмма направленности нестационарного излучателя).

- Федерального гос. бюджетного учреждения науки «Институт сильноточной электроники» Сибирского отделения Российской академии наук от д.ф.-м.н., профессора, зав.лаб. высокочастотной электроники Кошелева Владимира Ильича (пожелание: в настоящее время в сверхширокополосных радиосистемах широко используются комбинированные антенны. Хотелось бы понять, возможны ли применения предложенных методов для рассмотрения структуры поля комбинации излучателей электрического и магнитного типов).

- Федерального гос. автономного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского» от д.ф.-м.н., профессора, зав.кафедрой электродинамики Кудрина Александра Владимировича (замеч.: в автореферате вряд ли следовало бы приводить графики таких элементарных функций, как синус и косинус (рис.3). Кроме того, в автореферате представлены результаты лишь для одного конкретного негармонического сигнала, хотя на стр.10 говорится, что эволюция особых точек изучена «для ряда негармонических процессов (бигауссов импульс и другие)).

Обоснование назначения оппонентов и ведущей организации:

Назначенные советом официальными оппонентами по кандидатской диссертации Д.В.Сороковика ученые являются специалистами, широко известными своими достижениями в данной отрасли науки, имеющими научные труды в рецензируемых научных журналах в соответствующей сфере исследования, способными определить научную и практическую ценности оппонируемой диссертации.

Ведущая организация - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт» (гос. университет) является ведущей организацией в областях радиофизики, антенной техники и распространения радиоволн. Специалисты МФТИ (ГУ) известны своими достижениями в таких близких к тематике диссертации областях, как применение методов волновой теории катастроф к исследованию антенн и распространения радиоволн в различных средах, анализ генераторов микроволнового хаоса методами теории динамических систем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1) Развита методика качественного анализа силовых линий электрического и магнитного полей и вектора Пойнтинга электрического диполя в нестационарных

режимах его излучения в свободном пространстве. Определены условия эволюции особых точек электромагнитных полей и вектора Пойнтинга электрического диполя в пространстве и времени, даны классификация особых точек в цилиндрической системе координат, условия бифуркации особых точек, определена локальная структура силовых линий в окрестностях особых точек, проведен качественный анализ в целом структуры силовых линий в гармоническом режиме и для конкретных форм импульсов. Найдены условия формирования нетривиальной вихревой структуры силовых линий электрического поля в зоне индукции диполя. На основе определения мгновенных скоростей нулей и экстремумов нестационарных полей изучен эффект аномально малого запаздывания этих характерных точек относительно фронта импульса в зоне индукции диполя.

2) С использованием аналитической модели распределения тока и заряда тонкого симметричного электрического вибратора конечной длины изучена эволюция особых точек электромагнитных полей и вектора Пойнтинга вибратора в пространстве – времени в гармоническом режиме возбуждения. Определены условия формирования нетривиальных вихревых структур силовых линий электрического поля в зоне индукции вибратора в зависимости от его длины. Установлена связь нулей и экстремумов диаграмм направленности вибратора с траекториями особых точек векторного электрического поля.

3) Предложена методика определения областей с минимальными значениями электрического поля вблизи системы параллельных вибраторов конечной длины, обнаружена возможность формирования экстремумов («горячих точек») поля вблизи полуволновых вибраторов.

Результаты, полученные в диссертации, являются новыми.

Научная и практическая значимость работы.

Развитый в работе метод качественного анализа излучения антенн представляет научный, учебно-методический и практический интерес. Качественные методы эффективны при анализе электромагнитных полей в окрестностях особых точек векторного поля, в то время как применение численных методов в этих случаях может натолкнуться на определенные трудности. Поэтому используемое в работе сочетание качественных и численных методов является целесообразным способом анализа электромагнитных полей.

Метод качественного анализа электромагнитных полей электрического диполя позволил провести полное исследование эволюции и перестройки структур электромагнитного поля без пропусков, возможных при расчетах полей с дискретным временным шагом стандартными методами. Это свойство развитого в работе метода может быть использовано при анализе полей других типов антенн.

Локальный качественный анализ полей диполя в окрестности особых точек поля проведен для произвольной временной зависимости дипольного момента. При этом определены условия возникновения и эволюции нетривиальной вихревой структуры силовых линий электрического поля в зоне индукции диполя. В случае гармонического возбуждения диполя данная структура электрического поля впервые была обнаружена еще Г.Герцем, но длительное время оставалась неизученной.

Качественный анализ полей тонкого вибратора конечной длины выполнен в режиме гармонического возбуждения вибратора. Показано, что нетривиальная вихревая структуры силовых линий электрического поля в зоне индукции сохраняется вблизи вибраторов с длиной плеча менее четверти длины волны. Установлена связь

между траекториями особых точек поля, уходящих в дальнюю зону, с нулями и максимумами средней за период диаграммы направленности вибратора.

Предложено объяснение эффекта аномально малого запаздывания экстремумов и нулей поля относительно фронта импульса, что может быть использовано при интерпретации экспериментов.

Методика определения области с заданным числом и расположением нулей электрического поля вблизи системы параллельных вибраторов конечной длины может быть использована при решении практических задач формирования областей с минимальными значениями поля для обеспечения электромагнитной совместимости антенн или реализации минимальных величин полей вблизи пользователя.

Разработана учебная программа визуализации характеристик электромагнитных полей электрического диполя при нестационарном возбуждении. Программа используется в учебной работе кафедры РТПиАС ФГБОУ ВО «НИУ»МЭИ».

Достоверность полученных результатов.

Достоверность результатов работы подтверждается согласием результатов качественного и численного анализов электромагнитных полей диполя, в том числе с численными результатами, полученными ранее другими авторами на аналогичных моделях, контролем погрешности применяемых численных методов.

Личный вклад автора.

Основные результаты, изложенные в диссертации, получены лично автором. Постановки задач и локальный качественный анализ полей диполя в главе 2 диссертации выполнены совместно с научным руководителем.

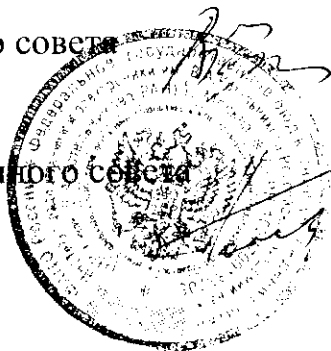
Диссертационная работа Д.В.Сороковика является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит решение научной задачи анализа нестационарной структуры электромагнитного поля электрического вибратора с использованием методов качественной теории обыкновенных дифференциальных уравнений и удовлетворяет требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании 18 декабря 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить **Сороковику** Данилу Вячеславовичу учную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени 15, против присуждения учёной степени 2, недействительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного совета

Ученый секретарь диссертационного совета



Черепенин
Владимир Алексеевич

Потапов
Александр Алексеевич

«25» декабря 2015 г.