

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе и
стратегическому развитию
Московского физико-технического
института (государственного
университета)

Т.А.-Х. Аушев

_____ 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации о научно-практической ценности диссертации Сороковика Данила Вячеславовича на тему «АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ НЕСТАЦИОНАРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВИБРАТОРНЫХ АНТЕНН С ПРИМЕНЕНИЕМ КАЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ устройства и их технологии».

Представленная к защите диссертационная работа посвящена изучению нестационарной структуры электромагнитного поля вибраторных антенн.

Актуальность темы диссертации Д.В. Сороковика определяется необходимостью исследования особенностей возбуждения и излучения импульсных и квазикогерентных электромагнитных полей в радиолокации, в подповерхностной радиолокации в средах с малым затуханием и прецизионных измерениях структуры электромагнитного ближнего поля антенн.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций обусловлена тем, что при анализе характеристик электромагнитных полей в задачах излучения вибраторных антенн автор диссертации применяет нетривиальный для антенной теории метод качественного анализа обыкновенных дифференциальных уравнений.

Качественный анализ поля излучения антенн представляет научный, методический и практический интерес. Такой анализ раскрывает важнейшие физические особенности структуры электромагнитного поля вблизи излучателей. Следует подчеркнуть, что при численном исследовании

электромагнитных полей с использованием современного ПО возникают проблемы в окрестностях особых точек векторного поля, а качественные методы эффективны именно в этих случаях. Поэтому используемое диссертантом сочетание качественных и численных методов является перспективным подходом к анализу сложных электромагнитных полей.

В диссертационной работе Д.В. Сороковика получен ряд новых научных результатов. Наиболее важные результаты состоят в следующем:

1. Разработана методика качественного пространственно-временного анализа векторных линий электрического и магнитного полей и плотности потока мощности (ППМ) диполя малых электрических размеров при когерентном и импульсном возбуждении в свободном пространстве. Проведен локальный анализ простых особых точек электрического поля и ППМ, определена структура силовых линий в окрестностях особых точек и условия их бифуркации.

2. Изучены условия эволюции особых точек полей и ППМ электрического диполя в пространстве и времени. С использованием численных методов выполнен количественный анализ в целом структуры силовых линий в гармоническом и импульсном режимах излучения диполя. Показано, что нули и экстремумы нестационарных полей могут двигаться со сверхсветовыми мгновенными скоростями в зоне индукции диполя.

3. Изучена эволюция особых точек полей и ППМ тонкого симметричного электрического вибратора конечной длины в гармоническом режиме возбуждения. При этом использована известная приближенная аналитическая модель распределения тока и заряда на вибраторе. С использованием численных методов найдены условия формирования вихревых структур силовых линий электрического поля в зоне индукции вибратора. Установлена связь нулей и экстремумов амплитудных диаграмм направленности вибратора с траекториями движения в пространстве-времени особых точек векторного электрического поля.

4. Предложена методика формирования областей с минимальными значениями электрического поля вблизи системы параллельных вибраторов конечной длины, обнаружена возможность формирования экстремумов поля вблизи полуволновых вибраторов.

Практическая значимость диссертационной работы Д.В. Сороковика состоит в следующем:

1. Развитый метод качественного анализа электромагнитных полей и ППМ диполя позволяет провести полное исследование эволюции электромагнитных полей без пропусков структурных перестроек, которые могут иметь место при расчетах полей с дискретным временным шагом стандартными численными методами. Эта принципиальная особенность примененной в работе качественной теории в сочетании с численными методами может быть использована при анализе ближних полей различных типов антенн. В том числе, для оценки взаимодействия антенны и приёмно-

передающего блока, выполненных на единой печатной плате, в современных средствах мобильной связи.

2. Предложенное на основе качественной теории описание явления аномально малого запаздывания экстремумов и нулей поля относительно фронта импульса может быть применено к интерпретации экспериментов по определению характерных скоростей распространения импульсных полей в зоне индукции антенн.

3. Методика определения области с минимальными значениями (нулями) электрического поля вблизи системы параллельных вибраторов конечной длины может быть полезна при решении задач электромагнитной совместимости антенн или защиты пользователя от вредного воздействия поля близко расположенных антенн.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации
Программа, разработанная автором, для численного моделирования и визуализации силовых линий и других 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 НИУ «МФТИ (ГУ)», МГУ, Саратовского, Ростовского и Нижегородского государственных университетов, а так же в научных исследованиях, проводимых в ИЗМИР РАН, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, ФГУП НИИР и др.

Достоверность и обоснованность научных результатов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается согласием результатов качественного и численного анализов электромагнитного поля диполя, а так же согласием с численными результатами, полученными ранее другими авторами на аналогичных моделях, контролем погрешности применяемых численных методов.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом. В целом диссертация Д.В. Сороковика является завершенным исследованием и производит хорошее впечатление. Она написана ясным и четким научным языком, хорошо оформлена. Положения, выносимые на защиту, отражают реальные достижения и новизну изложенных результатов.

Замечания. По содержанию диссертации Д.В. Сороковика имеются следующие замечания.

1. В диссертации не изучена структура силовых линий в непосредственной окрестности диполя, хотя принципиальная возможность для этого анализа имелась.

2. Результаты анализа аномально малого запаздывания экстремумов и нулей поля относительно фронта импульса не сопоставлены с экспериментальными данными, хотя это, безусловно, представляет научный интерес.

3. Качественный анализ полей и ППМ вибратора конечной длины базируется на аналитическом описании электрических полей вблизи вибратора, которое, как известно, не обеспечивает выполнение условия равенства нулю тангенциальной составляющей электрического поля на поверхности вибратора. Поэтому целесообразно проведение дальнейших исследований по качественному анализу структуры поля в непосредственной близости от вибратора на основе более строгой математической модели. Это замечание следует рассматривать как пожелание по дальнейшему развитию работы.

4. Задачу о формировании области с минимальными значениями электрического поля системой параллельных электрических вибраторов следовало бы поставить как задачу синтеза с учетом ограничений как на ближнее поле, так и поле в дальней зоне.

Однако отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку рецензируемой работы, а новизна и научная ценность полученных автором результатов не вызывают сомнения.

Автореферат адекватно отражает основные результаты, полученные соискателем.

Результаты диссертации достаточно полно опубликованы в 4-х статьях (из них 3 статьи в журналах из перечня российских рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ), а так же прошли апробацию на 14-ти международных и всероссийских конференциях. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на 10-й Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов МЭИ «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика» (Москва, 2004 г.); 1-й и 2-й всероссийских конференциях «Сверхширокополосные сигналы в радиолокации, связи и акустике», Муром, 2003 г, 2006 г.; Международной научной конференции к 95-летию академика В.А.Котельникова «Современная радиоэлектроника в ретроспективе идей В.А.Котельникова». М. 2003 г.; международной научной конференции «Излучение и рассеяние электромагнитных волн ИРЭМВ-2005», Таганрог, 2005 г, третьей международной конференции «UltrawidebandandUltrashortImpulseSignals. UWBUSIS-2006», September 18-22, 2006. Sevastopol, Ukraine, 3-й, 5-й, 6-й Всероссийских научно-технических конференциях «Радиолокация и радиосвязь», М., ИРЭ РАН, 2009, 2011, 2012 гг., международных конференциях «Progressinelectromagneticresearch», Moscow, 2009, 2012, первой Всероссийской микроволновой конференции, Москва, ИРЭ РАН, 2013 г. Результаты исследований опубликованы и 14 докладах на Всероссийских и Международных конференциях.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Таким образом, диссертация Сороковика Данила Вячеславовича является научно-квалификационной работой, в которой 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, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ устройства и их технологии», а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Диссертационная работа и отзыв обсуждены и одобрены на заседании научного семинара «Физико-математические проблемы волновых процессов» кафедры Радиотехники и систем управления Московского физико-технического института (государственного университета).
Протокол № 6 от 17.11.2015 г.

Отзыв составил:

д.ф.-м.н., профессор,
лауреат Госпремии СССР 1990 г.,
заслуженный деятель науки РФ



Д.С. Лукин

ФИО: Лукин Дмитрий Сергеевич

Ученая степень: д.ф.-м.н., профессор

Специальность: 01.04.03 – радиофизика

Почтовый адрес: Институтский пер. 9, Долгопрудный, Московская обл., 141700,

МФТИ, Кафедра Радиотехники и систем управления

Телефон: +7(495)-408-51-44

Адрес электронной почты: lukin@mail.mipt.ru

Наименование организации: Московский физико-технический институт (государственный университет)

Должность: профессор