

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.268.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24.12.2019 № 35/19

О присуждении Куксенко Сергею Петровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Методы оптимального проектирования линейных антенн и полосковых структур с учетом электромагнитной совместимости», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии», принята к защите 23 сентября 2019 г., протокол № 10/19, диссертационным советом Д 212.268.01 на базе ФГБОУВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР); 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, приказ № 714/нк от 2.11.2012.

Соискатель Куксенко Сергей Петрович 1982 г. рождения, в 2004 г. с отличием окончил радиотехнический факультет ТУСУРа. Диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук «Алгоритмы и программное обеспечение для решения систем линейных алгебраических уравнений при анализе электромагнитного излучения проводных структур» защитил в 2007 г. в диссертационном совете Д 212.268.02, созданном на базе ТУСУРа. В настоящее время работает доцентом кафедры телевидения и управления (ТУ) ТУСУРа. С 1 апреля 2017 г. обучается в докторантуре ТУСУРа.

Диссертация выполнена на кафедре ТУ ТУСУРа.

Научный консультант – **Газизов Тальгат Рашитович**, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой ТУ ТУСУРа.

Официальные оппоненты: **Григорьев Андрей Дмитриевич**, д.т.н., проф. каф. Радиотехническая электроника, ФГАОУВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина); **Горбачёв Анатолий Петрович**, д.т.н., проф. каф. Радиоприёмные и радиопередающие устройства, ФГБОУВО Новосибирский государственный технический университет (НГТУ); **Дмитренко Анатолий Григорьевич**, д.ф.-м.н., проф. каф. Прикладная математика, ФГАОУВО Национальный исследовательский Томский государственный университет (НИ ТГУ) – **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация – ФГУП Научно-исследовательский институт радио им. М.И. Кривошеева (НИИР) в своём **положительном отзыве**, подписанном д.т.н., директором Научно-технического центра Анализа электромагнитной совместимости Веерпалу В.Э. и д.т.н., научным консультантом НИИР Кизимой С.В. и утвержденном к.т.н., первым заместителем генерального директора НИИР Сподобаевым М.Ю., указала, что рассмотренная работа является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком уровне, в которой решена актуальная научная проблема оптимизации процессов проектирования линейных антенн и полосковых структур с учетом электромагнитной совместимости, имеющая важное научное и практическое значение, в которой получены новые научно обоснованные технологические решения, имеющие важное социально-экономическое и хозяйственное значение, внедрение которых способствует повышению качества проектирования радиоэлектронного оборудования, отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Соискатель имеет 146 опубликованных по теме диссертации работ (14 без соавторов) общим объёмом 97,3 печатных листа (п.л.): 30 статей в журналах из перечня ВАК, из них 7, индексируемых в SCOPUS и WoS, 16 публикаций, индексируемых в SCOPUS и WoS, 2 статьи в журналах, индексируемых в РИНЦ, 47 статей и тезисов докладов в трудах конференций и симпозиумов, 20 патентов, 25 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ, 5 монографий. Авторский вклад – 59,5 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Куксенко, С.П.** Гибридный метод решения СЛАУ для вычисления матрицы коэффициентов электростатической индукции многопроводных линий передачи в диапазоне значений диэлектрической проницаемости // Инфокоммуникационные технологии. – 2019. – Т. 17, № 2. – С. 146–156.

2. **Куксенко, С.П.** Ускорение многократного вычисления матрицы коэффициентов электростатической индукции полосковой структуры // Доклады ТУСУР. – 2018. – Т. 21, № 4-1. – С. 41–46.

3. **Куксенко, С.П.** Электромагнитная совместимость: моделирование: монография / Под ред. Т.Р. Газизова. – Томск: В-Спектр, 2018. – 188 с.

4. Патент 2624465 РФ. Четырехпроводная зеркально-симметричная структура, защищающая от сверхкоротких импульсов / Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р., **Куксенко С.П.** – Заявка № 2015137546; приор. 02.09.2015; опубл. 04.07.2017, Бюл. № 19.

5. Akhunov, R.R. Multiple solution of systems of linear algebraic equations by an iterative method with the adaptive recalculation of the preconditioner / R.R. Akhunov, **S.P. Kuxsenko**, T.R. Gazizov // Computational mathematics and mathematical physics. – 2016. – Vol. 56, no 8. – P. 1382–1387.

6. Akhunov, R.R. Acceleration of multiple iterative solution of linear algebraic systems in computing the capacitance of a microstrip line in wide ranges of its sizes / R.R. Akhunov, **S.P. Kuxsenko**, T.R. Gazizov // Journal of mathematical sciences. – 2015. – Vol. 207, no 5. – P. 686–692.

7. **Куксенко, С.П.** Усовершенствование алгоритма вычисления методом моментов ёмкостных матриц структуры проводников и диэлектриков в диапазоне значений диэлектрической проницаемости / С.П. Куксенко, Т.Р. Газизов // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2012. – № 10. – С. 13–21.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов: от Иващенко А.В., д.т.н., зав. каф. Вычислительная техника Самарского государственного технического университета, г. Самара; от Райгородского А.М., д.ф.-м.н., зав. каф. Дискретная математика Московского физико-технического института, г. Москва; от Светлова А.В., д.т.н., зав. каф. Радиотехника и радиоэлектронные системы Пензенского государственного университета, г. Пенза; от Гизатуллина З.М., д.т.н., проф. каф. Системы автоматизированного проектирования Казанского национального исследовательского технического университета

им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань; от Киричека Р.В., д.т.н., проф. каф. Сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург; от Пиганова М.Н., д.т.н., проф. каф. Конструирования и технологии электронных систем и устройств Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева, г. Самара; от Антамошкина О.А., д.т.н., проф. каф. Информатика Сибирского федерального университета, г. Красноярск; от Елизарова А.А., д.т.н., проф. Департамента электронной инженерии Национального исследовательского университета Высшая школа экономики, г. Москва; от В.А. Майстренко, д.т.н., зав. каф. Средства связи и информационная безопасность Омского государственного университета, г. Омск. **Все отзывы положительные.**

В качестве критических замечаний указывается: недостаточно подробно описана параллельная версия алгоритма и эффект от реализации параллельных вычислений; в работе использован только один критерий оптимальности – минимальные вычислительные затраты; не оговорены ограничения по применимости предложенных методов; слабо отражены особенности использования разработанных методов при проектировании помехозащитных устройств; неясно, можно ли использовать созданные модели и программы для проектирования модулей 1 и 2-го уровней; ничего не говорится о том, какие внешние воздействующие факторы учитывают модернизированные автором математические модели, численные методы и алгоритмы; для рассмотренных в работе антенн не приведены характеристики, существенные для обеспечения электромагнитной совместимости.

Выбор официальных оппонентов Григорьева А.Д. и Горбачева А.П. обосновывается их достижениями в области исследования антенн, СВЧ-устройств и методов их проектирования, Дмитренко А.Г. – достижениями в области методов решения задач электромагнитного рассеяния на различных структурах, а также наличием публикаций по теме исследования и их согласием на оппонирование диссертации. Выбор ведущей организации ФГУП Научно-исследовательский институт радио им. М.И. Кривошеева обосновывается тем, что сотрудники института имеют общепризнанные достижения в области исследования антенн, СВЧ-устройств, обеспечения электромагнитной совместимости и способны аргументировано определить научную и практическую ценность работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны методики для квазистатического анализа полосковых структур методом моментов, отличающиеся использованием модифицированного адаптивного выбора оптимальной сегментации и модифицированного разреженного строчного формата хранения предобусловливателя;

разработаны методы квазистатического анализа полосковых и проводных структур при изменении геометрических и электрофизических параметров, отличающиеся решением последовательности СЛАУ на основе блочного LU-разложения или его гибридизации с итерационным методом;

предложен новый подход к алгебраической предфильтрации для электромагнитного анализа линейных антенн методом моментов, отличающийся использованием евклидовой нормы строк матрицы СЛАУ при вычислении предобусловливателя в ходе её итерационного решения;

предложены, применительно к квазистатическому анализу методом моментов полосковых структур, условия адаптивного переформирования предобусловливателя, отличающиеся использованием оценок средних арифметических значений времени и сложности итерационного решения последовательности СЛАУ;

доказано, что время квазистатического анализа полосковых структур методом моментов при изменении геометрических параметров может зависеть от выбора очередности итерационного решения полученной последовательности СЛАУ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны, применительно к квазистатическому анализу полосковых структур методом моментов при изменении геометрических параметров, две теоремы об условиях существования минимума и убывания зависимости среднеарифметического времени решения последовательности СЛАУ от их числа;

применительно к анализу линейных антенн и полосковых структур методом моментов **результативно использованы** численные методы вычислительной линейной алгебры;

применительно к анализу методом моментов линейных антенн и полосковых структур при изменении геометрических параметров **изложены** доказательства существования оптимального значения допуска обнуления по критерию

минимального времени решения СЛАУ и влияния выбора очередности итерационного решения СЛАУ на время анализа;

изучены причинно-следственные связи, возникающие при анализе методом моментов линейных антенн и полосковых структур и установлено, как изменения параметров исследуемой структуры изменяют матрицу СЛАУ и как их можно использовать для ускорения анализа;

применительно к анализу методом моментов полосковых структур и линейных антенн **проведена модернизация** математических моделей, численных методов и алгоритмов, обеспечивающая уменьшение вычислительных затрат на их проектирование с учётом электромагнитной совместимости;

для квазистатического анализа методом моментов полосковых структур **получены** аналитические оценки: коэффициента сжатия форматов хранения разреженных матриц; арифметической сложности блочного LU-разложения; максимально возможного ускорения решения СЛАУ относительно метода исключения Гаусса за счёт использования итерационного метода с предобуславливанием и блочного LU-разложения.

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

методы проектирования линейных антенн и полосковых структур **внедрены** в организациях: АО Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнёва и **использованы** при создании космических аппаратов Экспресс-АТ1, Экспресс-АТ2, Экспресс-80, Экспресс-103, Экспресс-АМУ3, Экспресс-АМУ7 и Экспресс-АМ8; АО Научно-производственный центр Полус и **использованы** при анализе печатных плат и кабелей; МЧС России по Томской области и **использованы** при моделировании сети ведомственной связи и защите сетевого оборудования Fast Ethernet; ООО Эремекс и **использованы** при разработке математических моделей для вычисления задержек в меандровых линиях печатных плат;

методы проектирования линейных антенн и полосковых структур **внедрены** в **учебный процесс** НИ ТГУ и ТУСУР.

Разработанные в диссертации методы и алгоритмы **использованы** при реализации трёх проектов, выполняемых по Постановлению 218 Правительства РФ, проекта, выполняемого в рамках ФЦП ИР, трёх грантов РФФИ, гранта РНФ,

двух проектов, выполняемых по государственным заданиям в сфере научной деятельности Минобрнауки РФ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

полученные в работе результаты моделирования линейных антенн и полосковых структур, согласуются с экспериментальными результатами, полученными другими авторами и приведенными в научной литературе;

полученные в работе методом моментов погонные параметры полосковых структур согласуются с результатами, полученными с использованием других численных методов, программных продуктов и аналитических выражений;

результаты вычислительных экспериментов по сокращению затрат времени на квазистатический анализ полосковых структур с использованием нескольких программных продуктов согласуются с результатами теоретических оценок.


Личный вклад соискателя состоит в разработке методов, моделей, алгоритмов, их программной реализации и исследовании, в обработке и интерпретации данных вычислительных экспериментов, подготовке публикаций.

На заседании 24 декабря 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Куксенко С.П. учёную степень доктора технических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 6 докторов по специальности рассматриваемой диссертации, участвующих в заседании, из **24** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за **14** человек, против **6**, недействительных бюллетеней **1**.

Председатель диссертационного совета


Кориков Анатолий Михайлович

Ученый секретарь диссертационного совета


Мандель Аркадий Евсеевич

24 декабря 2019 г.

МП

