

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Куксенко Сергея Петровича «Методы оптимального проектирования линейных антенн и полосковых структур с учетом электромагнитной совместимости», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Диссертационная работа Куксенко С.П. посвящена актуальной проблеме современной радиотехники – разработке методов оптимального проектирования радиоэлектронных средств с учётом требований электромагнитной совместимости.

Современные радиоэлектронные средства (РЭС) характеризуются сложностью протекающих в них процессов, анализ и учёт которых затрудняет проектирование. При этом миниатюризация, сверхплотный монтаж, повышение быстродействия и функциональное усложнение РЭС приводят к необходимости учёта требований электромагнитной совместимости (ЭМС) при их проектировании. Так, при синтезе антенн и обеспечении ЭМС большое значение имеет контроль диаграммы направленности антенны в области главного лепестка, а также минимизация боковых лепестков в широком диапазоне частот. При обеспечении ЭМС линий передачи, используемых, например, в качестве печатных проводников, необходимы учёт требований целостности сигналов, минимизации задержки сигналов и перекрестных помех, а также учёт технологического разброса параметров и частотной зависимости материалов, из которых изготовлена линия. Однако особенности явлений, происходящих при значительном увеличении взаимной связи между проводниками, изучены недостаточно. Поэтому требуется всё более тщательное и, прежде всего, оптимальное проектирование РЭС с учетом ЭМС. Однако такое проектирование часто оказывается невыполнимым за разумное время из-за больших вычислительных затрат. Поэтому оптимальное проектирование РЭС является нетривиальной и сложно разрешимой проблемой, решение которой имеет важное хозяйственное значение как с точки зрения материальных вложений и временных затрат, так и импортнезависимости страны. Всё это обуславливает высокую **актуальность** работы.

В рассматриваемой диссертационной работе при анализе характеристик антенн и полосковых структур автор использовал интегральные уравнения. Методы на основе решения этих уравнений используются для электродинамического и квазистатического анализов уже не один десяток лет и отлично зарекомендовали себя. Автором выявлены наиболее вычислительно затратные этапы указанных видов анализа и предложены как модификации

известных моделей, методов и алгоритмов, используемых при проектировании, так и разработаны новые. Это позволило сократить вычислительные затраты на компьютерное моделирование антенн и полосковых структур и получить численные результаты с высокой точностью в широких диапазонах частот и изменения геометрических и электрофизических параметров полосковых структур. В результате, разработанный математический аппарат может быть эффективно использован как при инженерном проектировании, так и в системах анализа и оптимизации с учетом технологических особенностей изготовления интегральных схем, работающих на сверхвысоких частотах, и антенн.

**Научной новизной и практической значимостью** обладают следующие результаты:

- усовершенствован способ электродинамического анализа линейных антенн методом моментов за счёт использования итерационного решения системы линейных алгебраических уравнений с алгебраической предфильтрацией;
- разработано два метода квазистатического анализа полосковых структур, основанных на использовании модифицированных адаптивного итерационного выбора оптимальной сегментации и разреженного строчного формата хранения матрицы;
- усовершенствован способ квазистатического анализа полосковых структур в диапазоне параметров методом моментов за счёт адаптивного переформирования предобусловливателя;
- доказано, что время квазистатического анализа полосковых структур в диапазоне параметров методом моментов может зависеть от выбора очередности решения полученной последовательности систем линейных алгебраических уравнений;
- разработан метод квазистатического анализа полосковых и проводных структур в диапазоне параметров, основанный на использовании блочного LU-разложения или его гибридизации с итерационным методом;
- получен ряд результатов, имеющих универсальный характер, которые можно использовать не только для рассмотренных антенн и полосковых структур, но и для других конструкций.

Результаты работы *полно отражены* в публикациях автора.

Оформление диссертации и автореферата соответствует установленным требованиям.

По автореферату можно отметить следующие *замечания*.

Для рассмотренных в работе антенн не приведены характеристики, существенные для обеспечения ЭМС.

Отсутствует анализ точности полученных результатов путём сравнения с результатами из аналогичных или близких программ.

Однако указанные замечания локальны и не влияют на общую положительную оценку выполненного научного исследования.

Считаю, что представленная диссертационная работа является завершённым научным исследованием, содержит решение актуальной научно-технической проблемы и выполнена на высоком уровне. Диссертация полностью удовлетворяет требованиям пунктов 9 - 14 постановления Правительства Российской Федерации от 24.10.2013 г. №842 « О порядке присуждения учёных степеней», а её автор – Куксенко Сергей Петрович – заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ - устройства и их технологии».

Доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Средства связи  
и информационная безопасность»  
ФГБОУ ВО «Омский государственный  
технический университет» (ОмГТУ)

/Майстренко В.А./

Майстренко Василий Андреевич

ОмГТУ  
пр. Мира, 11, Омск, Омская обл., 644050  
E-mail.com: mva@omgtu.ru, тел. 9 (3822) 65-85-60

Подпись профессора Майстренко В.А. удостоверяю:

Ученый секретарь университета

/Немцова А.Ф./

«27» 11 2019 г.

