

ОТЗЫВ

официального оппонента

Горбачева Анатолия Петровича на диссертацию Нгуена Мань Туана

«Антенны, моделируемые оптимальной токовой сеткой»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Диспозиция

На отзыв официального оппонента представлены материалы в составе:

- диссертационная работа (переплетённый том, 255 листов);
- автореферат (брошюра, 20 страниц).

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников (416 наименований) и приложений.

Актуальность темы исследования

Разработка новых и модернизация существующих радиоэлектронных средств (РЭС) диапазона сверхвысоких частот (СВЧ), включая их антенные системы, направленные на повышение потенциала радиотехнических систем, обуславливают необходимость взвешенного системного подхода к проектированию, пространственной компоновке и размещению на объекте установки их функциональных узлов и блоков при приемлемой производственной и эксплуатационной технологичности. В результате проектируемые/модернизируемые системы при росте плотности компоновки узлов, увеличении ширины спектра обрабатываемых радиосигналов и специфических требованиях к диаграммам направленности и коэффициентам усиления их антенн характеризуются ярко выраженными особенностями и техническими показателями. Эти обстоятельства диктуют востребованность поисковых исследований, направленных на выработку методологии проектирования, тестирования и контроля по окончанию тех или иных

процедур, основанных на использовании современных компьютерных систем проектирования и автоматизированных диагностических комплексов. Весьма значимыми также представляются проработка подходов и выбор путей конструкторско-технологической реализации в характерных задачах, комплексно решаемых на этапах разработки, тестирования и выпуска изделий.

В этом плане представленная диссертационная работа, посвящённая исследованию инновационного, защищённого патентом Российской Федерации способа создания антенн на основе аппроксимации оптимальной токовой сеткой (АОТС) с учётом современных технических требований к СВЧ системам в отношении массы и «парусности» антенн, является актуальной и заслуживает поддержку.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, вполне обоснованы, удовлетворяя при этом взыскательным требованиям в области антенной техники сверхвысоких частот. Обоснованность формируется непротиворечивостью и однозначностью формулировок поставленных задач и их решений, а также логичной последовательностью имеющихся результатов в соответствующих разделах. Так, после первого раздела, где, в том числе сформулированы цель и задачи работы, следует второй раздел. В нём обосновывается подход, направленный на замену поверхностей рефлекторной и рупорной антенн системой цилиндрических проводников (проводов), в том числе описан алгоритм выбора проводников с наибольшим протекающим по его поверхности током. Такой проводник весьма значим для формирования электромагнитного излучения антенны. После третьего раздела, где проанализированы различные аспекты реализации проводных сеток, следуют выводы, позволяющие разработчику сосредоточиться на ключевых этапах

создания оптимальных проводных структур, обеспечивающих минимум входного коэффициента отражения и приемлемые величины коэффициента усиления. Эти положения были применены автором в четвёртом и пятом разделах для востребованных в диапазоне сверхвысоких частот типов антенн.

В соответствии с этими разделами вынесенные на защиту три положения базируются на их содержании и выводах.

Так, в первом положении автор утверждает, что разреженные антенны из проводной сетки можно усовершенствовать предложенными им тремя модифицированными АОТС. Указанное подтверждено в работе: многочисленными результатами моделирования, а также экспериментально на создании реальных антенн с помощью этих модификаций.

Второе положение о том, что методика создания антенн с АОТС, позволяет создать разреженные проводные сетки рупорной, конической рупорной, рефлекторной и патч-антенн с контролируемым уменьшением относительного числа проводов сетки, требуемой памяти (пропорциональной его квадрату) и основного времени вычисления (пропорционального его кубу) при последующем моделировании, детально обосновано. Это следует, прежде всего, из того, что рассмотрен каждый из указанных типов антенн. Кроме того, оценено уменьшение вычислительных затрат на моделирование разреженных антенн в зависимости от степени их разреженности.

Положение 3 отличается чёткостью и вполне обосновано, поскольку в нем много числовых материалов и все они получены измерениями на реальных рупорных антеннах, а не моделированием. Поэтому не вызывают сомнений содержащиеся в нем оценки уменьшения массы и площади поверхности, по сравнению с исходной структурой из проводной сетки и сплошной структурой. При этом тщательно оценены расхождения по модулю коэффициента отражения, коэффициенту стоячей волны по напряжению, модулю импеданса и диаграммам направленности в E и H плоскостях.

Что касается рекомендаций, то их обоснованность также не вызывает сомнений, поскольку они проработаны очень детально, вынесены в

отдельный раздел и даже опубликованы в отдельной журнальной статье. Наконец, они обобщены в подразделе «Рекомендации» в Заключение.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Вполне естественно, что при такой степени обоснованности возникают значимые предпосылки, убеждающие меня в достоверности полученных результатов. Так, основные результаты диссертационной работы базируются на эффективном и проверенном временем методе моментов, где соискателем уделено серьёзное внимание устойчивости решений и их достоверности. Следует также указать на доступную соискателю систему TUSUR.EMC, где он тщательно контролирует параметры моделирования, в том числе длину ячейки проводной сетки по отношению к длине волны. О достоверности свидетельствуют также натурные измерения излучательных характеристик антенн, которые, на мой взгляд, вполне согласуются с результатами моделирования. По тексту диссертационной работы чувствуется, что сами исследуемые антенны тщательно отработаны и их пространственная компоновка продуманы автором.

Доказательством достоверности, а также и научной новизны, является и широкая апробация результатов исследований. Как первая, так и вторая подтверждены победами в различных конкурсах, большим числом докладов на конференциях различного уровня, большей частью индексируемых в цитатно-аналитических системах Scopus и Web of Science, статьями в журналах из перечня ВАК, а также в журналах, индексируемых Scopus и Web of Science, в том числе в квартилях Q1/Q2. В частности, примечательна статья в профильном уважаемом международном журнале IEEE Open Journal of Antennas and Propagation. Значим также факт совсем недавнего выхода публикации автора в широко известном международном журнале IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters» из Q1. Не думаю, что взыскательные рецензенты хорошо известных научно-технических журналов

в области антенн и устройств сверхвысоких частот поддержат рукописи статей, не удовлетворяющих критериям новизны. Кроме того, научная новизна фигурирует в трёх пунктах, отражающих модификации АОТС, методику создания разряжённых антенн и сам факт их реализации. Да и сами защищаемые положения свидетельствуют об этом: в двух пунктах явно выделены отличительные признаки новизны результатов, а в третьем – сам факт сделанного впервые.

Соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям

Полученные в диссертационной работе результаты соответствуют паспорту специальности 2.2.14 «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии», где я бы подчеркнул два пункта:

- исследование характеристик антенн и микроволновых устройств для их оптимизации и модернизации, что позволяет осваивать новые частотные диапазоны, обеспечивать электромагнитную совместимость, создавать высокоэффективную технологию и т.д.,
- разработка и исследование новых технологий производства, настройки и эксплуатации антенных систем.

В библиографическом списке диссертационной работы имеются ссылки на авторов и указаны координаты ретроспективных материалов, перечислены также научные работы соискателя.

Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертационной работы и позволяет достаточно чётко представить перечисленные в работе задачи исследования и увидеть полученные в ходе их решения результаты.

Как мне представляется, **теоретическая значимость работы** определяется выявленными ключевыми факторами, влияющими на излучательные характеристики исследуемых антенн. Следует сказать также о расширении и углублении знаний в области методов моделирования и

экспериментального определения пространственных диаграмм направленности предложенных соискателем антенн сверхвысоких частот.

Практическая ценность работы видится мне в выявлении возможностей применения развитых автором подходов, методик и алгоритмов в проектировании антенн на базе аппроксимации тонкопроволочной (в электрическом смысле) структурой. Упомянутая значимость дополнительно подтверждается актами внедрения в организациях.

Личный вклад соискателя и публикации

Не часто защищаются диссертации на соискание учёной степени кандидата наук, в которых бы фигурировали 45 позиций, характеризующих работу соискателя. На мой взгляд, это свидетельствует о том, что соискатель нашёл своё место как в коллективе сотрудников, так и в направлении исследований. Вклад соавторов по публикациям оговаривается в тексте диссертационной работы и автореферата, и мне представляется вполне убедительным тот факт, что основные результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно и характеризуют его личный вклад в разработку данной проблематики и в решения соответствующих задач, что даёт весомые основания для поддержки работы.

Вместе с тем по работе **возникли следующие замечания.**

1. Так в разделе 5 было бы весьма желательно увидеть информацию об эффективной поверхности рассеяния упомянутых там антенн. Такая характеристика характеризует заметность антенн на фоне окружающего ландшафта в случае, когда антенна не излучает во внешнюю среду и не принимает радиосигналы извне. Иными словами, чтобы в этих случаях антенна не выглядела яркой точкой на тёмном фоне окружающего ландшафта.

2. В ряде случаев ощущается различная глубина проработки вопросов. Так, проводные объёмные структуры наверняка снабжены элементами

надёжного крепления или фиксированной подвески на объектах их установки. Вряд ли эти элементы являются неотражающими электромагнитные волны. Стало быть, влияние этих элементов следовало бы также оценить.

3. И, наконец, не всегда антенна имеет радиопрозрачный обтекатель, который, кстати, также влияет на её излучательные характеристики, особенно на уровень кросс-поляризационного излучения. Такая характеристика, как «поляризационная чистота» основного излучения весьма существенна в задачах радиолокации. В тоже время, отсутствие обтекателя подвергает антенну влиянию внешних факторов в процессе эксплуатации в зависимости от гололёдно-ветрового районирования территории Российской Федерации (дождь, снег, иней, плесневые грибы, пыль, насекомые и т.п.). Было бы нелишне увидеть качественные оценки влияния и этих факторов.

Перечисленные замечания не являются для меня основанием для сомнения в достоверности результатов и обоснованности выводов пусть даже в лабораторных условиях и заводских цехов и не умаляют мою убеждённость в поддержке работы.

Заключение

На основании вышеизложенного считаю, что в целом диссертационная работа является самостоятельно выполненной научной квалификационной работой, в которой содержатся решения задач, имеющих значение для области антенной техники диапазона сверхвысоких частот. Указанные выше замечания не влияют на мою оценку работы. Сформулированные научные положения, выводы и рекомендации, изложенные в заключении, обоснованы. Полученные результаты достоверны. В публикациях автора детально отражены результаты его исследований. Новизна результатов не вызывает сомнений, а практическая значимость подтверждена актами внедрения.

Считаю, что работа соответствует требованиям п. 9 положения ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент



Горбачев А.П.

«28» июля 2025 года.

Сведения

Горбачев Анатолий Петрович, доктор технических наук по специальности 05.12.21 (номенклатура 1999 года), профессор по специальности «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии» (аттестат ПРФ № 002123), профессор кафедры «Радиоприёмные и радиопередающие устройства» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» («НГТУ»).

630073, г. Новосибирск, просп. К. Маркса, дом 20. Телефон: +7 (383) 346-15-46. E-mail: gorbachev@corp.nstu.ru

Подпись А.П. Горбачева заверяю.
Начальник отдела кадров НГТУ

Пустовалова Ольга Константиновна



«28» июля 2025 г.