

ОТЗЫВ

научного руководителя

на диссертационную работу Янцевича Михаила Александровича
«Широкополосное согласование элементов радиотехнических
устройств на основе обобщенного метода Дарлингтона с
использованием аппроксимирующих функций с улучшенными
вариативными свойствами» на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.12.04 – радиотехника, в том
числе системы и устройства телевидения

Научная оценка диссертации

Тема кандидатской диссертации Янцевича М.А. продолжает развитие идей, заложенных в обобщенном методе синтеза широкополосных согласующих цепей по Дарлингтону, и является их логическим продолжением. Первые результаты этого системного метода получены для классических аппроксимирующих функций, и их значение состояло главным образом в разработке математического аппарата, который позволил соединить основные положения метода с аппаратом классических функций. Четко выстроенная система ограничений на пределы согласования для каждой из этих функций позволила более полно использовать возможности, заложенные в этих аппроксимациях. Дальнейшие результаты в этом направлении связаны с попыткой использовать модификации классических аппроксимаций путем введения дополнительных нулей передачи, не приводящих к заметной потере их фундаментальных свойств. Кроме того, сделана первая и удачная попытка в разработке классического метода синтеза для распределенных цепей с использованием преобразования Ричардса. Основная проблема в этом направлении заключалась в необходимости использовать общую частотную переменную для классических аппроксимирующих функций и функций сопротивления согласуемой нагрузки. Проблема разрешилась использованием некоторого приближения, которое сделало возможным синтез однородных (commensurate) линий передачи для согласования распределенных нагрузок.

Вместе с тем, полученные результаты для обобщенного метода синтеза по Дарлингтону привели к пониманию предельных возможностей метода, связанные с ограниченной вариативной способностью классических аппроксимаций. Для разрешения системы ограничений на пределы согласования (системы нелинейных уравнений и неравенств) необходимо иметь некоторое количество вариативных параметров, количество которых возрастает со сложностью согласуемой нагрузки. Новаторский подход Янцевича М.А. заключается в использовании в качестве аппроксимирующей функции взвешенной суммы классических аппроксимаций, основанной на известном положении алгебры полиномов

о том, что сумма аналитических функций также является аналитической функцией. Весовые коэффициенты этих функций и являются дополнительными вариативными параметрами для решения систем нелинейных уравнений или неравенств. Организованная таким образом функция передачи мощности обладает всеми свойствами классических аппроксимаций (нормировка относительно частоты и уровня), и вместе с тем обладает новыми свойствами. Среди них возможность плавного перехода от одного порядка функции к другому (аппроксимация с дробным порядком функции), а также возможность реализации не только гладких, но и знакопеременных (волновых) функций. В этом отношении разработанная автором аппроксимирующая функция является более универсальной.

Интерес к классическим аппроксимациям с дробным порядком функции проявляется в задачах, далеко выходящих за пределы радиотехники. Полученные численными методами функции, однако, не соответствуют требованиям их аналитичности, что исключает возможность их применения в задачах синтеза. Разработанные автором работы функции таковыми являются, и их возможности нашли свое подтверждение в разработке методики синтеза сосредоточенных согласующих цепей. Методику отличает свойственный аналитическим методам системный подход к проблеме согласования, поскольку охватывает все многообразие задач (все классы нагрузок), содержит эффективную стратегию их решения и анализ полученных результатов. Наличие дополнительных степеней свободы для разрешимости ограничений на пределы согласования позволило значительно расширить диапазон параметров согласуемых нагрузок и находить различные варианты решения задач. Приведенные в диссертации результаты применения вариативных аппроксимирующих функций убедительны, однако далеко не исчерпывают их возможностей.

Аппроксимирующие функции с повышенными вариативными свойствами оказались полезными и для синтеза согласующих цепей в распределенных структурах. Это направление, если иметь в виду системный подход к решению проблемы, является новым. Отмеченная выше первая попытка синтеза с использованием преобразования Ричардса только открыла новые возможности для системного подхода. Первая оригинальная идея автора заключается в том, что он нашел возможность преодолеть отмеченное выше затруднение, связанное с необходимостью использовать общую частотную переменную в описании свойств согласующей цепи и нагрузки. Патч-антенны оказались для этого подходящим объектом, и этот класс антенн в настоящее время является особенно востребованным в связи с чрезвычайной популярностью БПЛА. Получено строгое решение для синтеза распределенной согласующей цепи в пространстве Ричардса. И патч-антенны не исчерпывают область

применения этого подхода, объектом согласования может быть любая антенна, электрическая длина которой кратна четверти длины единичного отрезка однородной согласующей линии.

Дальнейшие новые результаты автора заключаются в разработке оригинальной методики синтеза с применением вариативных аппроксимаций. Особенности синтеза на однородных линиях передачи обусловлены характером нулей передачи в согласующей цепи и нагрузке. В отличие от синтеза на сосредоточенных элементах все нули передачи относятся к первому классу, и аналога на этих элементах для них нет. Поэтому для синтеза распределенных структур потребовалось создание новой методики, пересмотреть систему ограничений и выяснить особенности параметров согласующей цепи в нулях передачи нагрузки. Таким образом, в данной работе впервые получено строгое решение задачи синтеза с оригинальной методикой выделения единичных элементов согласующей цепи на распределенных элементах. Результаты согласования, приведенные в работе, являются достоверными, и свидетельствуют об эффективности разработанных алгоритмов, положенных в основу методики.

Завершающим и важным этапом диссертационной работы явилась разработка опытных образцов патч-антенн 869 МГц для НПП «Радиосигнал» г. Москва, и 1200 МГц для ООО «КБ Беспилотные Вертолеты», г. Минск по 4 экземпляра каждый. Технические характеристики этих антенн заметно превосходят аналогичные показатели существующих образцов. Разработанные антенны имеют конструкторскую документацию, согласно которой по современной технологии изготовлены опытные образцы. Заказчики антенн провели испытания в составе аппаратуры, размещенной на БПЛА, и выдали акты об использовании. Результаты экспериментальной части работы свидетельствуют о хороших практических навыках в изготовлении и настройке аппаратуры.

Выполненная диссертантом научная работа отличается целостностью и завершенностью. Поставленные для исследования цель и задачи выполнены в полном объеме. Все научные положения выполнены корректно и с использованием строгого математического аппарата, выводы и рекомендации убедительны и представляют значительный практический интерес. Самостоятельно выполненные автором исследования свидетельствуют о его способности решать творческие задачи, находить решения сложных задач. Научные результаты внедрены в учебный процесс, о чем свидетельствуют акты о внедрении.

Соискатель опубликовал по теме диссертации 27 печатных работы, в том числе 8 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, 19 тезисов докладов и материалов конференций. Таким образом,

требования ВАК к опубликованности результатов диссертационного исследования соблюдены.

Диссертационная работа подготовлена к защите, оформлена в соответствии с требованиями ВАК и состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, библиографического списка и трех приложений.

Характеристика научной, научно-педагогической и служебной деятельности соискателя

В процессе работы над диссертацией Янцевич М.А. прошел хорошую школу технологии научной работы, овладел современными методами научного поиска, хорошо владеет математическими пакетами Matlab, Mathcad, AWR Microwave Studio и CST Studio, и способен самостоятельно решать творческие задачи и доводить их до практической реализации.

В настоящее время Янцевич М.А. проходит службу в должности старшего инженера учебной лаборатории кафедры автоматизи, радиолокации и приемо-передающих устройств учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь». Продолжает вести активную научную деятельность в избранном направлении, о чем свидетельствует принятая к публикации статья в портфеле научного журнала в Российской Федерации.

Вывод

Уровень научной квалификации и научные результаты, полученные в ходе работы над диссертацией, свидетельствуют о том, что Янцевич М.А. соответствует требованиям, предъявляемым к соискателям ученой степени кандидата технических наук, и заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» за:

1. Аппроксимирующие функции коэффициента передачи мощности, представляющие собой взвешенные суммы классических аппроксимаций (Баттерворта, Чебышева 1-го рода), отличающиеся от классических аппроксимаций наличием дополнительных вариативных параметров, которые позволяют:

- осуществлять контролируемый плавный переход между различными порядками и функциями аппроксимации;
- расширять пределы широкополосного согласования (на 30% для RLC нагрузки) и синтезировать согласующие цепи для сложных комплексных нагрузок.

2. Методика синтеза широкополосных согласующих цепей на основе обобщенного метода Дарлингтона, отличающаяся использованием аппроксимирующих функций с улучшенными вариативными свойствами, позволяющая получать аналитические решения для задач согласования

сложных комплексных нагрузок и расширить диапазон значений элементов RLC нагрузки на 30% по сравнению с использованием классических аппроксимирующих функций.

3. Методика синтеза микрополосковых согласующих отрезков для патч-антенн на основе обобщенного метода Дарлингтона с использованием аппроксимирующих функций, обладающих улучшенными вариативными свойствами, отличающаяся применением элементов теории синтеза фильтров в распределенном элементном базисе (преобразование Ричардса), что позволило расширить полосу согласования патч-антенн, рассчитанных на 1,2 ГГц до 15%, и 869 МГц до 17%, что в 2.14 - 2.43 раза больше по сравнению с известными методами согласования (выбора точки возбуждения антенны и конфигурации возбуждающего узла).

Профессор кафедры
автоматики, радиолокации и
приемопередающих устройств
учреждения образования
«Военная академия
Республики Беларусь»
кандидат технических наук, доцент

23.10.2023


Г.А. Филиппович

Факты, изложенные в документе, не удостоверяю.

Город Минск. Двадцать третье октября две тысячи двадцать третьего года.

Я, Лепешко Геннадий Владимирович, начальник учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь», свидетельствую подлинность подписи Филипповича Г.А., подписавшего документ в моем присутствии. Личность Филипповича Г.А., подписавшего документ, установлена. *№ 830723.10.2023*

Начальник учреждения
образования «Военная академия
Республики Беларусь»

генерал-майор



Г.В.Лепешко