



УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования  
«Белорусская государственная  
академия авиации»

А.А. Шегидевич

## ОТЗЫВ ОППОНИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

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

### Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки

Диссертационная работа Янцевича М.А. посвящена исследованиям и разработке решений по совершенствованию методик синтеза согласующих устройств сложных комплексных нагрузок в радиотехнических системах. Объектом исследования является широкополосное согласующее устройство для высокочастотного тракта радиотехнических систем, а предметом исследования – обобщенный метод Дарлингтона при использовании аппроксимирующих функций с улучшенными вариативными свойствами. Центральное место в работе занимает аналитический синтез аппроксимирующих функций комплексных нагрузок обладающих большим, по сравнению с существующими, количеством вариативных свойств. Это достигается за счет перехода от использования аппроксимирующего полинома к взвешенной сумме таких полиномов. Также в работе подробно представлен анализ результатов сравнения существующих подходов к широкополосному согласованию и разработанных методик.

Содержание диссертационной работы Янцевича М.А. соответствует отрасли технических наук, паспорта специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения. Область исследований определяется следующими пунктами раздела III данного паспорта:

1. Радиотехнические процессы, явления, сигналы, цепи и методы их анализа.

2. Генерация, усиление, преобразование, прием и передача сигналов. Модуляция. Демодуляция. Спектры, корреляционные функции, математические и статистические модели сигналов.

4. Разработка новых и совершенствование существующих приемопередающих систем и устройств. Разработка методов защиты и разрушения информации в радиотехнических системах различного назначения. Создание помехоустойчивых систем и устройств, в том числе телевизионных с повышенным качеством передачи. Разработка методов синтеза, анализа, моделирования и проектирования систем и устройств.

#### **Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости**

Вклад соискателя в решение научной задачи определен поставленными в диссертации задачами и состоит:

в разработке новых аппроксимирующих функций с дополнительными вариативными параметрами, которые обеспечивают расширение области аналитических решений задач широкополосного согласования;

в разработке методики широкополосного согласования сложных комплексных нагрузок на основе обобщенного метода Дарлингтона с улучшенными вариативными свойствами по сравнению с аппроксимациями Баттерворта и Чебышева 1-го рода;

в разработке подходов к синтезу многополосных и квазидвухполосовых согласующих цепей с использованием обобщенного метода Дарлингтона;

в разработке методики широкополосного согласования в распределенном элементном базисе на основе математического аппарата обобщенного метода Дарлингтона.

Предложенные автором подходы обеспечили возможность согласования более широкого диапазона комплексных нагрузок за счет использования более универсального математического описания аппроксимирующих функций. Такое решение позволяет достигнуть более высокого уровня в вопросах широкополосного согласования, что

и является иллюстрацией научного вклада в решение важной научно-прикладной задачи.

**Конкретные научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень**

Диссертационная работа Янцевича Михаила Александровича «Широкополосное согласование обобщенным методом Дарлингтона с использованием аппроксимирующих функций с улучшенными вариативными свойствами» содержит новые научно обоснованные результаты, использование которых обеспечивает решение важной прикладной задачи и отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук за новые научно обоснованные результаты, включающие:

1. Разработку аппроксимирующей функции коэффициента передачи мощности, отличающиеся улучшенными вариативными свойствами в сравнении с классическими аппроксимациями (Баттерворта, Чебышева 1-го рода), что обеспечивает разрешимость системы ограничений, накладываемых сложной комплексной нагрузкой, а также позволяет синтезировать на основе известных полиномов (Баттерворта, Чебышева 1-го рода) переходные аппроксимирующие функции, область применения которых может не ограничиваться задачами классического синтеза радиотехнических устройств.

2. Методику синтеза согласующих цепей на основе обобщенного метода Дарлингтона, отличающаяся использованием аппроксимирующих функций с улучшенными вариативными свойствами, что позволяет находить решения для сложных комплексных нагрузок.

3. Методику синтеза согласующих устройств с распределенными параметрами, отличающаяся использованием математического аппарата теории синтеза фильтров на однородных линиях передачи, что впервые делает возможным использовать данную теорию для синтеза патч-антенн.

Практическая значимость полученных результатов подтверждена:

внедрением основных теоретических положений диссертации, что позволило расширить полосу согласования для патч-антенн до 17 % (подтверждено результатами математического моделирования в среде



CST STUDIO и натурального эксперимента);

реализацией результатов диссертационного исследования в ходе разработки  $h$  – антенны диапазона 869 МГц с кроссполяризацией, которая используется в радиолокационном комплексе для целей геолокации. Это подтверждено соответствующим актом, выданным предприятием АО «НПП «РадиоСигнал».

### **Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени кандидата технических наук**

Изучение и анализ содержания диссертационной работы, автореферата и опубликованные работы (8 статей, соответствующих пункту 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, 14 статей в сборниках материалов конференций, 5 статей в сборниках тезисов докладов конференций), в достаточной степени отражают содержание диссертации и основные научные выводы. Диссертация соответствует требованиям п. 20 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь.

Уровень научной подготовки Янцевича М.А. соответствует квалификации кандидата технических наук по заявленной специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

### **Замечания по диссертации**

1. В материалах диссертации не представлено влияние на частотные характеристики согласующей цепи отклонения входящих в ее состав номиналов элементов (ряды номиналов) от их расчетных значений. Важность данного вопроса связана с влиянием (ухудшением) разброса значений номиналов на частотные характеристики согласующей цепи по сравнению с теоретическими расчетами.

2. В настоящее время существует множество аппроксимирующих функций, например: Золоторева, Лежандра, Эрмитта и т.д. Из материалов диссертации непонятно почему в качестве классических математических зависимостей использовались только функции Баттерворта и Чебышева.

3. В разработанных соискателем методиках отсутствует учет изменения комплексного сопротивления нагрузки, которое является достаточно распространенным явлением при внешнем воздействии на антенну в процессе ее эксплуатации.

4. В диссертационной работе в качестве прикладной задачи рассматривается согласование только патч-антенны. В связи с этим неясно возможно ли применить разработанные методики для других типов антенн.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости полученных результатов.

### **Заключение**

Диссертационная работа Янцевича М.А. «Широкополосное согласование обобщенным методом Дарлингтона с использованием аппроксимирующих функций с улучшенными вариативными свойствами» является завершенным квалификационным исследованием и соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Янцевич Михаил Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения за комплекс проведенных теоретических и экспериментальных исследований и полученные новые научно обоснованные результаты, включающие:

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*:

добавить к двум вариативным параметрам классических аппроксимаций  $n$  вариативных параметров, пределы изменения которых ограничены только областью вещественных чисел ( $n$  – порядок аппроксимации);

осуществлять контролируемый плавный переход между различными порядками и функциями аппроксимации;

расширять диапазон изменения параметров нагрузки, при котором возможно аналитическое решение задачи широкополосного согласования.

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

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

3. Методику синтеза микрополосковых согласующих устройств на основе обобщенного метода Дарлингтона с использованием аппроксимирующих функций, обладающую улучшенными вариативными свойствами, отличающуюся представлением нагрузки и элементов согласования отрезками микрополосковых линий одинаковой длины за счёт использования преобразования 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 использования четвертьволновых трансформаторов).

что в совокупности соответствует требованиям пунктов 19 и 20 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь.

Эксперт от оппонировающей организации назначен приказом ректора учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации» от 28.12.2023г. № 299.

Доклад соискателя и предложенный экспертом проект отзыва оппонировающей организации на диссертацию заслушаны и обсуждены на заседании научного собрания 8 января 2024г. (протокол № 1).

Присутствовали 13 членов научного собрания (докторов наук – 1, кандидатов наук – 12).

Результаты голосования: «за» – 13,  
«против» – нет,  
«воздержались» – нет.

Председатель научного собрания,  
кандидат технических наук

 А.А. Шегидевич

Секретарь научного собрания,  
кандидат технических наук, доцент

 С.В. Василевич

Эксперт от оппонировающей организации,  
кандидат технических наук, доцент

 А. Г. Боровой

Взникла  
10.01.2024 