

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 2.2.04.12
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «28» сентября 2023 г. № 6

о присуждении Фомину Дмитрию Геннадьевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика проектирования объемно-модульных частотно-селективных СВЧ устройств и её применение» по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.2.04.12 «25» мая 2023 г., протокол № 2.

Соискатель, Фомин Дмитрий Геннадьевич, 1995 года рождения, в 2019 г. окончил ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств;

в 2023 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи (Радиолокация и радионавигация); с 01.03.2022 г. по 31.08.2022 г. был прикреплен к ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» в качестве соискателя ученой степени кандидата наук для сдачи кандидатского экзамена по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ устройства и их технологии;

работает в должности инженера в ООО «ПО «КОМПАС» г. Челябинск.

Диссертация выполнена на кафедре инфокоммуникационных технологий ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент, Даровских Станислав Никифорович, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный

университет (национальный исследовательский университет)», кафедра инфокоммуникационных технологий, профессор.

Официальные оппоненты:

Останков Александр Витальевич – доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», кафедра радиотехники, заведующий кафедрой;

Табачков Дмитрий Петрович – доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара, кафедра физики, заведующий кафедрой;

Шабунин Сергей Николаевич – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт радиоэлектроники и информационных технологий РТФ, кафедра радиоэлектроники и телекоммуникаций, заведующий кафедрой

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 35 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликованы 23 работы, из них 14 статей, опубликованных в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, включая 7 работ – в изданиях, входящих в международную базу цитирования Scopus; 4 патента РФ на полезные модели и изобретение. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 7 п.л., авторский вклад – 5,5 п.л.

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ:

1. **Фомин, Д.Г.** Определение частотно-селективных параметров объемного полосково-щелевого перехода / **Д.Г. Фомин**, Н.В. Дударев, С.Н. Даровских // Антенны. – 2020. – № 5 (267). – С. 49–55; 0,4375 п.л./0,37 п.л.

2. **Fomin, D.G.** Scattering matrix simulation of the volumetric strip-slot transition and estimation of its frequency properties / **D.G. Fomin**, N.V. Dudarev, S.N. Darovskikh // Journal of Physics: Conference Series. – 2020 – Vol. 1679(2). – P. 1–6; 0,375 п.л./0,3 п.л. (Scopus)

3. Dudarev, N.V. Miniaturization of the volumetric strip-slot transition and investigation of its matrix of S-parameters / N.V. Dudarev, **D.G. Fomin**, S.N. Darovskikh // 2020 International Conference Engineering and Telecommunication. – 2020. – P. 1–4; 0,25 п.л./0,2 п.л. (Scopus)

4. **Фомин, Д.Г.** Частотно-перестраиваемое устройство на основе многослойного полосково-щелевого перехода и его применение для измерения диэлектрических свойств материалов / **Д.Г. Фомин**, Н.В. Дударев, С.Н. Даровских // Ural Radio Engineering Journal. – 2021. – № 5(3). – С. 225–238; 0,875 п.л./0,7 п.л.

5. **Фомин, Д.Г.** Резонансные свойства многослойного полосково-щелевого перехода и его использование для СВЧ-измерений диэлектрических свойств материалов / **Д.Г. Фомин**, Н.В. Дударев, С.Н. Даровских, Д.С. Клыгач, М.Г. Вахитов // Радиотехника. – 2021. – Т. 85, № 8. – С. 101–110; 0,625 п.л./0,5 п.л.

6. **Фомин, Д.Г.** Особенности применения объемно-модульной технологии в проектировании СВЧ электронных устройств / **Д.Г. Фомин**, Н.В. Дударев, С.Н. Даровских, Д.С. Клыгач, М.Г. Вахитов // Ural Radio Engineering Journal. – 2021 – №5(2). – С. 91–103; 0,8125 п.л./0,56875 п.л.

7. **Фомин, Д.Г.** Сопоставление значений электродинамических параметров симметричной щелевой линии, полученных разными методами / **Д.Г. Фомин**, Н.В. Дударев, С.Н. Даровских // Радиотехника. – 2021. – Т. 85, № 4. – С. 138–146; 0,5625 п.л./0,45 п.л.

8. **Фомин, Д.Г.** Анализ методов измерения диэлектрических свойств материалов в СВЧ диапазоне длин волн / **Д.Г. Фомин, Н.В. Дударев, С.Н. Даровских** // Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. – 2021. – № 6. – С. 1–12; 0,75 п.л./0,6 п.л.

9. **Фомин, Д.Г.** Сверхширокополосный полосно-пропускающий фильтр на основе многослойного полосково-щелевого перехода / **Д.Г. Фомин, Н.В. Дударев, С.Н. Даровских** // Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. – 2021. – №10. – С. 1–19; 1,1875 п.л./1 п.л.

10. **Fomin, D.G.** Duplexer Based on Volumetric Modular Technology / **D.G. Fomin, N.V. Dudarev, S.N. Darovskikh** // 2021 IEEE 22nd International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM). – 2021. – P. 97–100; 0,25 п.л./0,2 п.л. (Scopus)

11. **Fomin, D.G.** Study of the Ultra-Wideband Band-Pass Filter with a Variable Number of Frequency-Selective Elements and the Possibility of Vertical Design / **D.G. Fomin, N.V. Dudarev, S.N. Darovskikh** // 2021 Antennas Design and Measurement International Conference (ADMInC). – 2021. – P. 6–9; 0,25 п.л./0,2 п.л. (Scopus)

12. Dudarev, N.V. Scattering matrix simulation of broadband band-pass filter based on a multilayer technology / N.V. Dudarev, **D.G. Fomin, S.N. Darovskikh** // 2021 International Conference Engineering and Telecommunication (En&T). – 2021. – P. 1 – 3; 0,1875 п.л./0,15 п.л. (Scopus)

13. Dudarev, N.V. The Volume-Modular Technology in the Design of Passive Microwave Devices / N.V. Dudarev, **D.G. Fomin, S.N. Darovskikh, D.S. Klygach, M.G. Vakhitov** // Proceedings – 2021 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2021. – 2021. – P. 225 – 227; 0,1875 п.л./0,15 п.л. (Scopus)

14. Klygach, D.S. Permittivity Measurement for Powder Materials Using a Volumetric Strip-slot Junction / D.S. Klygach, M.G. Vakhitov, A.B. Khashimov, N.V. Dudarev, **D.G. Fomin, A.L. Shestakov** // 2021 International Conference

Engineering and Telecommunication (En&T). – 2021. – P. 1–4; 0,25 п.л./0,1 п.л. (Scopus)

Патенты:

15. Патент 205448 Российская Федерация, МПК H01P 5/02. Объемный полосково-щелевой переход с П - образной щелью / Н.В. Дударев, **Д.Г. Фомин**, Д.С. Клыгач, М.Г. Вахитов; заявитель и патентообладатель НИУ ЮУрГУ – № 2021106071, заявл. 10.03.2021; Оpubл. 15.07.2021, Бюл. № 20.

16. Патент 208172 Российская Федерация, МПК H01P 1/213. Дуплексер на основе объёмных полосково-щелевых переходов / Н.В. Дударев, **Д.Г. Фомин**; заявитель и патентообладатель НИУ ЮУрГУ–№ 2021119621; заявл. 05.07.2021, Оpubл. 07.12.2021, Бюл. № 34.

17. Патент 209940 Российская Федерация, МПК H01P 5/02. Объёмный полосково-щелевой переход с П-образной щелью регулируемой длины / **Д.Г. Фомин**, Н.В. Дударев; заявитель и патентообладатель НИУ ЮУрГУ– № 2021133551; заявл. 18.11.2021, Оpubл. 24.03.2022, Бюл. № 9.

18. Патент 2780960 Российская Федерация, МПК H01P1/203. Многослойный широкополосный СВЧ фильтр / **Д.Г. Фомин**, Н.В. Дударев; заявитель и патентообладатель НИУ ЮУрГУ– № 2021135272; заявл. 01.12.2021, Оpubл. 04.10.2022, Бюл. № 28.

На автореферат поступили отзывы:

1. Арбузова Валерия Ивановича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой физики и химии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова». Содержит замечания редакционно-методического характера.

2. Градобоева Александра Васильевича, доктора технических наук, профессора отделения экспериментальной физики Инженерной школы ядерных технологий ФГАОУ ВО «Томский политехнический университет». Содержит замечание, касающееся отсутствия сведений о проведении метрологической оценки электродинамических параметров разработанных устройств при

проведении их экспериментальных исследований, а также замечание об отсутствии сравнения электродинамических параметров устройств при переходе последних от плоскостного исполнения к объемно-модульному.

3. Смирнова Серафима Всеволодовича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры физической электроники ФГАОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники». Содержит замечание по отсутствию сведений об используемых программах электродинамического моделирования, а также замечание о применимости разработанных объемно-модульных частотно-селективных СВЧ устройств в радиотехнических системах различного назначения.

4. Антипова Владимира Никитовича, доктора технических наук, профессора, главного специалиста АО «Научно-исследовательский институт приборостроения имени В.В. Тихомирова», г. Жуковский, Московская обл. Содержит замечание касательно отсутствия исследований по оценке чувствительности основных электродинамических параметров разработанных частотно-селективных СВЧ устройств к различным климатическим и вибрационным условиям их эксплуатации, а также ограничению по мощности используемых сигналов.

5. Воловича Георгия Иосифовича, доктора технических наук, профессора, директора ООО «Челэнергоприбор», г. Челябинск. Содержит замечание, касающееся используемых в диссертации специализированных программ электродинамического моделирования.

6. Светлова Алексея Юрьевича, кандидата технических наук, начальника конструкторского центра АО «Челябинский радиозавод «Полет», г. Челябинск. Содержит замечания касательно исследования щелевой линии передачи, а также графических зависимостей S-параметров многослойного полосково-щелевого перехода в диапазоне частот до 5-6 ГГц.

7. Усачева Владимира Константиновича, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры радиофизики и электроники физического факультета

ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет». Содержит замечания, связанные с оформлением рисунков, а также недостаточностью анализа результатов экспериментальных исследований.

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой компетентностью и известностью результатов проведенных ими исследований в области антенн и СВЧ устройств. Это подтверждается соответствующими публикациями в рецензируемых российских и международных научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки в области проектирования объемно-модульных частотно-селективных СВЧ устройств. Представленные автором технические решения и разработки имеют существенное значение для развития страны.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Разработана схмотехническая модель многослойного полосково-щелевого перехода, позволяющая эффективно встраивать этот базовый структурный элемент в конструкции объемно-модульных частотно-селективных СВЧ устройств, а также продемонстрирована возможность использования многослойного полосково-щелевой перехода в качестве базового структурного элемента методики проектирования объемно-модульных частотно-селективных СВЧ устройств.

2. Разработана методика проектирования частотно-селективных СВЧ устройств, использующая модель многослойного полосково-щелевого перехода, которая позволяет осуществлять процесс разработки объемно-модульных СВЧ устройств с электромагнитной связью между их слоями.

Применение разработанной методики проектирования объемно-модульных

частотно-селективных СВЧ устройств, позволило разработать конструкции:

– оригинального объемно-модульного полосно-пропускающего фильтра на основе многослойного полосково-щелевого перехода с несимметричными полосковыми линиями, отличающегося многослойным расположением частотно-селективных звеньев;

– оригинального объемно-модульного частотно-разделительного СВЧ устройства, отличающегося многослойным расположением частотно-селективных звеньев, где связь между общим входом и выходными каналами осуществляется за счет межслойной электромагнитной связи;

– оригинального объемно-модульного частотно-перестраиваемого СВЧ устройства, отличающегося возможностью изменения частоты его резонанса и предназначенного для оценки диэлектрических свойств материалов резонансным методом.

На объемно-модульные частотно-селективные СВЧ устройства, разработанные в рамках апробации методики проектирования, получены патенты РФ, что подтверждает новизну технических решений.

3. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность возбуждения первой, второй и третьей мод щелевого резонатора в конструкции многослойного полосково-щелевого перехода, что позволяет увеличить ширину полосы частот согласования с антенно-фидерным трактом (коэффициент отражения менее -10 дБ) на 20 % по сравнению с конструкцией известного объемного полосково-щелевого перехода при одномодовом возбуждении щелевого резонатора.

Диссертационная работа Фомина Дмитрия Геннадьевича ориентирована на решение задач, связанных с построением объемно-модульных частотно-селективных СВЧ устройств. Результаты диссертационного исследования использованы при реализации гранта РФФИ 20-43-740006, а также рекомендованы для внедрения в учебный и производственный процессы.

На заседании 28 сентября 2023 г. диссертационный совет УрФУ 2.2.04.12 принял решение присудить Фомину Д.Г. ученую степень кандидата технических

наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.2.04.12 в количестве 10 человек, в том числе 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 9, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
УрФУ 2.2.04.12



Князев Сергей Тихонович

И.О. ученого секретаря
диссертационного совета,
член совета УрФУ 2.2.04.12
(приказ ректора УрФУ
от 27.08.2023 г. №646/09)
д-р техн. наук, проф.



Шабунин Сергей Николаевич

28.09.2023 г.