



УТВЕРЖДАЮ

Директор по НРИИ ТУСУР

д.т.н., профессор

С.П. Куксенко

«18» 06 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР).

Диссертация «Быстродействующий микроволновый радиометр на основе нулевого и дифференциального методов измерений» выполнена в ТУСУРе на кафедре радиоэлектроники и систем связи (РСС).

Соискатель Щегляков Артем Владимирович в 2019 г. окончил бакалавриат ТУСУРа по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», профиль «Защищенные системы и сети связи».

В 2021 г. окончил магистратуру ТУСУРа по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника», профиль «Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов».

В 2025 г. окончил аспирантуру ТУСУРа по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия».

В настоящее время работает в ООО «КБ «СПАРТ»» в отделе разработки в должности ведущего инженера.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2026 г. ТУСУРом.

Научный руководитель – Убайчин Антон Викторович, к.т.н., доцент каф. радиоэлектроники и систем связи РСС ТУСУРа.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Щеглякова Артема Владимировича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи улучшения быстродействия радиометрической системы, разработка структурной схемы и алгоритма работы быстродействующего микроволнового радиометра на основе нулевого и дифференциального методов измерений.

Личное участие автора в получении результатов

Автору принадлежит ключевая роль в получении основных результатов работы. Личный вклад автора в публикациях:

- [1, 2, 4, 11] – разработка структурной схемы и ее описание;
- [2] – аналитическое моделирование;
- [25, 28 – 30] – численное моделирование;
- [3, 17, 21, 24 – 26, 29] – обзор существующих решений;
- [5, 20] – отладка программного кода,
- [6 – 10, 19] – разработка программного кода,
- [12, 13, 16, 19, 20, 32, 33] – обобщение полученных результатов,
- [14, 15, 18, 19, 22, 23, 27, 31, 34] – экспериментальные исследования, этапы макетирования.

Степень достоверности результатов

Достоверность результатов исследования (численная модель сравнения быстродействия различных радиометрических систем, математическая модель предложенной структурной схемы, в совокупности с разработанным алгоритмом) подтверждена качественным и достаточным для практики количественным совпадением результатов моделирования и экспериментальных исследований, полученных на разработанной экспериментальной установке.

Научная новизна диссертации

1. Предложено совместное использование нулевого и дифференциального методов измерений для реализации новой структурной схемы быстродействующего микроволнового радиометра с уменьшенным временем установления нулевого баланса при исследовании быстропротекающих радиотепловых процессов.

2. Предложен новый алгоритм работы быстродействующего микроволнового радиометра, отличающийся выбором метода измерений (нулевого или дифференциального), основанного на сравнении результатов измерений, полученных этими методами.

3. Предложен новый способ расширения динамического диапазона измерений шумовой температуры антенны, отличающийся совместным использованием дифференциального метода измерений и алгоритма запуска широтно-импульсной модуляции канала подшумливания в первом или во втором полупериоде амплитудно-импульсной модуляции.

Теоретическая значимость

1. Разработана численная модель работы модуляционного, нулевого и предложенного быстродействующего микроволнового радиометра при исследовании быстропротекающих радиотепловых процессов различных видов.

2. Создан алгоритм работы быстродействующего микроволнового радиометра, основанный на сравнении результатов измерений шумовой температуры антенны, полученной нулевым и дифференциальными методами

измерений и обеспечивающий уменьшение погрешности результатов измерений быстропротекающих радиотепловых процессов различных видов.

3. Разработана структурная схема быстродействующего микроволнового радиометра, основанная на совместном использовании нулевого и дифференциального методов измерений, обеспечивающая уменьшение ошибок измерений быстропротекающих радиотепловых процессов и обладающая метрологическими характеристиками, присущими лучшим мировым аналогам при измерении параметров стационарных радиотепловых процессов.

4. Создана математическая модель, описывающая предложенный быстродействующий микроволновый радиометр при исследовании быстропротекающих радиотепловых процессов различных видов.

Практическая значимость

1. На базе предложенной структурной схемы быстродействующего микроволнового радиометра, основанной на совместном использовании нулевого и дифференциального методов измерений, создана экспериментальная установка микроволнового радиометра с повышенным быстродействием.

2. Результаты диссертационной работы внедрены в производство высокотехнологичной продукции в части:

2.1 Способа измерения чувствительности бортовых радиолокационных приемников на основе нулевого и дифференциального методов измерений.

2.2 Алгоритма работы автоматизированной системы измерения чувствительности радиолокационных приемников X-диапазона.

2.3 Структурной схемы системы измерения электрических параметров радиолокационных приемников X-диапазона.

3. Внедрены результаты исследования динамических характеристик микроволновых радиометров, структурная схема и алгоритм работы быстродействующего микроволнового радиометра на основе нулевого и дифференциального методов в НИР по гранту

Ценность научных работ соискателя

Получен акт внедрения результатов диссертационной работы от ООО «КБ СПАРТ» (система измерений параметров радиолокационных приемников на массовом производстве).

НИР «Новый метод пассивных микроволновых исследований быстропротекающих радиотепловых процессов природного и антропогенного характера.», грант РНФ №21-79-00168.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Щеглякова Артема Владимировича по своему содержанию соответствует специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» в области исследования согласно пункту номер 1 паспорта специальности, в части исследования процессов работы микроволновых радиометров на основе различных методов измерений и

синтеза нового подхода, обеспечивающего повышение эффективности использования этих методов в совокупности, пункту номер 1 паспорта специальности, в части повышения эффективности радиотехнических устройств за счет увеличения динамического диапазона, пункту номер 5 паспорта специальности, в части разработки и исследования алгоритмов, включая цифровые, обработки сигналов и информации в радиотехнических устройствах и системах различного назначения, в том числе синтез и оптимизация алгоритмов обработки.

Полнота изложенных материалов в печатных работах, опубликованных автором

Основные результаты исследования отражены в 34 работах (в том числе 2 работы без соавторов): 2 статьи в изданиях из перечня ВАК по специальности 2.2.13; 3 доклада в трудах конференций, индексируемых в WoS и Scopus; 21 доклад в трудах отечественных конференций; получено 6 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ и 2 патента на изобретение РФ.

Диссертация «Быстродействующий микроволновый радиометр на основе нулевого и дифференциального методов измерений» Щеглякова Артема Владимировича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Заключение принято на совместном семинаре кафедр РСС, ТУ, СВЧиКР.

Присутствовало на заседании 18 чел. Результаты голосования: «за» – 18 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 7 от 29 мая 2026г.

Председатель,
д.т.н., профессор каф. РСС

 Э.В. Семенов

Секретарь,
д.т.н., профессор каф. ТУ

 Р.С. Суровцев

Список публикаций соискателя Щеглякова Артема Владимировича

Статьи в журналах из перечня ВАК

1. Убайчин А. В. Микроволновый радиометр с повышенным быстродействием на основе нулевого и дифференциального методов измерений / А.В. Убайчин, **А. В. Щегляков**, Т. Абдирасул // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2023. Т. 26, № 2. С. 7–13.
2. **Щегляков А. В.** Нулевой СВЧ-радиометр с четырьмя приемниками для исследования быстропротекающих процессов / А. В. Щегляков, А. В. Убайчин // Успехи современной радиоэлектроники. 2026. Т. 80, № 5. С. 5–15.

Патенты

3. Патент на изобретение № RU 2763694 С1 Российская Федерация. Радиотермометр / **А.В. Убайчин**, Т. Абдирасул, Г.Г. Жук, Д.С. Кречетов, А.В. Щегляков. – Заявка №2021103876; заявлен 17.02.2021; опубликован 17.02.2021.
4. Патент на изобретение № RU 2794063 С1 Российская Федерация. Микроволновый радиометр / **А.В. Убайчин**, А.В. Щегляков, Т. Абдирасул – Заявка №2022125710; заявлен 01.10.2022; опубликован 11.04.2023.

Свидетельства о регистрации программы для ЭВМ

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020615093. Программа управления приемником системы связи на основе шумовых сигналов тепловой природы. Авторы: Жук Г.Г., Убайчин А.В., Абдирасул Т., **Щегляков А.В.** Заявка №2020614172. Дата поступления 11.04.2020 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 14.05.2020.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021616119. Программа управления микроволновым радиометром для дистанционного зондирования. Авторы: **Щегляков А.В.**, Убайчин А.В., Абдирасул Т., Жук Г.Г. Заявка №2021612604. Дата поступления 19.02.2021 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 16.04.2021
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2021613416. Программа управления счетчиком для широтно-импульсной модуляции канала подшумливания в микроволновом радиометре. Автор: **Щегляков А.В.** Заявка №2021612599. Дата поступления 19.02.2021 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 09.03.2021.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2023614176. Программа управления селекцией импульсов по уровню амплитуды. Авторы: **Щегляков А.В.**, Убайчин А.В., Жук Г.Г., Абдирасул Т. Заявка №2022685736. Дата поступления 22.12.2022 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 27.02.2023.
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2023610726. Программа управления коэффициентом стоячей волны согласованной нагрузки. Авторы: **Щегляков А.В.**, Убайчин А.В., Жук Г.Г., Абдирасул Т. Заявка №2022685773. Дата поступления 21.12.2022 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12.01.2023.

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2023610085. Программа управления фазой коэффициента отражения согласованной нагрузки. Авторы: **Щегляков А.В.**, Убайчин А.В., Жук Г.Г., Абдирасул Т. Заявка №2022685774. Дата поступления 22.12.2022 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 09.01.2023.

Доклады в трудах конференций, индексируемых WoS и Scopus

11. Ubaychin A. V. A high-performance microwave radiometer design for sensing high-temperature objects / A. V. Ubaychin, **A. V. Shchegliakov**, T. Abdirasul [et al.] // 2022 IEEE 23rd International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM). Altai, Russia, 2022. P. 214–217.

12. Ubaychin A. V. Errors in sensing high-speed thermal radio emission processes in a compensating radiometer / A. V. Ubaychin, **A. V. Scheglyakov**, T. Abdirasul Uulu [et al.] // 2022 IEEE International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences. Yekaterinburg, 2022. P. 1330–1333.

13. Abdirasul Uulu T. Near-field microwave radiometer for measurement of the depth temperature of dielectric environments / T. Abdirasul Uulu, A. V. Ubaychin, **A. V. Scheglyakov** [et al.] // 2023 IEEE Ural-Siberian Conference on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology (USBREIT). Yekaterinburg, 2023. P. 147–150.

Публикации в трудах конференций, индексируемых РИНЦ

14. Убайчин А. В. Лабораторный макет СВЧ-гиперспектрометра на основе метода нулевых измерений и принципа многоприемниковости / А. В. Убайчин, Г. Г. Жук, Т. Абдирасул, **А. В. Щегляков** [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции волн («Муром–2020»). Муром, 2020. С. 179–183.

15. **Щегляков А. В.** Исследование характеристик микроволновых радиометрических систем различных типов на основе универсального приемопередатчика USRP 2953-R и программной среды LabVIEW / **А. В. Щегляков**, А. В. Убайчин, Т. Абдирасул [и др.] // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. 2021. № 3. С. 451.

16. Жук Г. Г. Чувствительность нулевого радиометра с упрощенной конструкцией входного СВЧ-блока / Г. Г. Жук, А. В. Убайчин, **А. В. Щегляков** [и др.] // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии: материалы 31-й Международная конференция «КрыМиКо». Севастополь, 2021. С. 434–437.

17. Убайчин А. В. О задаче дистанционного измерения внутренней температуры биологических объектов / А. В. Убайчин, Т. Абдирасул, **А. В. Щегляков** [и др.] // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии: материалы 31-й Междунар. конф. «КрыМиКо». Севастополь, 2021. С. 406.

18. Кречетов Д. С. Оценка влияния интерференции собственных шумов приемника на результаты радиометрических измерений / Д. С. Кречетов, **А. В. Щегляков**, Г. Г. Жук [и др.] // Научная сессия ТУСУР – 2021. Томск: ТУСУР, 2021. С. 62–65.

19. **Щегляков А. В.** О конфигурации радиометрической системы на базе платформы Software Defined Radio от Analog Devices / **А. В. Щегляков** // Научная сессия ТУСУР – 2021. Томск: ТУСУР, 2021. С. 60–62.
20. Абдирасул Т. Численная оценка повышения чувствительности многоприемникового радиометра / Т. Абдирасул, Г. Г. Жук, **А. В. Щегляков** [и др.] // Научная сессия ТУСУР–2021. Томск: ТУСУР, 2021. С. 18–21.
21. Алексеев Е. В. Разрешающая способность по частоте СВЧ-радиометров на основе нулевого метода измерений / Е. В. Алексеев, Г. Г. Жук, **А. В. Щегляков**, Т. Абдирасул, Д. С. Кречетов, А. В. Убайчин // Электронные средства и системы управления. Томск, 2021. С. 91–94.
22. Убайчин А. В. Многоприемниковый СВЧ-гиперспектрометр на основе метода нулевых измерений / А. В. Убайчин, Г. Г. Жук, Т. Абдирасул, **А. В. Щегляков** [и др.] // Всероссийские открытые Арmandовские чтения. Муром, 2021. С. 431–436.
23. Абдирасул Т. Автоматизированная система измерений электрических параметров импульсных магнетронов на массовом производстве / Т. Абдирасул, А. В. Убайчин, **А. В. Щегляков** [и др.] // Метрология в радиоэлектронике. – Менделеево, 2021. С. 303–307.
24. Убайчин А. В. Повышение точности измерений шумовых сигналов тепловой природы в микроволновом диапазоне / А. В. Убайчин, Т. Абдирасул, Г. Г. Жук, **А. В. Щегляков** [и др.] // Метрология в радиоэлектронике. Менделеево, 2021. С. 261–265.
25. Убайчин А. В. О проблеме измерения параметров быстропротекающих радиотепловых процессов / А. В. Убайчин, Т. Абдирасул, **А. В. Щегляков** [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Москва: ИКИ РАН, 2021. С. 144.
26. Жук Г. Г. Бортовой нулевой радиометр с упрощенной конструкцией входного СВЧ-блока / Г. Г. Жук, А. В. Убайчин, **А. В. Щегляков** [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: материалы 19-й Междунар. конф. Москва: ИКИ РАН, 2021. С. 133.
27. Алексеев Е. В. Разработка СВЧ-радиометрической системы на основе модификации нулевого метода измерений с повышенными метрологическими характеристиками для исследований температурно-влажностных профилей атмосферы / Е. В. Алексеев, А. В. Убайчин, Г. Г. Жук, **А. В. Щегляков** [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: материалы 19-й Междунар. конференции. Москва: ИКИ РАН, 2021. С. 125.
28. Абдирасул Т. Численное моделирование нулевого СВЧ-радиометра / Т. Абдирасул, А. В. Убайчин, **А. В. Щегляков** [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: материалы 19-й Междунар. конф. Москва: ИКИ РАН, 2021. С. 124.
29. Убайчин А. В. Способы повышения быстродействия микроволновых радиометрических систем на основе нулевого метода измерений с широтно-импульсной модуляцией опорного канала

подшумливания/А. В. Убайчин, **А. В. Щегляков**, Т. Абдирасул [и др.]//Электронные средства и системы управления: материалы международной науч.-практ. конф. Томск, 2022. С.17–19.

30. Убайчин А. В. Ошибки измерений компенсационного микроволнового радиометра при исследовании быстропротекающих радиотепловых процессов / А. В. Убайчин, **А. В. Щегляков**, Т. Абдирасул [и др.]// Всероссийские Арmandовские чтения: материалы науч. конф. Муром, 2022. С. 546–551.

31. **Щегляков А. В.** Software defined radio в задачах имитационного моделирования пассивных систем дистанционного зондирования / **А. В. Щегляков**, А. В. Убайчин, Т. Абдирасул [и др.]// Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: материалы 20-й Междунар. конф. – Москва, 2022. С. 144.

32. Жук Г. Г. Варианты реализации низкотемпературного опорного генератора шума в бортовой радиометрической системе на основе нулевого метода измерений / Г. Г. Жук, А. В. Убайчин, Т. Абдирасул, **А. В. Щегляков** [и др.]// Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: материалы 20-й Междунар. конф. Москва, 2022. С. 130.

33. Жук Г. Г. Микроволновый радиометр на основе нулевого метода измерений с упрощенной конструкцией входного СВЧ-блока / Г. Г. Жук, А. В. Убайчин, Т. Абдирасул, **А. В. Щегляков** [и др.]// Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: материалы 21-й Междунар. конф. Москва, 2023. С. 122.

34. **Щегляков А. В.** Концепт универсального стенда автоматизированного контроля электрических параметров широкого спектра устройств / **А. В. Щегляков**, А. В. Убайчин, Т. Абдирасул, П. П. Ишудченко // Электронные средства и системы управления: материалы международной науч.-практ. конф. – 2025. № 1–2. С. 157–160.