

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.04, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 25 декабря 2014 года публичной защиты диссертации Сатарова Раиля Наилевича «Радиоволновая томография с использованием принципа тактированных решеток» по специальности 01.04.03 – Радиофизика на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.

Время начала заседания: 14-30.

Время окончания заседания: 16-30.

На заседании присутствуют 21 из 24 членов диссертационного совета, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика:

- 1) доктор физико-математических наук Майер Георгий Владимирович – председатель диссертационного совета (01.04.05)
- 2) доктор физико-математических наук Войцеховский Александр Васильевич – заместитель председателя диссертационного совета (01.04.05)
- 3) кандидат физико-математических наук Пойзнер Борис Николаевич – ученый секретарь (01.04.03)
- 4) доктор физико-математических наук Артюхов Виктор Яковлевич (01.04.21)
- 5) доктор физико-математических наук Беличенко Виктор Петрович (01.04.03)
- 6) доктор физико-математических наук Дмитренко Анатолий Григорьевич (01.04.03)
- 7) доктор физико-математических наук Донченко Валерий Алексеевич (01.04.21)
- 8) доктор технических наук Дунаевский Григорий Ефимович (01.04.03)
- 9) доктор физико-математических наук Кабанов Михаил Всеволодович (01.04.05)

10) доктор физико-математических наук Козырев Андрей Владимирович
(01.04.03)

11) доктор физико-математических наук Лукин Владимир Петрович
(01.04.05)

12) доктор физико-математических наук Самохвалов Игнатий
Викторович (01.04.05)

13) доктор физико-математических наук Солдатов Анатолий
Николаевич (01.04.21)

14) доктор физико-математических наук Соснин Эдуард Анатольевич
(01.04.21)

15) доктор физико-математических наук Тарасенко Виктор Федотович
(01.04.21)

16) доктор физико-математических наук Улеников Олег Николаевич
(01.04.05)

17) доктор физико-математических наук Фисанов Василий Васильевич
(01.04.03)

18) доктор физико-математических наук Черепанов Виктор Николаевич
(01.04.05)

19) доктор физико-математических наук Шандаров Станислав
Михайлович (01.04.03)

20) доктор технических наук Юдин Николай Александрович (01.04.21)

21) доктор физико-математических наук Якубов Владимир Петрович
(01.04.03)

**Заседание ведет председатель диссертационного совета, доктор
физико-математических наук, профессор Майер Георгий Владимирович.**

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты
голосования: за присуждение учёной степени – 19, против – 2,
недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял
решение присудить Р.Н. Сатарову учёную степень кандидата физико-
математических наук.

5

Заключение диссертационного совета Д 212.267.04
на базе федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»
Министерства образования и науки Российской Федерации
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25.12.2014 г., № 103

О присуждении **Сатарову Раилю Наилевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Радиоволновая томография с использованием принципа тактированных решеток»** по специальности **01.04.03** – Радиофизика принята к защите 21.10.2014 г., протокол № 95, диссертационным советом Д 212.267.04 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 937-671 от 23.05.2008 г.).

Соискатель **Сатаров Раиль Наилевич**, 1989 года рождения.

В 2011 году соискатель окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет».

В 2014 году соискатель очно окончил аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Работает в должности инженера лаборатории «Методы, системы и технологии безопасности» Сибирского физико-технического института имени академика В.Д. Кузнецова в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре радиофизики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – **Якубов Владимир Петрович**, доктор физико-математических наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра радиофизики, заведующий кафедрой.

Научный консультант – **Шипилов Сергей Эдуардович**, кандидат физико-математических наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра радиофизики, доцент.

Официальные оппоненты:

Кашкин Валентин Борисович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», кафедра радиотехники, профессор

Банах Виктор Арсентьевич, доктор физико-математических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория распространения радиоволн, заведующий лабораторией

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «**Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники**», г. Томск, в своем положительном заключении, подписанном **Шарыгиным Германом Сергеевичем** (доктор технических наук, профессор, кафедра радиотехнических систем, заведующий кафедрой) и **Куприцом Владимиром Юрьевичем** (кандидат технических наук, Научно-исследовательский институт радиотехнических систем, старший научный сотрудник), указала, что задача создания отечественного устройства, способного получать разрешение объекта в

поперечном сечении, помимо определения по дальности, является актуальной. В работе показана важность учета влияния слоя при осуществлении фокусировки излучения за диэлектрический слой. Это позволяет устранить искажения, а также повышает разрешение радиоизображения. Автором разработаны системы радиовидения на базе линейной эквидистантной и неэквидистантной тактированной антенной решетки, на все методы получено экспериментальное подтверждение работоспособности. Разработано и апробировано программное обеспечение для созданных систем радиовидения. Изготовленный макет системы позволяет получать двумерный срез по дальности исследуемого пространства и обнаруживать скрытые за препятствиями объекты, в том числе и неподвижных людей. Практические результаты диссертационной работы рекомендованы к использованию в системах безопасности в местах массового скопления людей для бесконтактного обнаружения запрещенных предметов, скрытых в ручной клади, а также в структурах МЧС и МВД как устройство обнаружения живых людей за преградами.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 14 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 5 (из них 2 статьи в российских журналах, переводные версии которых включены в Web of Science), 9 публикаций в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций (из них 3 статьи в сборниках материалов конференций, включенных в Scopus). Общий объем публикаций – 3,15 п.л., авторский вклад – 0,85 п.л.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Якубов В.П., Шипилов С.Э., Сатаров Р.Н. Сверхширокополосное зондирование за диэлектрическими преградами // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – № 9. – С. 10-16. – 0,38 / 0,12 п.л.

2. Якубов В.П., Шипилов С.Э., Сатаров Р.Н. Сверхширокополосная томография движущихся объектов за диэлектрическими преградами // Контроль. Диагностика. Специальный выпуск. – 2011. – С. 87-91. – 0,25 / 0,08 п.л.

3. Сатаров Р.Н., Кузьменко И.Ю., Муксунов Т.Р., Клоков А.В., Балзовский Е.В., Буянов Ю.И., Шипилов С.Э., Якубов В.П. Коммутируемая сверхширокополосная антенная решетка для радиотомографии // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2012. – Т.55, № 8. – С. 26-30. – 0,25 / 0,03 п.л.

4. Якубов В.П., Шипилов С.Э., Сатаров Р.Н., Степанов Е.О. Устройство для 2D радиотомографии на основе СШП-линейной тактированной антенной решетки с фокусирующим рефлектором // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т.56, № 8/2. – С. 198-200.– 0,13/0,06.

5. Якубов В.П., Шипилов С.Э., Сатаров Р.Н., Цепляев И.С. Планарная неэквидистантная тактированная сверхширокополосная антенная решетка для радиотомографии // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 13. – С. 45-49.– 0,25 / 0,06 п.л.

На автореферат поступили 5 положительных отзывов. Отзывы представили:

- 1) **Ю.Г. Кутюрин**, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник Центрального НИИ специального машиностроения, г. Хотьково, Московская область, *с замечаниями*: в работе говорится о трехмерных радиоизображениях, получаемых с помощью планарной тактированной решетки, при этом приведено двумерное изображение тестового объекта; ошибочно расставлены ссылки на рис. 12 и 13а; не указаны параметры проведения эксперимента с механическим сканированием, с которым сравниваются результаты работы тактированной решетки;
- 2) **С.А. Малышев**, д-р физ.-мат. наук, заведующий лабораторией полупроводниковой оптоэлектроники Института физики им. Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, *без замечаний*.
- 3) **В.А. Аксенов**, канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник Сибирского филиала НПО «Специальная техника и связь» МВД России, г. Новосибирск, *с замечаниями*: в автореферате приведены результаты испытаний макетов на ограниченном наборе тестовых объектов – только «ступенчатый треугольник»;
- 4) **Е.Б. Атутов**, канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник лаборатории радиозондирования природных сред Института физического материаловедения СО РАН, г. Улан-Удэ, *с замечанием*: на защиту выносятся задача определения параметров преграды, но при этом скупо и малопонятно предлагается способ ее решения; на рис.13 приводится сравнение тестового объекта и его радиоизображение, но не указаны радиофизические свойства, химический состав и все размеры данного объекта; не приведены основные результаты работы;
- 5) **С.В. Кривальцевич**, канд. физ.-мат. наук, заместитель генерального директора по научной работе Омского научно-исследовательского института

приборостроения, *с замечаниями*: из автореферата неясно, за счет чего достигается развязка антенн на уровне 60дБ; неверно расставлены ссылки на рис. 12 и 13а; на некоторых рисунках отсутствует обозначение осей.

Авторы отзывов отмечают, что интерес к проблемам радиолокации объектов, скрытых за различными преградами, постоянно растет в связи с практическим применением радиолокаторов для обеспечения безопасности при проведении спецопераций и созданием радиолокаторов малой дальности для обнаружения людей в завалах, пустот и различных подслушивающих устройств в стенах и других строительных конструкциях. Автором разработан оригинальный дифференциально-разностный метод на основе спектрограммы радиолокационных разностных сверхширокополосных сигналов при последовательном зондировании объектов для детектирования движущихся за преградами объектов и метод комплексирования данных тактированных измерений для восстановления радиотомограмм скрытых тестовых объектов. Работа выполнена на высоком научном и техническом уровне, с использованием современного математического аппарата. Применяемые решения во многом являются оригинальными, что подтверждается почти полным отсутствием отечественных публикаций по теме исследования.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что В.Б. Кашкин в течение многих лет занимается вопросами дистанционного зондирования Земли и цифровой обработкой изображений. Результаты его работы нашли практическое применение в органах МЧС, авиалесоохраны и некоторых других. В.А. Банах внес значительный вклад в развитие физических моделей формирования и развития радиолокационных измерений, является специалистом в области радиолокационных исследований; в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники проводятся научные и технические работы в области синтеза радиолокационных и радионавигационных систем, радиолокации, проектирования электротехнических и электромеханических устройств.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика определения параметров диэлектрического слоя, зондируемого сверхширокополосными импульсами, за счет определения их запаздывания при двухпозиционном одностороннем измерении;

разработаны методы и алгоритмы проведения радиолокационных измерений с использованием СШП – тактированных антенных решеток;

предложен подход для детектирования движущихся за преградами объектов (при их последовательном зондировании) на основе анализа спектрограммы радиолокационных дифференциально-разностных сверхширокополосных сигналов;

доказана достаточность использования режима тактирования при сверхширокополосном зондировании для восстановления радиотомографических изображений.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

показана важность учета влияния преграды при осуществлении фокусировки излучения за диэлектрический слой, что позволяет устранить искажения и обуславливает повышение разрешения радиоизображения;

исследованы различные варианты заполнения апертуры и выбраны оптимальные с учетом разрешающей способности;

показано, что получаемый набор проекций с использованием тактированной антенной решетки соответствует эквивалентной антенной решетке с плотностью заполнения совмещенными приемопередающими элементами, вдвое превышающей плотность заполнения исходной решетки.

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методы радиотомографии на основе использования принципа тактированных решеток для сверхширокополосного излучения;

результаты работы были использованы при выполнении ряда проектов и государственных контрактов;

разработаны четыре макета радиотомографов на базе тактированных антенных решеток для решения различных задач;

оформлен режим ноу-хау, *получен* один патент;

образовано малое инновационное предприятие ООО «Радиовидение» для реализации результатов интеллектуальной деятельности (изобретений, полезных моделей);

результаты работы представлены на 8 выставках, из которых 3 международного уровня.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Результаты диссертационного исследования рекомендуются к использованию при создании новых систем безопасности бесконтактного обнаружения запрещенных предметов, скрытых в ручной клади, а также при разработке устройств обнаружения живых людей за преградами.

Оценка достоверности и новизны результатов исследования выявила:

получено согласие теоретических результатов с данными известных численных моделей и результатами обработки прямых экспериментов по зондированию различных диэлектрических и металлических тестовых объектов в воздухе и скрытых за диэлектрическими преградами;

экспериментально подтверждено, что при использовании полосы частот от 2 до 12 ГГц обеспечивается совпадение формы тестовых объектов и восстановленного изображения с точностью до разрешающей способности системы;

экспериментальные результаты работы получены на сертифицированном оборудовании.

Научная новизна результатов исследования заключается в том, что:

предложено искать решение задачи определения параметров диэлектрического слоя, зондируемого СШП импульсами, за счет определения их запаздывания;

доказана достаточность использования режима тактирования при сверширокополосном зондировании для восстановления радиотомографических изображений.

Личный вклад соискателя состоит в: определении схем измерений и построении численных моделей решения прямых задач, адаптации алгоритмов решения обратных задач для использования в тактированных антенных решетках, построении конструкций лабораторных макетов, проведении экспериментов с использованием сверширокополосных измерений, анализе полученных результатов диссертации, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация соответствует пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи радиоволновой томографии скрытых объектов, имеющей значение для развития радиофизики.

На заседании 25.12.2014 г. диссертационный совет принял решение присудить **Сатарову Р.Н.** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 19, против – 2, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
Ученый секретарь
диссертационного совета
25 декабря 2014 г.



Майер
Георгий Владимирович
Пойзнер
Борис Николаевич