

Отзыв научного руководителя и научного консультанта  
на диссертацию Завьяловой Ксении Владимировны  
«Трёхмерное радиовидение на основе измерения амплитуды поля  
интерференции» по специальности 01.04.03 – Радиофизика на соискание  
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация К.В. Завьяловой посвящена актуальной проблеме трёхмерной радиоволновой томографии по измерениям амплитуды поля. Актуальность диссертационной работы К.В. Завьяловой связана с решением одной из фундаментальных проблем – фазовой проблемы применительно к радиотомографии, которая заключается в извлечении (восстановлении) фазовой информации из измеренной интенсивности рассеянного волнового поля.

Задача восстановления фазы наблюдаемого поля на основе измерения только его интенсивности возникает во многих областях науки и техники. Оригинальность научной работы К.В.Завьяловой заключается в возможности получения трёхмерного радиоволнового изображения с разрешением близким к дифракционному пределу на основе измерения только амплитуды, без прямого измерения фазы волнового поля, что значительно повышает технологичность системы и в разы снижает стоимость системы в целом. Разработка подобных методов и алгоритмов, способных получать трёхмерные изображения объектов с использованием только информации об амплитуде, является актуальной задачей в свете разработки коммерчески доступных, быстродействующих и бесконтактных систем дефектоскопии и обеспечения безопасности – систем досмотра и обнаружения запрещённых скрытых предметов.

К основным результатам, представляющим научную новизну, следует отнести:

- Осуществление трёхмерной радиотомографии по измерениям амплитуды поля на различных частотах в широкой полосе путём специализированной обработки сигналов.
- Применение множества опорных источников, специальным образом разреженной матрицы приёмников и измерение только амплитуды поля для восстановления плоских радиоизображений.
- Создание макета дифракционной решётки с особым центральным отверстием для радиотомографии по амплитуде поля дифракции, сформированной решёткой.

Практическая значимость работы определяется широким спектром возможных приложений. Это - дефектоскопия, контроль качества диэлектрических материалов, досмотровые системы безопасности. Все разработанные методы технически проще и значительно дешевле существующих аналогов, при этом разрешение получаемых изображений

сравнимо с теоретическим пределом для радиолокаторов с синтезированной апертурой, использующих информацию о фазе. Пространственное разрешение полученных разработанных методов в плоскости, параллельной плоскости сканирования, определяется размерами апертуры (области сканирования) и составляет около 15 – 20 мм для гигагерцового диапазона частот. Разрешение по дальности определяется шириной полосы используемых частот и составляет порядка 3 см. Предложенные схемы измерений с заданными параметрами системы реализуемы на недорогой радиоэлектронной элементной базе. Так как отсутствует измерение фазы не требуется использование дорогостоящих высокочастотных СВЧ устройств (смесителей, волноводных трактов, антенных решеток), производство которых требует высокой точности и в полной мере еще не отлажено. Плоская геометрия разработанных методов позволяет размещение их, к примеру, в стене из радиопрозрачного материала обеспечивая скрытое сканирование. Использование матриц измерений амплитуды поля совместно с разработанными алгоритмами обработки полученных данных позволяет осуществлять измерения интенсивности в режиме реального времени и тем самым решить вторую по значимости, после цены, проблему существующих радиотомографов – низкая скорость сканирования из-за использования механического сканирования.

Научная ценность диссертационной работы определяется:

1. Демонстрацией принципиальной возможности получения разрешения по дальности при измерениях только лишь амплитуды поля на различных частотах.

2. Вопреки сложившимся представлениям о разреженных фазированных антенных решетках показана возможность восстановления изображения объекта при разреженных измерениях причём, только при измерении амплитуды.

3. Разработанная модель радиовидения для восстановления плоских изображений объектов по разреженным измерениям амплитуды поля измерительной матрицей открывают путь для дальнейшей разработки методов с разрешением по дальности путем применения многочастотных сигналов и другими критериями оптимизации матриц приемных и передающих элементов.

4. Содержание третьего положения позволяет выдвинуть как самостоятельную научную задачу диверсификации и оптимизации дифракционных экранов в радиотомографии по амплитудным измерениям. Дальнейшее развитие данного метода может быть направлено на исследование применения многочастотных сигналов с целью получения разрешения по дальности.

Основные выводы и результаты диссертации проверены методами численного моделирования и экспериментальными исследованиями. Автореферат и текст диссертации достаточно полно отражают фактический объем выполненных К.В. Завьяловой исследований.

За годы обучения в аспирантуре на радиофизическом факультете К.В. Завьялова проявила себя как сформировавшийся специалист, способный самостоятельно решать сложные научные задачи, способный представлять свои результаты на всероссийских и международных научных конференциях.

По материалам диссертации опубликовано 20 работ, из них 13 представляют собой статьи в журналах, входящих в Перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации для опубликования основных результатов диссертаций индексируемых в наукометрической базе РИНЦ. Получен патент на полезную модель регистрационный № 2014108126 от 03.03.2014 г, ряд из 7 публикаций представлен в материалах научных конференций.

Отдельно следует отметить личные качества соискателя. К.В. Завьялова зарекомендовала себя как целеустремлённый, вдумчивый исследователь. Проявила аккуратность и внимательность при проведении экспериментальных исследований, а также в при систематизации результатов численного моделирования.

Завьялова К.В. Имеет ряд наград, дипломов и свидетельств, к числу которых можно отнести:

- Лауреат премии Томского государственного университета для молодых ученых за высокие достижения в инновационной деятельности за разработку лабораторного макета установки трёхмерного радиовидения на основе измерения только амплитуды поля на различных частотах в широкой полосе. Решение Объединенного научно-технического совета от 20 мая 2013 г., № 48.
- Победитель программы «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (У.М.Н.И.К) фонда «Содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» на 2011-2012 годы.
- Победитель конкурса 2012 года инновационных проектов среди студентов и молодых ученых Инновационно-технологического бизнес-инкубатора НИ ТГУ (протокол № 1 от 15.11.2012). Проект «Разработка лабораторного макета установки трехмерного радиовидения на основе измерения только амплитуды поля на различных частотах в широкой полосе».
- В 2012 году К.В. Завьялова прошла курс повышения квалификации в Томском государственном университете по программе «Основы коммерциализации инновационных научно-технических разработок» (свидетельство регистр. номер 33002.01-12-12), по результатам которого проект, представляемый К.В. Завьяловой «Разработка лабораторного макета установки трёхмерного радиовидения на основе измерения только амплитуды поля», был рекомендован к участию в программе «СТАРТ».

- К.В. Завьялова является руководителем студенческого объединения НИ ТГУ по направлению «Радиофизические технологии визуализации» и резидентом Инновационно-Технологического Бизнес Инкубатора ТГУ.

В заключении следует отметить, что диссертация К.В. Завьяловой отличается новизной, практической и научной значимостью, достоверностью научных положений и полученных результатов. Текст диссертации структурирован и изложен логически и последовательно. Диссертационное исследование Завьяловой К.В. представляет собой завершённый научный труд, отвечающий требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям. Считаю, что Ксении Владимировне Завьяловой может быть присуждена степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, (3822)52-95-85, [www.tsu.ru](http://www.tsu.ru), [rector@tsu.ru](mailto:rector@tsu.ru)

Научный руководитель

доктор физико-математических наук,  
профессор, заведующий кафедрой  
радиофизики

Владимир Петрович Якубов

Научный консультант

кандидат физико-математических наук,  
старший научный сотрудник лаборатории  
«Методы, системы и технологии безопасности»  
Сибирского физико-технического института  
им. акад. В.Д. Кузнецова



Дмитрий Яковлевич Суханов

11.08.2014 г.

ЗАМ. НАЧ.  
УД  
М.Б. УДАЛОВА