

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Суханова Дмитрия Яковлевича «Многомерная согласованная фильтрация в радио- и ультразвуковой томографии», представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика

Актуальность темы диссертации. В диссертации рассматриваются задачи радиоволновой и ультразвуковой томографии, решение которых имеет принципиально важное значение для современных систем дефектоскопии, досмотра и подземной геолокации. До начала работы над диссертацией многие проблемы радиотомографии в неоднородных фоновых средах при влиянии на сигнал сложных преград, в том числе неровных поверхностей, плоскостойких сред или диэлектрических объектов требовали своего решения, которое в итоге успешно найдено соискателем. Актуальность рассматриваемых в диссертации задач оптимизации радиозондирующих систем с целью ускорения сбора данных, повышения информативности измерений и удешевления аппаратной части не вызывает сомнений. Работа по диссертации выполнена с учетом существующей потребности в развитии и совершенствовании методов получения трехмерных радиотомографических изображений.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Соискатель достаточно корректно использует методы и подходы для обоснования результатов, полученных при решении поставленных в диссертации задач. Используемые модели и методы подробно описаны. Выполнено сравнение результатов численных и физических экспериментов по радиотомографии объектов с известными свойствами. Выводы, сделанные в диссертации, вытекают из полученных результатов. Список цитируемой литературы содержит 255 наименований, в том числе включает 75 работ соискателя, из них 46 опубликованы в журналах

из списка ВАК, монография и три патента на полезную модель. Результаты работы докладывались на 19 научных конференциях. Соискатель принимал участие в двух международных выставках с разработанными им экспонатами. Диссертационная работа базируется на достаточном числе исходных данных, экспериментальных результатах и теоретических расчетов. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы. Все защищаемые научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы в достаточной степени обоснованы.

Достоверность результатов диссертационной работы в полной мере подтверждается численным моделированием и экспериментальными исследованиями. В аналитических выкладках применяются классические и хорошо проверенные математические модели волновых процессов. Доказано соответствие теоретических построений экспериментальным данным. В тестовых экспериментах неоднократно показана эффективность разработанных соискателем методов по восстановлению изображений исследуемых объектов из измеряемого массива радиолокационных сигналов.

Научная новизна. В диссертации развита оригинальная теория многомерной согласованной фильтрации в радио- и ультразвуковой томографии. На основе такой фильтрации разработаны эффективные, не имеющие аналогов методы восстановления трехмерных томографических изображений для различных схем измерений и характеристик фоновой среды. К этим методам относятся 1) метод радиотомографии через неровные границы раздела сред; 2) метод трехмерной радиотомографии по данным моностатического зондирования на цилиндрической поверхности и 3) метод трансмиссионной волновой томографии. Впервые доказана возможность получения достаточно высокого разрешения наблюдаемых объектов по дальности на основе бистатического монохроматического локационного зондирования, показано, что томография осуществима в ближней зоне дифракции с применением скрещенных линейных решеток сверхширокополосных излучателей и приемников. Кроме того, в

диссертации разработаны новые методы, позволяющие проводить действенный томографический контроль: метод синтеза плоской апертуры на основе подвижного рефлектора и линейной решетки радиолокаторов и метод визуализации электропроводящих объектов на основе магнитоиндуктивного зондирования.

Научная и практическая значимость. Соискателем получен ряд важных для науки и практики результатов. В частности, впервые продемонстрирована возможность решения обратной задачи радиотомографии при сканировании по неплоской поверхности. Доказана применимость сочетания когерентной и некогерентной обработки локационных радиосигналов для трансмиссионных томографических изображений, что делает более эффективными разрабатываемые методы. Научную значимость разработанных в диссертации методов решения обратных задач радиоволновой и ультразвуковой томографии, позволяющих учитывать различные факторы, трудно переоценить. Практическая значимость диссертационной работы определяется возможностью применения разработанных методов при создании систем дефектоскопии, досмотра и поверхностного зондирования адаптируемых к различным геометриям измерений. Созданный соискателем высокоскоростной алгоритм обработки данных зондирования важен для разрабатываемой системы визуализации в реальном времени.

Диссертация имеет внутреннее единство, написана ясным языком с использованием общепринятой терминологии. Автореферат в целом соответствует основному содержанию диссертации.

Замечания по работе следующие:

1. Согласно первому защищаемому положению, для рассматриваемой схемы локационного зондирования можно восстанавливать распределения неоднородностей среды в приближении фазового экрана. Однако ничего не говорится о границах применимости этого

приближения в таких задачах. Неясно, всегда ли его можно использовать или только при определенных условиях.

2. В защищаемом положении №4 утверждается, что пространственное разрешение по дальности улучшается с увеличением размеров апертуры, уменьшением длины волны и дальности до неоднородностей. Это выглядит как констатация очевидного факта: уменьшение эффекта дифракции излучения приводит к улучшению пространственного разрешения. Неясно, в чем же тут новизна или особенность.
3. Текст раздела диссертации 2.3.1 следовало бы привести в первой главе, где дано описание известного решения уравнения Гемгольца в борновском приближении однократного рассеяния.
4. В формулах 2.42, 3.15, 3.26, 4.1 и 5.1 для математического моделирования моностатического зондирования рассеивающей среды (прямая задача) опущен множитель k^2 , который в них должен присутствовать, как следствие использования борновского приближения. В диссертации не поясняется, каким образом данный множитель может быть учтен при решении обратной задачи.
5. В (4.2) не учтено убывание поля волны с расстоянием и не дано объяснения, почему. В формуле (5.17) имеется опечатка и так же не учтено убывание поля с расстоянием.
6. В разделе диссертации 5.2.4 представлены результаты численного моделирования рассеяния волнового поля на рефлекторах, но не приводятся параметры численной модели (в частности, отношение шага дискретизации модели к длине волны). Кроме того, не дано описание способа учета поляризации волны.

7. Из текста в разделе 7.3.1 не ясно, каким способом подбирается параметр α в формуле (7.2).

Отмеченные недостатки не затрагивают сути диссертационной работы и не снижают ценности результатов, полученных соискателем. В целом выполненная диссертационная работа соответствует требованиям ВАК о порядке присуждения ученой степени доктора наук. Диссертация Суханова Д.Я. выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной, практической ценностью и является научно-квалификационной работой. На основании проведенных соискателем исследований разработаны положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в областях радио- и ультразвуковой томографии.

На основании вышеизложенного считаю, что Суханов Дмитрий Яковлевич заслуживает присвоения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиоп физика.

Официальный оппонент доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории распространения волн Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук (ИОА СО РАН), старший научный сотрудник



Смалихо Игорь Николаевич

08.10.2015

Телефон: (3822) 492965
Email: smalikhov@iao.ru
Адрес: 634055, г. Томск,
пл. Академика Зуева, д. 1, ИОА СО РАН

Подпись И.Н. Смалихо удостоверяю.
Ученый секретарь ИОА СО РАН
к.ф.-м.н. О.В. Тихомирова

