

## ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В РАДИОГОЛОГРАФИИ

© 2016 С. В. Слюсарева, А. А. Солдатенко

Воронежский институт высоких технологий  
Российский новый университет

*Данная работа посвящена обсуждению характеристик радиоголографических методов. Указываются отличия радиоголографии от обычной голографии. На основе голографических методов можно определять параметры антенн для зоны Френеля вплоть до полей, которые рядом с антенной. Для некоторого расстояния от антенны происходит регистрация радиоголограммы и ее оптической модели – транспаранта, размещение которого в когерентном световом поле дает образование распределения, подобного измеряемому.*

*Ключевые слова: радиоголография, характеристика, измерение, электромагнитная волна, уравнение.*

Радиоголография представляет собой микроволновую альтернативу для классической голографии. Общность в волновом механизме, похожая элементная база, возможность сопоставления рабочих длин волн определяют развитие идей и подходов для соответствующих задач, происходит стимулирование параллельное развитие различных приложений: радиовидение, антенные решетки, системы, основанные на синтезированной апертуре, СВЧ-томография, радиодефектоскопия и т. д.

Одна из возможностей, присущих для голографических методов, касающихся регистрации и реконструкции изображений, связана с избирательным восстановлением определенной образной информации.

Есть некоторые отличия радиоголографии от обычной. В обычном подходе происходит коррекция aberrированных изображений, идентификация образов относительно геометрических признаков, при этом воссоздаются инверсные условия процессов регистрации на основе того, что применяется сопряженная опорная волна, согласованный пространственный фильтр и др.

В микроволновой голографии вследствие того, что отсутствуют чувствительные регистрирующие среды, которые имеют удовлетворительные динамические свойства, проведение регистрации микроволновых голограмм является эффективным только на основе использования нескольких когерент-

ных приемников, то что их определенное число – дает дискретность и конечность голограммы, а то что для них характерен конечный волновой размер – дает ограничение по пространственному разрешению для голограммы.

То, что процесс регистрации радиоголограмм является конечномерным, детерминированным, ведет к новым функциональным возможностям по осуществлению их реконструкции при учете априорной информации о расположении приемников.

Мы можем представить микроволновую голограмму в виде:

$$(x_1, x_2, x_3, \dots, x_N) = (y, A),$$

где  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$  – скалярное произведение вектор функций,  $y$  – является искомым вектором,  $A$  – полностью определенный базис в виде функций Грина.

Проведение решения подобных уравнений является неоднозначным и не единственным, поскольку для интегрально-матричного оператора характерно то, что он бесконечно вырожден.

В этой связи, такое уравнение необходимо дополнять вспомогательными условиями, которые дают ограничения по классу возможных решений, например, такими:

- оптимально приближенными к истинному заданному функционалу в смысле экстремума;

- устойчивыми и поэтому конструктивными, с точки зрения их возможных реализаций;

- реализуемыми как многомерные цифровые или визуальные радиообразы, проведение синтеза которых из данных

---

Слюсарева Светлана Викторовна – ВИБТ АНОУ ВО, студент, e-mail: slysravaestlanka@yandex.ru.  
Солдатенко Александр Александрович – РосНОУ, аспирант, e-mail: soldalexatenko29@yandex.ru.

приемников осуществляется для когерентных и панорамных режимов при квазиреальном масштабе времени. Подобные условия являются естественными в динамической радиоголографии и их можно дополнить совокупностью специальных требований, которые оформляются как соответствующие функционалы: проведение фильтрации или режекции векторов при определенной поляризации, локализации и конфигурации, проведение улучшения одной компоненты в радиообразе за счет другой и др.

Голографическую задачу целесообразно решать в среднеквадратическом приближении при минимизации определенного функционала, когда мы знаем коэффициенты Фурье по разложению вектора для полностью известного  $M$ -мерного базиса.

Алгоритмы реконструкции радиоголограмм можно реализовывать на основе цифровых и аналоговых вычислительных средств.

Что касается первых, то они разработаны весьма неплохо, являются гибкими и универсальными, но при этом у них ограниченная производительность и не всегда есть возможности для работы в реальных масштабах времени.

Для аналоговых процессоров характерна узкая специализация (проблемная ориентация), но при этом у них большая производительность, быстродействие, компактность, надежность.

У них различные принципы функционирования: последовательные, параллельные, последовательно-параллельные. Могут быть разные способы, связанные с реализацией: матричная схема, устройство оптического вида (с применением линз), голографическая система, акусто-опто-электронная система, гибридная система.

Для того, чтобы обрабатывать радиосигналы, эффективным является использование когерентно-оптических процессоров, которые имеют широкие функциональные возможности, а также предельные быстродействие и производительность.

В радиоголографии используются процессы моделирования и изменения параметров антенн.

Проведение измерения параметров для традиционных радиотехнических методов происходит на основе того, что вводится индикаторная антенна в дальнюю зону исследуемой антенны.

В используемых остронаправленных антеннах дальняя зона располагается на рас-

стоянии десятков километров, что определяет трудности в измерениях, а часто их проводить просто невозможно. На основе голографических методов можно определять параметры антенн для зоны Френеля вплоть до полей, которые рядом с антенной.

Для некоторого расстояния от антенны происходит регистрация радиоголограммы и ее оптической модели – транспаранта, размещение которого в когерентном световом поле дает образование распределения, подобного измеряемому.

Полученные поля преобразуют при помощи системы линз таким образом, что для выхода в определенных плоскостях возникает распределение поля, которое соответствует диаграммам направленности антенн. Проводить обработку результатов измерения полей можно на ЭВМ.

Радиоголографию используют для того, чтобы исследовать удаленные объекты. Небольшой подвижной антенной принимаются сигналы от перемещающихся объектов, которые формируются в виде радиоголограмм.

Радиоголограммы преобразуются в оптические модели, проведение реконструкции изображения определяет детальную информацию об объектах.

В результате, можно исследовать изображения объектов, которые скрыты за счет оптически непрозрачных сред, для того, чтобы определить расположение отражающих участков в тропосфере, для того, чтобы обработать сигналы в больших антенных решётках и многоэлементных облучателях (в космической связи и навигации), в радиосигналах (сжимаются радиолокационные импульсы) и др.

Голография имеет большое распространение как способ, направленный на регистрацию и восстановление волнового фронта, который рассеивается наблюдаемыми объектами.

Происходит реализация уникальной возможности формирования оптических копий объектов – создаются их трехмерные изображения.

Такие возможности, активно используемые в разных приложениях голографии, связаны, при этом, с тем, что необходимо выполнять комплекс определенных требований к тому, каковы условия получения голограммы и как восстанавливаются волновые фронты.

Мы говорим о когерентности источников излучения, режимах регистрации и др.

В этой связи, естественным можно считать проведение поиска новых видов голографии, а также подобных методов, которые позволяют достичь реализации процессов регистрации и воспроизведения информации, относящейся к оптическому диапазону для таких условий, которые в традиционной голографии являются необычными.

Базовые направления радиовидения через стены, следующие:

1) Проведение обнаружения целей за стенами для режимов реального времени.

2) Проведение локализации целей при весьма высокой разрешающей способности, при ограниченной апертуре и полосе частот.

3) Возможности получения информации о том, как располагаются перегородки и другие объекты внутри рассматриваемых строений.

4) Проведение классификации объектов. Можно рассматривать людей, оружие, стены, элементы мебели и др.

5) Осуществление фиксирования передвижения людей во внутренних областях строений.

Среди вариантов использования радиоголографического видения через стены можно отметить такие:

1) проводятся операции правоохранительными органами для того, чтобы обнаружить террористов, заложников и оружия во внутренних областях строений;

2) проводятся поисково-спасательные мероприятия, которые связаны с тем, что обнаруживаются люди под завалами зданий, при пожарах и других бедственных ситуациях;

3) проводится составление детальных представлений о том, какое исследуемое строение, внутреннее устройство, есть ли люди и какое у них месторасположение.

Есть сложности радиовидения вследствие ряда причин.

Препятствия вносят искажения в сигналы, такие как отражения от плоскостей препятствий, преломление и поглощение. Если стены имеют неоднородную структуру, то мы увидим множественные переотражения, которые ведут к искажению конечного результата до такой степени, что его нельзя будет улучшить никакими способами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Казаков Е. Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети WI-FI / Е. Н. Казаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 13.

2. Lvovich I. Ya. The analysis of scattering electromagnetic waves with use of parallel computing / I. Ya. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, O. N. Choporov, K. V. Kaydakova // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 – Proceedings 2015.

3. Щербатых С. С. Метод интегральных уравнений как основной способ анализа в САПР антенн / С. С. Щербатых // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 10.

4. Преображенский А. П. Вопросы прогнозирования трехмерных электродинамических характеристик / А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2015. – № 15. – С. 65-67.

5. Глотова Т. В. Применение методов оптимизации для проектирования поглотителей электромагнитных волн / Т. В. Глотова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 8.

6. Преображенский А. П. Способы управления электромагнитной обстановкой в помещении / А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 4 (11). – С. 10.

7. Глотова Т. В. Применение гибридного метода для расчета характеристик рассеяния объектов над шероховатой поверхностью / Т. В. Глотова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 11.

8. Преображенский А. П. Задачи оценки средних характеристик рассеяния электромагнитных волн / А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 2 (9). – С. 11.

9. Головинов С. О. Проблемы управления системами мобильной связи / С. О. Головинов, А. А. Хромых // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 13-14.

10. Львович Я. Е. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский, С. О. Головинов // Телекоммуникации. – 2010. – № 11. – С. 2-6.

11. Кульнева Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.

12. Lvovich I. Ya. The subsystem for solution problems of propagation electromagnetic waves indoors / I. Ya. Lvovich,

А. Р. Preobrazhensky, О. N. Choporov // Наука и человечество. – 2014. – № 6. – С. 24-26.

13. Ерасов С. В. Оптимизационные процессы в электродинамических задачах / С. В. Ерасов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 20-26.

14. Преображенский А. П. Построение радиолокационных изображений объектов / А. П. Преображенский, Ю. П. Хухрянский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 20-23.

15. Косилов А. Т. Восстановление радиолокационных изображений объектов с использованием методов радиоголографии / А. Т. Косилов, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 79-81.

16. Якубов В. П. Сверхширокополосное зондирование за диэлектрическими преградами. / В. П. Якубов, С. Э. Шипилов, Р. Н. Сатаров // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – Т. 53. – № 9. – С. 10-16.

17. Глотова Т. В. Модификация метода моментов в задачах рассеяния электромагнитных волн / Т. В. Глотова, Т. В. Мельникова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 11.

18. Глотова Т. В. Решение задачи рассеяния электромагнитных волн на магнито-диэлектрическом объекте на основе адаптивного метода / Т. В. Глотова, Т. В. Мельникова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 15.

## THE CHARACTERISTICS OF THE DECISION PROBLEMS IN RADIOHOLOGRAPHY

© 2016 S. V. Slysareva, A. A. Soldatenko

*Voronezh Institute of high technologies  
Russian new University*

*This paper is devoted to discussion of the characteristics radioholographic methods. Discusses the differences of radioholographic from ordinary holography. On the basis of holographic methods to determine antenna parameters for Fresnel zone up to the fields near the antenna. For a certain distance from the antenna is logged on radioprogrammy and its optical model transparency, which in coherent light field provides the education distribution similar to the measured.*

*Keywords: radioholography, characteristics, measurement, the electromagnetic wave equation.*