

УДК 621.396

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОИЗОБРАЖЕНИЙ**Филимонова Ю.Е.***Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: dzhuliafilimon@yandex.ru*

В работе рассмотрены вопросы, связанные с возможностью восстановления радиоизображений. Объект, представляется в виде совокупности независимых отражателей, и может наблюдаться с различных точек. Для каждой из простейших составляющих, которые входят в объект, имеющий сложную форму (пластины, цилиндры, кромки, сферы и др.) известны закономерности рассеянных полей. Есть возможности для того, чтобы определить рассеянное электромагнитное поле относительно всего объекта, основываясь на таких выражениях и известных сдвигах фаз относительно рассеянных волн от разных простейших составляющих. Задачей является определение того, какое амплитудно-фазовое распределение поля во вторичном излучении объекта в анализируемой рабочей зоне по массиву зарегистрированных отсчетов диаграммы обратного рассеяния. Определена зависимость разрешающей способности восстановления локальных источников на поверхности объектов в рамках радиоголографического подхода от сектора углов наблюдения. Определены результаты разрешающей способности алгоритма в зависимости от различных шумов: нормального, равномерного и по распределению Релея.

Ключевые слова: радиоголографический метод, восстановление радиоизображений, разрешающая способность.

THE FEATURES OF THE RADIO IMAGES**Filimonova Y.E.***Voronezh institute of high technologies, Voronezh, e-mail: dzhuliafilimon@yandex.ru*

The paper discusses the issues related to the possibility of the restoration of radio image. The object is represented as a set of independent reflectors and can be observed from different points. For each of the elementary components composing the object complex shapes (plates, cylinders, edges, spheres, etc.) the known expressions for the scattered field. There is the possibility of determining the scattered electromagnetic fields from the entire facility using these expressions and the known phase displacements between the waves scattered from the various elementary components. The task is to determine the amplitude-phase field distribution of the secondary radiation of the object in a predetermined work area of the array was counts back scattering. The dependence of resolution of recovery of local sources on the surface of objects within radioholographic approach from the sector of viewing angles. Determined by the results of the resolution of the algorithm depending on different noise: normal, uniform and Rayleigh distribution.

Keywords: radioholographic method, the restoration of radio image, resolution

Процессам развития теории и практики систем, связанным с получением радиоизображений разных объектов в течение последних лет посвящено множество зарубежных и отечественных публикаций, в которых, в том числе, описывается применение радиоголографических методов [7, 8].

Радиоголографию иногда рассматривают как одно из приложений обычной голографии для микроволнового диапазона. Существуют общие черты в волновых механизмах, схожие характеристики в элементной базе, возможности для того, чтобы сравнивать рабочие длины волн, это ведет к тому, что развиваются теории и способы для того, чтобы рассматривать разные классы задач. Идет построение алгоритмов и методов, которые направлены на разные приложения [3]: развитие средств радиовидения, антенных решеток [2], систем СВЧ-томографии и др.

Среди многих возможностей, которые существуют в голографических подходах, связанных с тем, как происходит регистрация и преобразование изображений, мы можем выделить процессы избирательно-

го восстановления некоторой информации в образах [4]. Существуют определенные отличия радиоголографического подхода от обычного. Для обычного подхода идут процессы коррекции по аберрированным изображениям, идентификации образов по тому, какие геометрические признаки, при этом идет обеспечение инверсных условий регистрации на базе использования сопряженной опорной волны, согласованных пространственных фильтров и др.

При использовании микроволновой голографии поскольку нет чувствительных регистрирующих сред, характеризующиеся удовлетворительными динамическими свойствами, регистрировать микроволновые голограммы можно эффективным образом можно только с привлечением нескольких когерентных приемных устройств. Дискретный характер и ограниченность голограмм связана с их определенным числом, пространственное разрешение – определяется конечным волновым размером [5].

Свойство конечности, детерминированности голограмм в радиодиапазоне определяет новые функциональные возмож-

ности для того, чтобы проходила их реконструкция с учетом априорной информации о том, каким образом размещают приемные устройства.

Алгоритмы, позволяющие преобразовывать радиоголограммы, мы можем создавать с привлечением вычислительных средств (аналоговые и цифровые). Первых из них используются уже довольно давно, для них характерна гибкость и универсальность, однако они имеют ограниченную производительность и с их использованием не во всех случаях можно рассматривать в реальные масштабы времени.

Для более эффективной обработки радиосигналов следует использовать когерентно-оптические процессоры, характеризующиеся широкими функциональными возможностями, а также предельными быстройдействием и производительностью.

В радиоголографической сфере рассматривают процессы, связанные с моделированием и изменением параметров антенн. В рамках голографических подходов можно определить параметры антенн для таких зон Френеля, которые будут проходить рядом с антеннами.

Непрерывно растущий интерес, касающийся нелинейных средств обработки изображений связан с тем, что есть ряд причин. В основном, это связано с тем, что, систему визуального восприятия людей требуется рассматривать как нелинейную. Помимо этого требуется проводить учет нелинейного поведения систем регистрации и создания изображений [1, 9].

Объект, представляется в виде совокупности независимых отражателей, и может наблюдаться с различных точек.

По каждой из простейших составляющих, которые входят в состав объекта, имеющего сложную форму (пластины, цилиндры, кромки, сферы и др.) существуют данные по закономерностям рассеянных полей. Есть возможности для того, чтобы определить рассеянное электромагнитное поле от всего объекта на основе таких закономерностей и информации по сдвигам фаз среди рассеянных волн от разных простейших составляющих.

Задачей является определение того, каким будет амплитудно-фазовое распределение поля во вторичном излучении объекта по заданной рабочей зоне при анализе массива зарегистрированных отсчетов в диаграмме обратного рассеяния.

При использовании радиоголографического подхода, с учетом изменения структу-

ры поля облучения в процессе измерений, расчет радиолокационного изображения можно провести на основе данных об амплитудно-фазовом распределении антенны при расположении ее в заданной точке наблюдения, а также амплитудно-фазовом распределении плоского поля, распространяющегося в заданном направлении.

Определена зависимость разрешающей способности восстановления локальных источников на поверхности объектов в рамках указанного алгоритма от сектора углов наблюдения. Использовался регуляризирующий оператор, что позволило достичь улучшения разрешающей способности, особенно при малых углах наблюдения. Разрешающая способность метода не превышает 21, когда угол наблюдения больше 12.7°.

Помимо точечных отражателей, на основании вышеизложенного алгоритма проводилось восстановление локальных отражателей, распределенных в пространстве – полых структур, представляющих собой отрезок плоского волновода. При проведении математического моделирования расчет характеристик рассеяния осуществлялся на базе метода физической теории дифракции, и еще использовался модальный метод.

Поле, рассеянное двумерной плоской для случая Е-поляризации падающей электромагнитной волны, рассчитывалось на основе методики, изложенной в [10].

При использовании аподизации уменьшается число побочных максимумов на плоскости сканирования, что позволяет более качественно восстановить искомые локальные отражатели.

Определены результаты разрешающей способности анализируемых алгоритмов в зависимости от соответствующих шумов: нормального, равномерного и по распределению Релея.

На основе метода интегральных уравнений [6] для отдельных видов дифракционных структур могут быть построены соответствующие алгоритмы расчета характеристик рассеяния, дающие возможность уточнить поведение токов в области локальных источников.

Мы рассматривали решение следующей задачи. На объект, содержащий в своем составе полую структуру, падает радиоволна. На основе данных по отраженной радиоволне проводится построение радиоизображения. Схема эксперимента приведена на рис. 1.

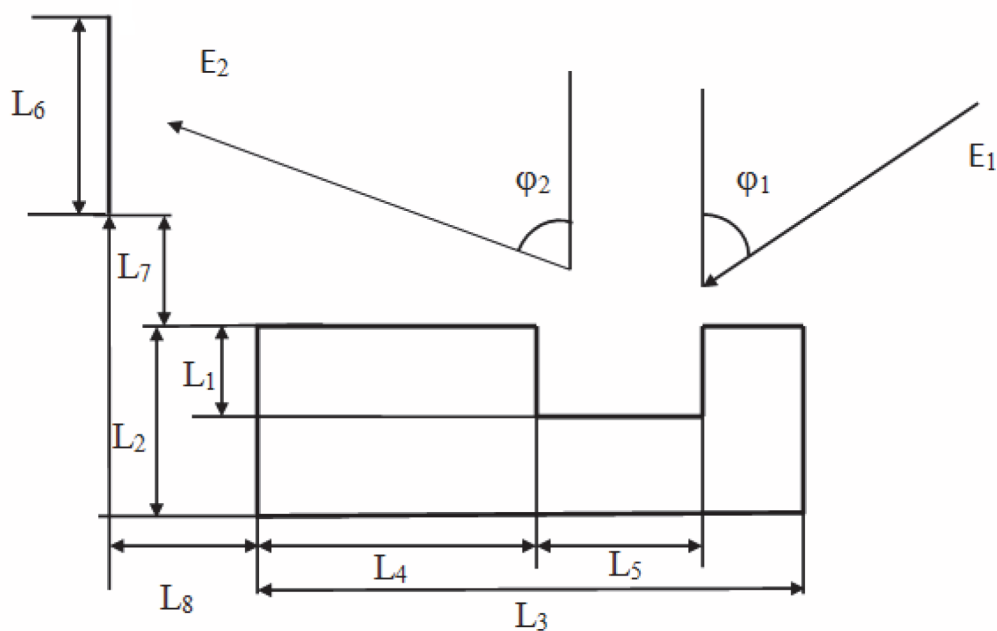


Рис. 1. Схема построения радиоизображения объекта, в состав которого входит поля структура

Здесь $L_1=5L$, $L_2=7L$, $L_3=12L$, $L_4=5L$, $L_5=2L$, $L_6=10L$, он располагается на расстоянии $L_7=6L$,

$L_8=2L$ от анализируемого объекта, L – определяет падающую электромагнитную волну.

На рис. 2 приведено построенное изображение. Видно, что максимальные значения амплитуды в нем соответствуют краям объекта.

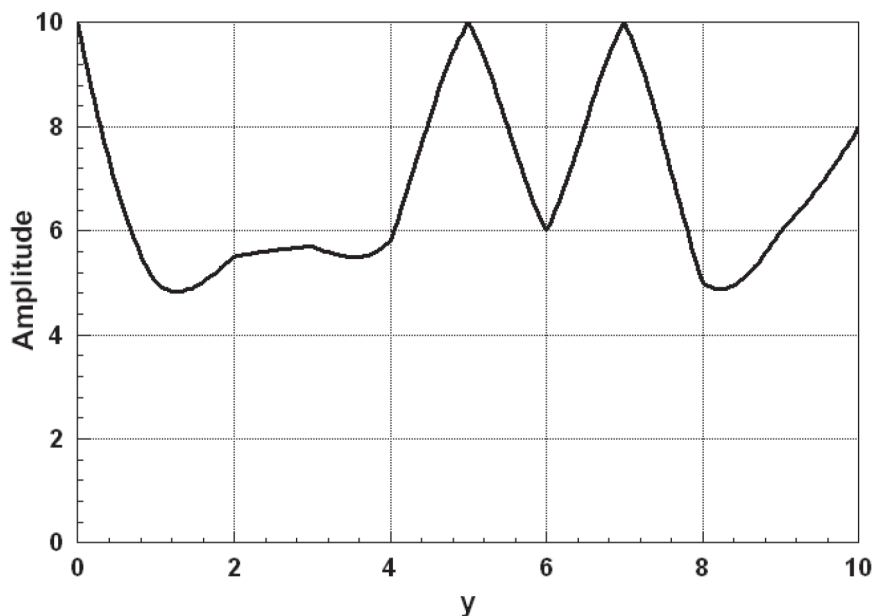


Рис. 2. Схема построения радиоизображения объекта, в состав которого входит поля структура

На рис.3 продемонстрировано, каким образом идет изменение ширины лепестка изображения, соответствующем краю объекта.

мости от различных шумов: нормального, равномерного и по распределению Релея. Кривая 1 соответствует нормальному шуму, кривая 2 соответствует равномерному шуму,

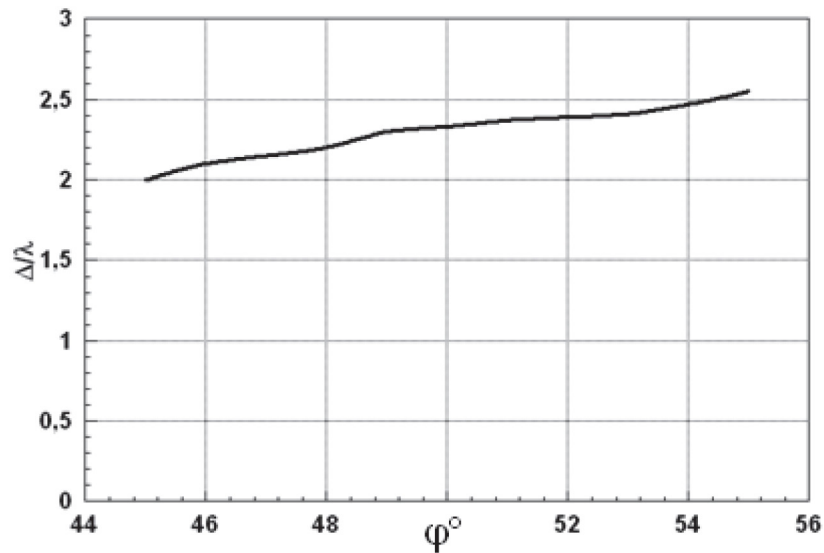


Рис. 3 Схема построения радиоизображения объекта, в состав которого входит поляя структура

На рис. 4 приведены результаты разрешающей способности алгоритма в зависи-

мости от различных шумов: кривая 3 соответствует шуму по распределению Релея.

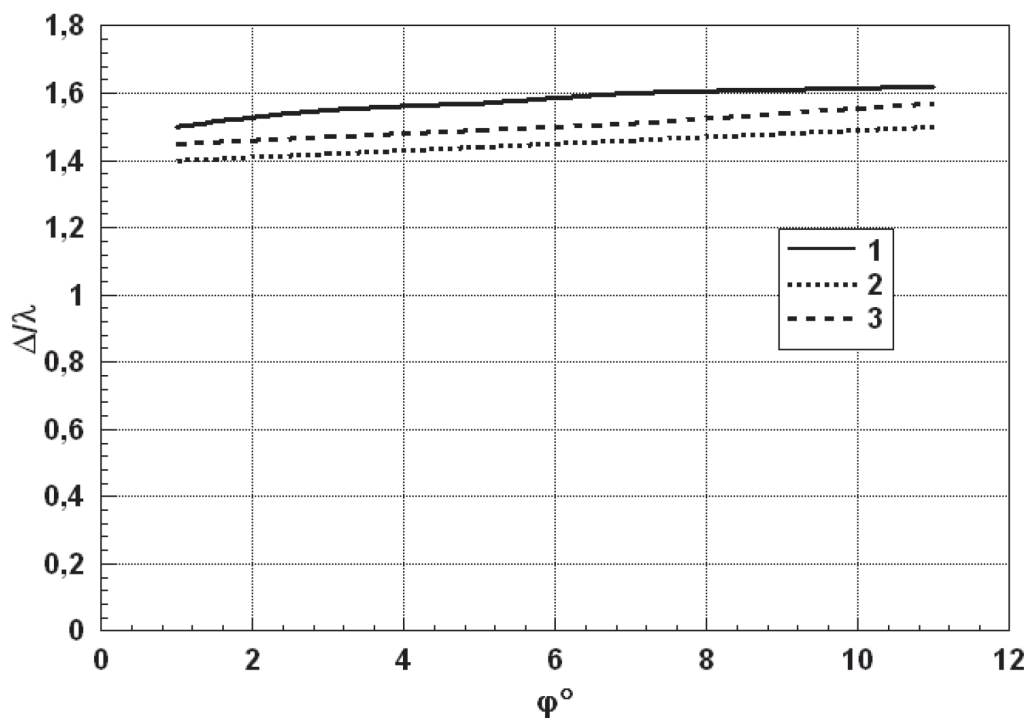


Рис. 4. Результаты разрешающей способности алгоритма в зависимости от различных шумов: нормального, равномерного и по распределению Релея

Таким образом, в работе проведено исследование возможностей построения радиоизображений объектов, в состав которых входят полые структуры.

Список литературы

1. Вековищева К.В. Распознавание изображений сигналов, имеющих сложную форму / К.В. Вековищева, В.В. Костюченко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1(16). – С. 17.
2. Львович И.Я. Разработка информационного и программного обеспечения САПР дифракционных структур и радиолокационных антенн / И.Я. Львович, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2006. – Т. 2. № 12. – С. 63–68.
3. Львович И.Я. Разработка принципов построения САПР дифракционных структур и радиолокационных антенн / И.Я. Львович, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2006. – Т. 2. № 12. – С. 125–127.
4. Преображенский А.П. Методы прогнозирования характеристик рассеяния электромагнитных волн / А.П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2014. – № 1 (4). – С. 3.
5. Преображенский А.П. Моделирование характеристик рассеяния объектов, в состав которых входят кромки / А.П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2(13). – С. 7.
6. Секушина С.А. О возможностях применения гибридации в электродинамике / С.А. Секушина // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3–2. – С. 234–235.
7. Чапурский В.В. Получение радиоголографических изображений объектов на основе разреженных антенных решеток типа ММО с одночастотным и многочастотным излучением. / В.В. Чапурский // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, сер. «Приборостроение», вып 4(85), 2011. – С. 72–91.
8. Чапурский В.В. Сравнительные аспекты фокусировки классических и мультистатистических дискретных радиоголограмм / В.В. Чапурский // Труды V Всероссийской конференции «Радиолокация и радиосвязь», 21–25 ноября 2011 г. – С. 100–104.
9. Щербатых С.С. Применение методов обработки сигналов с помехами / С.С. Щербатых // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3–2. – С. 241–242.
10. Stefanovic J. The technique of calculation the parameters of the electromagnetic the fields scattered by the body with complex form in the near zone / J. Stefanovic, E. Ruzitsky // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 2(17). – С. 7.