

УДК 621.396

М.Н. Мирошникова  
**ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА РАДИОИЗОБРАЖЕНИЙ В  
СИСТЕМАХ СВЯЗИ**

*ЗАО "Связной Логистика", г. Воронеж*

*Проведен анализ возможностей анализа радиоизображений при распространении радиоволн в системах связи и задачах дифракции. Обсуждаются случаи воздействия помех на радиоизображения.*

**Ключевые слова:** радиоизображение, рассеяние радиоволн, система связи, дифракция.

В настоящее время проведение обработки радиоизображений представляет собой важное направление в применении современной вычислительной техники. Уже хорошо проработаны такие проблемы обработки радиоизображений, как проведение фильтрации и восстановление радиоизображений, сегментация радиоизображений, осуществление дискретизации и квантования. Созданы и разработаны различные алгоритмы с целью решения подобных проблем, поскольку задачи обработки, восстановления радиоизображения являются актуальными, опираясь на то, что радиоизображение вследствие несовершенства создающих его и регистрирующих систем будет искаженной (нечеткой) копией оригинала.

Когда говорят о восстановлении радиоизображения, то под ним понимают процессы, связанные с получением исходных радиоизображений из искаженных при осуществлении формирования и регистрации цифровых радиоизображений за счет того, что уменьшаются искажения, которые могут быть обусловлены явлениями дифракции, паразитными рассеяниями и другими причинами. Проведение восстановления радиоизображений представляет собой некорректно поставленную задачу, так как может происходить нарушение требований, связанных с корректностью: какое решение существует, однозначно ли оно и насколько устойчиво [1-16]. В связи с этим можно заметить сложности при решении подобных задач, которые являются актуальными уже потому, что методики восстановления радиоизображений находятся в основе того, как функционируют современные приборы для компьютерной томографии, проведения процессов дистанционного наблюдения, устройств неразрушающего контроля и т.д.

Задачи, касающиеся распознавания радиоизображений помимо классических задач по распознаванию фигур, имеющих заданную форму на радиоизображении определяют новые задачи, связанные с распознаванием линий и углов на радиоизображении, построением методик распознавания краем радиоизображения. Внутреннее заполнение

радиоизображения связано с особенностями дифракции электромагнитного поля на различных объектах [17-25]. Проведение идентификации радиоизображений, сравнение их с шаблонами представляют собой весьма важную задачу в существующих условиях, поскольку его часто применяют в системах идентификации и защиты информации.

То, что радиоизображение имеет двумерный характер, если сравнивать с обычными сигналами, позволяет достичь дополнительных возможностей, когда проходит оптимизация цифрового представления, если необходимо достичь сокращения в объеме получаемых цифровых данных. Исходя из этого, исследователи рассматривали вопросы, связанные с наилучшим размещением уровней квантования. Но при этом можно отметить, что в достаточно большом числе случаев на практике используют дискретизацию, базирующуюся на равномерном квантовании. Это определяется тем, что соответствующие операции достаточно просто выполняются, также есть небольшие преимущества, если сравнивать с использованием оптимальных преобразований. В конечном счете цифровое радиоизображение обычно представляют в виде матрицы, у которой строки и столбцы будут соответствовать строкам и столбцам радиоизображения.

Основные вопросы, которые возникают при проведении замены непрерывного радиоизображения дискретным, заключается в том, что определяются условия, при которых указанная замена может быть полноценной то есть не происходит потеря информации, которая содержится в непрерывных сигналах. Можно считать отсутствие помех тогда, когда, имея дискретный сигнал, можно проводить восстановление непрерывного. Исходя из математической постановки задачи вопросы, в результате, связаны с восстановлением непрерывных сигналов для двумерных промежутков между узлами, причем значения в узлах являются известными, то есть, происходит реализация двумерной интерполяции. Для того, чтобы можно было ответить на такие вопросы можно проводить анализ спектральных свойств непрерывного и дискретного радиоизображений.

В большинстве случаев радиоизображения, которые формируются разными техническими системами, подвержены искажениям различных помех. В результате затрудняется их визуальный анализ, и автоматическая обработка в ЭВМ. Когда решаются некоторые задачи обработки радиоизображений, то при этом в роли помех могут быть даже какие-то составляющие самого радиоизображения. То есть, отдельные компоненты изображения для разделяемых областей представляют собой помеху.

Более сложной является задача построения радиоизображения для полых структур, чем для выпуклых объектов. Это связано с тем, что

процессы распространения электромагнитных волн в в полых структурах связаны с большим числом переотражений [26-29].

Действие помех может быть ослаблено вследствие использования фильтрации. При этом сигнал в каждой точке для исходного радиоизображения, который искажен помехой, заменяют определенным другим значением сигнала, которое мы будем признавать как наименьшим образом искаженным помехой. Радиоизображение достаточно часто является двумерной функцией пространственных координат, причем происходит ее изменение по этим координатам достаточно медленно, если сравнивать с помехой, которая также является двумерной функцией.

Тогда мы можем при проведении оценки полезных сигналов для каждой точки радиоизображения принимать во внимание определенное множество соседних точек, учитывая, что есть определенная похожесть сигнала по этим точкам. Для других случаев, наоборот, признаком полезного сигнала могут считаться резкие перепады по амплитуде. Но при этом, большей частью, частота указанных перепадов не очень велика, поэтому для значительных промежутков между ними сигналы или постоянны, или изменяются довольно медленно. В таких случаях происходит проявление свойств сигналов при проведении наблюдений его не только для локальных точек, но и при осуществлении анализа их окрестностей. Отметим, что необходимо считать понятие окрестности весьма условным. Ее можно образовать лишь за счет ближайших по радиоизображению соседями, но при этом могут возникать окрестности, которые содержат в себе довольно много и весьма сильно удаленных точек. Для такого случая, конечно, то, какова степень влияния по далеким и близким точкам на решения, которые принимает фильтром в определенной точке радиоизображения, будет совершенно разной.

При решении задачи необходимо стремиться к тому, чтобы, чтобы была найдена такая рациональная вычислительная процедура, которая давала бы возможности достижения наилучших результатов. Общепринято при проведении решения такой задачи привлекать вероятностные модели радиоизображения и помехи, а также применять статистические критерии оптимальности.

Предлагается проводить анализ радиоизображений в системах связи для повышения качества их функционирования [30-34]. От базовой станции распространяющуюся волну можно представить в виде совокупности лучей, причем небольшая их часть несет большую часть мощности [35-40].

В заданной области, которая рассматривается с точки зрения потенциального приема можно представить распределение электромагнитного поля как радиоизображение.

При восстановлении радиоизображений достаточно часто используют подход, связанный с пространством фурье-спектров, также применяют разные модификации, которые основываются на быстром преобразовании Фурье (БПФ). Вне зависимости от того, для какого из двух пространств (по сигналам или фурье-образам) осуществляется восстановление, в алгоритме формирования радиоизображения рассматривается важная теорема о проекциях и сечениях. Для случая двух измерений в теореме о проекциях и сечениях устанавливается, что: проведение одномерного преобразование фурье-проекции, которое получено под заданным углом, является сечением по двумерному преобразованию фурье-радиоизображения, которое происходит вдоль линии, идущей через центр координат плоскости  $(B, N)$  оно составляет определенный угол осью  $B$ .

Проведение решения задачи восстановления радиоизображений связано с осуществлением интерполяции плоскости  $(B, N)$  для тех радиальных сечений, которые в ней выбраны.

При анализе цифровых радиоизображений с помехами может проходить их восстановление на основе кодов Рида-Маллера (RM) и Боуза-Чоудхури-Хоквингема (БЧХ) [41]. Код БЧХ отлично справляется с ошибками до отметки 37%. Хорошую исправляющую способность без видимых искажений до отметки 17% показывает код Рида-Маллера.

Таким образом, при проведении анализа радиоизображений необходимо комплексное использование математических методов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Головинов С.О., Преображенский А.П., Львович И.Я. Моделирование распространения миллиметровых волн в городской застройке на основе комбинированного алгоритма / Телекоммуникации. 2010. № 7. С. 20-23.
2. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование метода трассировки лучей для проектирования беспроводных систем связи / Электромагнитные волны и электронные системы. 2012. Т. 17. № 1. С. 32-35.
3. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование методов оптимизации при проектировании систем радиосвязи / Теория и техника радиосвязи. 2011. № 1. С. 5-9.
4. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Телекоммуникации. 2010. № 11. С. 2-6.
5. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование метода трассировки лучей при проектировании

- беспроводных систем связи / Информационные технологии. 2011. № 8. С. 40-42.
6. Милошенко О.В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 60-62.
  7. Мишин Я.А. О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 153-156.
  8. Головинов С.О., Хромых А.А. Проблемы управления системами мобильной связи / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 13-14.
  9. Преображенский А.П. Оценка возможностей комбинированной методики для расчета ЭПР двумерных идеально проводящих полостей / Телекоммуникации. 2003. № 11. С. 37-40.
  10. Преображенский А.П. Прогнозирование радиолокационных характеристик идеально проводящей полости в диапазоне длин волн / Телекоммуникации. 2005. № 12. С. 29-31.
  11. Львович И.Я., Преображенский А.П. Расчет характеристик металлодиэлектрических антенн / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2005. Т. 1. № 11. С. 26-29.
  12. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П. Решение задач оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн на дифракционных структурах при их проектировании / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 255-256.
  13. Преображенский А.П. Прогнозирование радиолокационных характеристик объектов в диапазоне длин волн с использованием результатов измерения характеристик рассеяния на дискретных частотах / Телекоммуникации. 2004. № 5. С. 32-35.
  14. Преображенский А.П. Моделирование и алгоритмизация анализа дифракционных структур в САПР радиолокационных антенн / Воронеж, Научная книга, 2007, 248 с.
  15. Косилов А.Т., Преображенский А.П. Методы расчета радиолокационных характеристик объектов / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2005. Т. 1. № 8. С. 68-71.
  16. Баранов А.В. Проблемы функционирования mesh-сетей / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 49-50.
  17. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Алгоритм расчета радиолокационных характеристик полостей с использованием приближенной модели / Системы управления и информационные технологии. 2005. № 4. С. 17-19.

18. Ерасов С.В. Проблемы электромагнитной совместимости при построении беспроводных систем связи / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 137-143.
19. Шутов Г.В. Оценка возможности применения приближенной модели при оценке средних характеристик рассеяния электромагнитных волн / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 61-67.
20. Шутов Г.В. Приближенная модель для оценки средних характеристик рассеяния / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 60.
21. Кульнева Е.Ю., Гащенко И.А. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 50.
22. Львович Я.Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения - Воронеж, 2006, Издательство "Кварт", 415 с.
23. Преображенский А.П., Юров Р.П. САПР современных радиоэлектронных устройств и систем / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2006. Т. 2. № 3. С. 35-37.
24. Самойлова У.А. Анализ сложных электродинамических объектов на основе параллельных вычислений / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 55-56.
25. Львович И.Я., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Построение алгоритма оценки средних характеристик рассеяния полых структур / Телекоммуникации. 2014. № 6. С. 2-5.
26. Преображенский А.П., Хухрянский Ю.П. Аппроксимация характеристик рассеяния электромагнитных волн элементов, входящих в состав объектов сложной формы / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2005. Т. 1. № 8. С. 15-16.
27. Преображенский А.П. Исследование возможности определения формы объекта в окрестности восстановления локальных отражателей на поверхности объектов по их диаграммам обратного рассеяния / Телекоммуникации. 2003. № 4. С. 29-32.
28. Преображенский А.П. Прогнозирование радиолокационных характеристик объектов с радиопоглощающими покрытиями в диапазоне длин волн / Телекоммуникации. 2003. № 4. С. 21-24.
29. Львович Я.Е., Львович И.Я. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде / под редакцией Львовича Я.Е.//Воронеж, 2010, Издательство "Научная книга", 139 с.
30. Баранов А.В. Некоторые особенности лучевых методов расчета характеристик распространения электромагнитных волн / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 9-13.

31. Чутченко Ю.Е., Преображенский А.П. Исследование возможности улучшения качества изображения / Территория науки. 2007. № 3. С. 364-369.
32. Щепилов Е.В. Основы создания подсистемы распознавания изображений сигналов сложной формы / Успехи современного естествознания. 2011. № 7. С. 242а.
33. Босова О.В. Проблемы обработки изображений в технических системах / Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 105а.
34. Пивоварова Ю.А. Об обработке радиоизображений / Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 61.
35. Блохина Т.В. Исследование алгоритмов обработки изображений / Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 70.
36. Босова О.В. Об исследовании алгоритмов восстановления изображений / Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 70.
37. Блохина Т.В. Особенности исследования алгоритмов обработки изображений / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 31.
38. Гащенко И.А. Разработка программного средства распознавания изображений сигналов / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 37-38.
39. Пекшев Г.А., Дмитриев Р.А. Особенности построения радиоизображений / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 069-070.
40. Васильева К.С. Проблемы обработки изображений / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 34.
41. Федоринова Н.В., Преображенский А.П. Исследование исправляющей способности кодов / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 094-097.

M.N.Miroshnikova

## THE POSSIBILITIES OF ANALYSIS OF RADIO IMAGES IN COMMUNICATION SYSTEMS

*JSC «Svyaznoy logistics», Voronezh*

*The analysis of the analysis of images with the dissemination of radio waves in communication systems and the problems of diffraction is carried out. The cases of interference in radio images are discussed.*

**Keywords:** radio image, the scattering of radio waves, communication system, diffraction.