

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.396.96(075.8)

Томашевская
Полина Сергеевна

Алгоритм обработки сигнала в широкозахватной системе подповерхностного
зондирования

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-39 80 01 «Радиосистемы и радиотехнологии»

Научный руководитель:
Гринкевич Антон Витальевич
Кандидат технических наук, доцент

Минск 2023

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших современных тенденций развития методов и средств обнаружения заглубленных объектов является повышение их информативности. С одной стороны, это естественное требование практики в нашем все усложняющемся мире. С другой стороны, технически оно основательно подкрепляется компьютерными технологиями, обеспечивающими недостижимые прежде возможности обработки, хранения и представления информации.

Подповерхностная радиолокация и компьютерная томография, как метод визуализации внутренней структуры непрозрачных сред, относится к числу наиболее бурно развивающихся областей науки. Томографические средства обработки данных с тем или иным успехом применяются во всех дисциплинах, изучающих взаимодействие проникающих излучений и полей с веществом. Не является исключением и электромагнитные волны сверхвысоких частот (СВЧ). По результатам измерения параметров отраженных СВЧ волн и последующей их обработки могут быть определены форма, положение скрытых объектов, распределение комплексной диэлектрической проницаемости и т. д.

Диэлектрические среды, представляющие практический интерес, такие как почва, строительные конструкции, практически все характеризуются заметным затуханием ЭМВ, быстро возрастающим с увеличением частоты. Поэтому для просвечивания исследуемой поверхности на необходимую глубину приходится применять относительно низкие частоты излучения, что приводит к низкой разрешающей способности. Вместе с тем необходимо обнаруживать и идентифицировать малоразмерные объекты.

Целью данной работы являлся проверка возможности применения адаптивных алгоритмов обработки принимаемых сигналов для формирования радиолокационного изображения.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Для получения высокого разрешения по глубине при решении задачи обнаружения и идентификации заглубленных объектов актуальной становится задача применения современных методов обработки отраженных (рассеянных) сигналов.

Бурное развитие цифровой вычислительной техники значительно расширило сферы приложения спектральных методов к обработке информации, сформировав направление цифрового спектрального анализа (ЦСА). Появление цифровых алгоритмов быстрого преобразования Фурье (БПФ) значительно расширило роль спектрального оценивания, обеспечило практическую реализацию ЦСА в подповерхностных радиолокаторах с непрерывным излучением при формировании радиолокационного изображения исследуемой поверхности.

Классически для получения радиолокационного изображения исследуемой поверхности в подповерхностных радиолокаторах с непрерывным излучением, используются классические методы спектрального анализа, основанные на ДПФ с весовым окном обработки. Существенным недостатком классических методов является низкое спектральное разрешение и большой уровень боковых лепестков в спектральной области.

При этом улучшение спектрального разрешения возможно двумя путями:

- использование более широкополосных ЗС, что накладывает дополнительные требования на передающее, приемное устройства и антенно-фидерный тракт;
- использование адаптивных методов спектрального оценивания для формирования радиолокационного изображения исследуемой поверхности, в частности радиолокационного глубинного портрета (РГП).

По этой причине в данной работе рассматриваются возможности применения адаптивных методов спектрального оценивания для формирования радиолокационного изображения исследуемой поверхности, определяются условия их функционирования и разрабатываются устройства реализующие данные методы, позволяющие повысить эффективность подповерхностного радиолокатора с непрерывным ЗС по обнаружению различных классов заглубленных объектов.

В диссертации в результате выполнения работы необходимо решить следующие задачи:

- Провести анализ методов для формирования радиолокационного глубинного портрета

- Разработать математические модели обработки принятого сигнала в целях формирования радиолокационного изображения исследуемой поверхности классическим методом и методом максимального правдоподобия

- Выполнить математическое моделирование и сравнительный анализ классического и адаптивного алгоритмов формирования радиолокационного глубинного портрета.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении описана актуальность темы диссертации и основные задачи работы.

В разделе 1 проведен аналитический обзор литературы по теме исследования.

Раздел 2 посвящен обоснованию выбора метода для формирования радиолокационного изображения. Рассмотрены такие методы, как:

- классические методы спектрального оценивания при формировании радиолокационного глубинного портрета

- авторегрессионные методы спектрального оценивания при формировании радиолокационного глубинного портрета

- спектральное оценивание методом наименьших квадратов Прони при формировании радиолокационного глубинного портрета

- спектральное оценивание методом максимального правдоподобия и методом минимума дисперсии шума для формирования радиолокационного глубинного портрета

В разделе 3 приведена математическая модель обработки принятого сигнала в целях формирования радиолокационного изображения исследуемой поверхности. Рассмотрена математическая модель формирования радиолокационного глубинного портрета классическим методом и методом максимального правдоподобия.

Раздел 4 посвящен моделированию и сравнительному анализу изображения, полученного классическим и адаптивными методами.

В заключении излагаются основные выводы по результатам работы в сопоставлении с общей целью и поставленными задачами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной работы являлся проверка возможности применения адаптивных алгоритмов обработки принимаемых сигналов для формирования радиолокационного изображения.

В целях исследования возможности применения адаптивных методов обработки принимаемых сигналов мной рассмотрены классический и адаптивный методы.

В рамках работы решены следующие задачи:

- Проведен анализ методов для формирования радиолокационного глубинного портрета, в рамках которого были рассмотрены классические и адаптивные методы. Сделано предположение, что наиболее перспективными будут являться адаптивные методы.

- Разработаны математические модели обработки принятого сигнала в целях формирования радиолокационного изображения исследуемой поверхности классическим методом и методом максимального правдоподобия.

- Выполнено математическое моделирование и сравнительный анализ классического и адаптивного алгоритмов формирования радиолокационного глубинного портрета. В результате установлено, что адаптивный метод позволяет более точно определить местоположение заглубленного объекта и получить более четкое радиолокационное изображение.

Научная новизна диссертации заключается в разработке математических моделей классического и адаптивного методов формирования РГП. Практическая ценность работы заключается в сравнительном анализе и обосновании возможности применения адаптивного алгоритма на основе ММП для формирования РГП, что доказывается результатами математического моделирования, из результатов которого следует, что ММП обладает лучшей разрешающей способностью и меньшим уровнем боковых лепестков по сравнению с классическим методом.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Томашевская П. С., Гринкевич А. В. Анализ методов спектрального оценивания с оценкой возможности их применения для формирования радиолокационного изображения/ Информационные радиосистемы и радиотехнологии 2022: материалы научно-технической конференции, Минск 29-30 ноября 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники : редкол : В.А. Богуш [и др.] – Минск: БГУИР, 2022, - с. 61-64
2. Гринкевич А. В., Орабей М. С., Иванец В. В., Томашевская П. С. Современные подходы к созданию систем обнаружения скрытых объектов/ Информационные радиосистемы и радиотехнологии 2022: материалы научно-технической конференции, Минск 29-30 ноября 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники : редкол : В.А. Богуш [и др.] – Минск: БГУИР, 2022, - с. 21-24
3. Томашевская П. С., Гринкевич А. В. Исследование возможности применения на практике авторегрессионных методов спектрального оценивания при формировании радиолокационного глубинного портрета/ Информационные радиосистемы и радиотехнологии 2023: материалы научно-технической конференции, Минск 18-19 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники : редкол : В.А. Богуш [и др.] – Минск

