

# О ПОВЫШЕНИИ ДЕТАЛИЗАЦИИ РАДИОИЗОБРАЖЕНИЙ

Павлова О.Л.

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доц. Петров В.А.  
Харьковский национальный университет радиозлектроники,  
Кафедра радиозлектронных систем  
пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166, Украина  
Тел.: +38 057 702 1587; e-mail:olyacasual@yandex.ru

*Abstract* — The results of correction of experimental data with using of Van Cittert's algorithm and a inverse filtration are described.

## 1. Введение

Для оценки состояния атмосферы важно знать распределение диэлектрической проницаемости по высоте  $\epsilon(h)$ . В свою очередь, оценить распределения  $\epsilon(h)$  возможно по рассеянному полю за радиогоризонтом. Трудности этих оценок заключаются в том, что отсутствует ясная связь между высотным профилем  $\epsilon(h)$  и характеристиками поля.

Информацию об эквивалентных источниках вторичного излучения содержат результаты измерения величин сигналов на выходе приемной антенны, полученные при быстром сканировании ее диаграммы направленности (ДН) в азимутальной плоскости на закрытых тропосферных трассах в зоне дифракции Френеля, приведенные в работах [1, 2].

В данной работе исследуется возможность восстановления пространственной структуры источников вторичного излучения по первичным записям «мгновенных» ДН, предоставленным для данной работы Я.С. Шифриным.

## 2. Основная часть

Полученные записи «мгновенных» ДН в работе [1] можно рассматривать как радиоизображение источников вторичных волн, полученное с дифракционно-ограниченной четкостью. Такое радиоизображение описывается сверткой  $I(\theta)$  функции  $A(\theta)$ , описывающей источники вторичного излучения, с импульсной реакцией фокусирующей системы  $G(\theta)$ , т.е. с ее невозмущенной ДН [3]. Формально решение задачи сводится к решению уравнения свертки

$$A(\theta) * G(\theta) = I(\theta). \quad (1)$$

В экспериментальных данных функции  $G(\theta)$  и  $I(\theta)$  известны не точно и отсутствует фазовая информация. Задача нахождения  $A(\theta)$  некорректна по А.Н. Тихонову [4], но возможно существование некоторого приближенного решения, удовлетворяющего уравнению (1).

В радиотехнических системах, как правило, преследуется цель получения наибольшего отношения сигнал-шум путем согласованной фильтрации. В реальных условиях точное согласование фильтра с сигналом не достигается, а коэффициент передачи фильтра  $k(\omega) \neq \text{const}$  в пределах спектра сигнала. Мы полагаем, что отклик фильтра содержит составляющую, пропорциональную энергии  $E$ , т.е.  $A(\theta)$  в (1) пропорционально  $E$ .

В экспериментальных ДН наблюдаются пики, которые уже, чем «невозмущенная» ДН. Это свидетельствует о сложной знакопеременной структуре  $A(\theta)$ . Мы хотим выявить детали внутри главного лепестка ДН, что соответствует повышению разрешающей способности системы.

Для восстановления функции  $A(\theta)$  использовались алгоритмы Ван-Циттерта и инверсной фильтрации [5]. Эти алгоритмы позволяют получить некоторое улучшение разрешающей способности системы, но в нашем случае не более, чем в два раза.

Аналогичная задача была решена в работе [6]. Результаты этой работы показывают, что информация о фазе очень существенна. Дополнительная информация о фазе комплексной функции  $A(\theta)$ , по существу, определяет решение. Мы постарались уточнить фазовую структуру  $A(\theta)$  и исследовали, как она изменяется в  $I(\theta)$ . Как и в работе [6], мы предположили, что фаза  $A(\theta)$  изменяется квадратично и обусловлена сферичным фронтом падающей волны. Результаты модельных экспериментов показали, что фаза в свертке  $I(\theta)$  изменяется по квадратичному закону, но не соответствует фазе  $A(\theta)$ . При «расширении»  $G(\theta)$  фаза  $I(\theta)$  стремится к постоянному значению. В модельных экспериментах выявлены особенности поведения  $I(\theta)$ , если  $A(\theta)$  соответствует рассеянию на регулярной неоднородности в виде слоя. Распределение начальных фаз вторичных волн различно при разной высоте слоя над поверхностью Земли. По отношению к приемной антенне центральная часть области рассеяния  $V(r)$  ведет себя как локальный источник вторичного излучения. При этом свертка  $I(\theta)$  практически совпадает с «невозмущенной» ДН. Это согласуется с выводами, сделанными в работах [1, 2].

## 3. Заключение

Применение алгоритма Ван-Циттерта позволяет получить некоторое улучшение детализации экспериментальных ДН, но не более чем в два раза.

Информация о фазе сигналов в радиоизображении очень существенна для получения окончательного решения, но эта информация неоднозначна.

По-видимому, о фазовой структуре источников вторичного излучения  $A(\theta)$  можно судить по локальным экстремумам в «мгновенных» ДН в пределах главного лепестка «невозмущенной» ДН.

## 4. Список литературы

- [1] Шифрин Я.С. Вопросы статистической теории антенн / Я.С. Шифрин. — М.: Сов. Радио, 1970. — 384 с.
- [2] Шифрин Я.С. Экспериментальное исследование дальнего тропосферного распространения ультракоротких радиоволн / Я.С. Шифрин, Ф.Б. Черный, Ю.А. Тихомиров и др. — Харьков: Изд. АРТА, 1964. — 103с.
- [3] Борн М. Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф. — М.: Наука, 1973. — 719 с.
- [4] Тихонов А.Н. Методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. — М.: Наука, 1974. — 222 с.
- [5] Обработка изображений и цифровой фильтрация / Под ред. Т. Хуанга. — М.: Мир, 1979. — 322 с.
- [6] Фролов О.П. Определение характера возбуждения тропосферного объема переизлучения по мгновенным диаграммам направленности тропосферных антенн / О.П. Фролов // Радиотехника. — 1974. — Вып. 6, — С. 94 — 96.