

## **ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ СИСТЕМ ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ**

Лисовой Р.О., Воронин В.В.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Карташов В.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. МИРЭС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d\_res@nure.ua, факс (057) 702-15-87

As the results of studies showed, the use of complex, in particular chirp sounding sound oscillations, makes it possible to significantly expand the range of wave numbers of the effective interaction of the emitted signals of the atmospheric sounding systems of the atmosphere and allows receiving a sufficiently high amplitude reflected signal from all sound heights from a single acoustic message without adjusting Bragg condition.

Исследованиям характеристик радиосигналов, рассеянных когерентными неоднородностями среды, создаваемых звуковыми колебаниями, применительно к системам радиоакустического зондирования атмосферы (РАЗ) посвящено значительное количество работ [1,2]. В указанных работах для анализа процесса рассеяния радиоволн на неоднородностях атмосферы используются, как правило, методы, предполагающие строгое решение радиофизической задачи, исходя из уравнений Максвелла, вследствие чего эти методы являются достаточно сложными и громоздкими.

Сложность используемых моделей затрудняет получение новых сведений об изучаемых объектах и ограничивает круг исследователей, способных ими воспользоваться. Кроме того, в силу указанных свойств они не могут выступить в качестве «заместителей» рассеивающих объектов при решении характерных для теории систем задач – анализа и синтеза зондирующих сигналов, разработки алгоритмов оптимального приема и т.д.

В соответствии с изложенным, существует необходимость в разработке более простых адекватных моделей рассеяния радиоволн на когерентных неоднородностях среды, имеющих системную, техническую направленность, которые отличались бы гибкостью, конструктивностью и могли эффективно использоваться при решении различных задач анализа и синтеза сигналов и систем. Конструктивный подход для исследования свойств зондирующих сигналов систем радиоакустического зондирования атмосферы, основанный на использовании функции рассеяния, которая может быть представлена в различных формах в зависимости от конкретной решаемой задачи, предложен в [1]. Исследуем далее свойства рассеянных радиосигналов, наблюдаемых в системах радиоакустического зондирования атмосферы, при использовании наиболее распространенных на практике форм зондирующих акустических и электромагнитных

колебаний, с использованием функции рассеяния.

При использовании корреляционной модели канала передачи [2] исследование рассеянного сигнала сводится к анализу тела рассеяния, которое представляет собой взаимную пространственно-частотную корреляционную функцию акустического и электромагнитного колебаний. Анализ свойств зондирующих колебаний необходим для оценки параметров рассеянного сигнала, а также для оценки энергетических показателей радиоакустической системы, её диапазона частот и характера обработки принятого сигнала.

Как показывают результаты исследования, использование сложных, в частности ЛЧМ зондирующих звуковых колебаний, позволяет существенно расширить область волновых чисел эффективного взаимодействия излучаемых сигналов систем радиоакустического зондирования атмосферы и позволяет получать достаточный по амплитуде отраженный радиосигнал со всех высот зондирования от одной акустической посылки без подстройки частот сигналов под условие Брэгга. Однако детальный анализ тел рассеяния, полученных с использованием таких сигналов, показывает, что для них также характерно наличие специфической погрешности оценивания скорости звука. Это объясняется, прежде всего, тем, что пространственный спектр сложных сигналов, в частности ЛЧМ и ФЧМ звуковых импульсов, является существенно неравномерным и вследствие этого главный лепесток спектрального тела рассеяния при использовании таких сигналов разворачивается относительно вертикальной плоскости  $q = 0$ . Причем в отличие от тел, полученных с использованием простых звуковых, сигналов, где главный лепесток тела разворачивается на некоторый определенный угол, здесь углы разворота различных сегментов основного лепестка различны и зависят от степени «скошенности» соответствующих участков спектра акустического сигнала. Форма и углы наклона сегментов основного лепестка спектрального тела рассеяния зависят от формы спектра акустического сигнала, количества мод в нем, от вида внутриимпульсной модуляции и значения базы, а также от параметров спектра используемого совместно с ним электромагнитного сигнала.

#### Список литературы

1. Карташов В.М., Тихонов В.А. и др. Обработка сигналов в радиоэлектронных системах дистанционного мониторинга атмосферы. - Харьков: ХНУРЭ, 2014. - 312 с.
2. Карташов В.М. Модели и методы обработки сигналов систем радиоакустического и акустического зондирования атмосферы. - Харьков: ХНУРЭ, 2011. - 234 с.