

ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ, РАССЕЯННЫХ КОНВЕКТИВНЫМИ ТЕРМИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ТРОПОСФЕРЕ

Олейников В. Н., Евсеев Д. Б., Литвин-Попович А. И.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, г. Харьков, пр. Ленина 14, email: res@kture.kharkov.ua

Аннотация — Рассмотрены спектральные и статистические характеристики радиолокационных отражений от конвективных термических процессов в тропосфере на основе результатов годового цикла радиолокационных наблюдений.

I. Введение

Явление рассеяния зондирующих колебаний (как электромагнитных, так и акустических) в ясном небе известны давно. Одной из наиболее распространенных причин возникновения неоднородностей диэлектрической проницаемости, являющихся источниками рассеяния локационных сигналов, являются конвективные термические процессы в тропосфере, одним из проявлений которых является термик. Спектральные характеристики сигналов рассеянных конвективными термическими неоднородностями важны для решения задачи выделения полезных сигналов на фоне пассивных помех, они также несут информацию об особенностях динамических процессов в атмосферных образованиях. Поэтому статистические характеристики параметров сигналов, рассеянных термиками представляют несомненный интерес. Детальная информация об особенностях протекания конвективных термических процессов важна как для формирования моделей мелкомасштабной динамики тропосферы, так и для решения задач прогнозирования дальнего распространения радиоволн.

II. Характеристики сигналов

На рис.1 представлена типичная пространственно-временная структура амплитуды сигнала, рассеянного конвективной термической неоднородностью (термиком), полученная на радиолокационной станции вертикального зондирования S диапазона. Форма огибающей радиозаха симметрична, как по высоте, так и во времени. На "ребре" этой структуры присутствуют временные вариации амплитуды рассеянного сигнала. Амплитудно-временная характеристика рассеянного сигнала содержит дифракционные вариации, обусловленные движением термической неоднородности относительно антенной системы.

Рассмотрим пространственную структуру спектра сигнала отраженного от конвективной термической неоднородности, рис. 2.

Неоднородность находится на высоте 780м. Низкочастотные колебания, присутствующие на высотах ниже 600м являются отражениями от местных предметов. Временные вариации амплитуды рассеянного сигнала представляют собой узкополосный колебательный процесс с центральной частотой 7,9 Гц.

На рис. 3 приведена динамика изменения спектра сигнала, рассеянного этой же неоднородностью.

Эта иллюстрация позволяет точно определить момент появления конвективной ячейки в диаграмме направленности антенны и момент выхода из нее по появлению узкополосного процесса с центральной частотой 7,9 Гц.

Распределение высот отражений за суточный период наблюдения (рис. 4) имеет мультимодальное распределение.

На рис. 5 приведено поле корреляции зависимости длительности регистрации отражений от высоты.

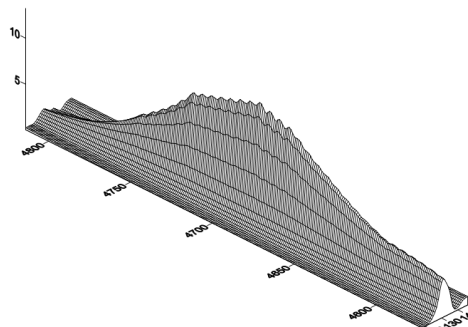


Рис. 1. Пространственно-временная структура амплитуды сигнала, рассеянного конвективной термической неоднородностью (термиком).

Fig. 1. Spatial-temporal structure of the amplitude of the signal scattered by the convective thermal inhomogeneity (thermic)

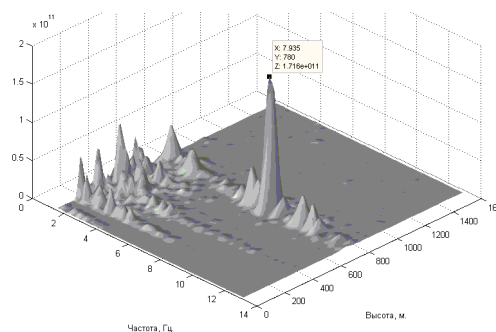


Рис. 2. Пространственная структура спектра сигнала отраженного от конвективной термической неоднородности.

Fig. 2. The spatial structure signal spectrum reflected from the convective thermal heterogeneity

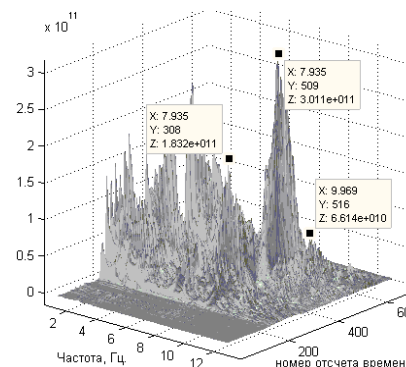


Рис. 3. Изменение структуры спектра сигнала, рассеянного конвективной термической неоднородностью, во времени.

Fig. 3. Changes in time in the spectrum structure of the signal, scattered by the convective thermal heterogeneity

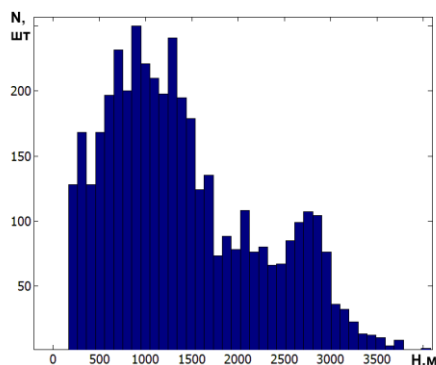


Рис. 4. Распределение отражений от конвективных термических неоднородностей по высотам.

Fig. 4. The distribution of the reflections from the convective thermal inhomogeneities on the heights

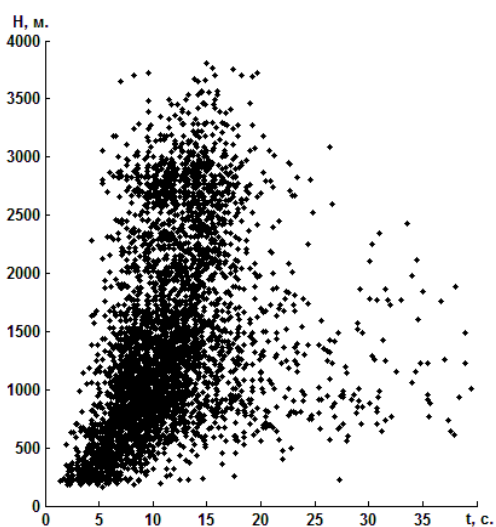


Рис. 5. Поле корреляции зависимости длительности отражений от высоты.

Fig. 5. The field dependence of the correlation length of the reflections on the altitude

III. Заключение

В работе рассмотрены особенности рассеяния радиоволн на конвективных термических неоднородностях атмосферы, приведены спектральные характеристики сигналов, рассмотрены статистические характеристики высотно-временных особенностей отражений.

CHARACTERISTICS OF RADAR SIGNALS SCATTERED BY CONVECTIVE THERMAL PROCESSES IN THE TROPOSPHERE

Olejnikov V. N., Yevsieiev D. B., Lytvyn-Popovych A. I.
 Kharkov National University of Radio Electronics
 61166, Kharkov, Lenin's 14 avenue
 email: res@kture.kharkov.ua

Abstract — The spectral and statistical characteristics of radar reflections from the convective thermal processes in the troposphere based on the results of the annual cycle of radar observations are considered.

I. Introduction

The phenomenon of scattering of probing waves (both electromagnetic and acoustic) in the clear sky have for long been known. One of the most common causes of the irregularities of the dielectric constant, are the sources of the radar signals scattering. They are the convective thermal processes in the troposphere, one manifestation of which is thermal effect. The spectral characteristics of signals scattered by convective thermal inhomogeneities are important for solving the separation of useful signals against a background of clutter. They also carry information on the features of dynamic processes in the atmospheric formations. Therefore, the statistical characteristics of parameters of signals scattered by the thermals are of great interest. Detailed information on the features of convective flow during the thermal processes is important both for the formation of small-scale models of the troposphere dynamics, and in terms of meeting the challenges of forecasting long-range propagation.

II. Measurements Results

Fig.1 shows a typical space-time structure of the amplitude of the signal scattered by the convection thermal inhomogeneity, obtained by vertical sounding radar S-band. The present temporal variation in the amplitude of the scattered signal are on the "ridge" of this structure. These diffraction variations caused by the thermal inhomogeneity motion with respect to the antenna system are described.

We consider the spatial structure spectrum of the signal reflected from the convective thermal heterogeneity. Temporal variations in the amplitude of the scattered signal is a narrow-band oscillatory process with a center frequency of 7.9 Hz.

The distribution of the altitudes of reflection for the daily observation period has a multimodal distribution.

The field dependence of the correlation length of recording reflections from the heights is shown.

III. Conclusion

The present paper describes the features of the radio waves scattering by the convective thermal inhomogeneities of the atmosphere. The spectral characteristics of signals are given. Besides, the statistical characteristics of altitude-temporal features of the reflections are presented