



КрыМиКо 2012 CriMiCo

22-я Международная Крымская конференция
СВЧ-техника
и телекоммуникационные технологии
Материалы конференции
сентябрь 2012 г.
Севастополь, Крым, Украина



Moscow • Kiev • Minsk • Sevastopol
2012

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТКЛИКА СРЕДНЕШИРОТНОЙ D-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ НА ПРОХОЖДЕНИЕ МОЩНОГО АТМОСФЕРНОГО ФРОНТА

Гоков А. М., Тырнов О. Ф.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина
г. Харьков, пл. Свободы 4, Украина, 61077
тел.: 057-7051251, e-mail: amg_1955@mail.ru

Аннотация – Установлено, что примерно в половине случаев во время прохождения атмосферного фронта в отличие от времени до и после него, наблюдаются квази-периодические изменения амплитуд частично отраженных КВ сигналов $A_{o,x}(z,t)$, радишумов $A_{lox}(z,t)$ в течение десятков минут, обусловленные, по-видимому, прохождением инфразвуковых волн. Установлено также, что в нижней части среднеширотной D-области ионосферы ($z < 80$ км) значения электронной концентрации оказались заниженными в 1,2 – 2,2 раза в сравнении с контрольными днями. Механизм такого снижения $N(z,t)$ представляется в воздействии тропосферного возмущения с помощью сложной цепочки процессов, затрагивающих как динамический канал, так и канал перераспределения малых составляющих.

I. Введение

Естественные возмущения в нижней ионосфере, вызываемые, например, сильными землетрясениями, солнечным терминатором, вулканами, сильными грозами, мощными атмосферными явлениями (прохождение атмосферных фронтов, циклоны и антициклоны и т. д.), затмениями Солнца, в настоящее время изучены еще недостаточно. Они часто оказывают существенное влияние на атмосферу и ионосферу Земли и поэтому представляют значительный интерес для понимания физики ионосферы и решения ряда прикладных задач радиосвязи, радионавигации и т. д. Для изучения явлений, возникающих в этих случаях в нижней ионосфере наиболее часто применяется метод частичных отражений (ЧО) (см., напр., [1]). Обусловлено это приемлемой точностью получения сведений о высотно-временных вариациях основных параметров нижней ионосферы и радишумов, возможностью проводить непрерывные длительные (десяtkи часов-суток) наблюдения с временным разрешением единицы секунд – единицы минут и разрешением по высоте 1,5 – 3 км. Как известно, естественные возмущения имеют широкий диапазон продолжительности: единицы секунд – десятки часов. В этой связи в настоящей работе рассматриваются результаты экспериментального исследования отклика среднеширотной D-области на прохождение мощного атмосферного фронта а также вариации характеристик частично отраженных КВ-сигналов и радишумов в эти периоды, полученные методом ЧО с помощью аппаратуры ХНУ имени В. Н. Каразина [1] в период 2000 – 2010 гг. вблизи г. Харькова.

II. Основные результаты и их обсуждение

Поведение концентрации электронов на разных высотных уровнях в среднеширотной D-области рассматривалось во время, до и после прохождения теплого и холодного атмосферных фронтов (АФ) (контрольные дни) в разные сезоны. Циклы непрерывных наблюдений методом ЧО составляли 3 – 3,5 суток. Их число составило 12.

Отметим, что наблюдения выполнялись в спокойных гелио-геомагнитных условиях. Времена начала и окончания прохождения АФ определены с точностью ~ 10 – 30 мин. Временные интервалы начала и спада АФ составляли десятки минут и более. Временные параметры АФ определялись по метеорологическим показателям: изменениям температуры и давления атмосферного воздуха, направлению и скорости ветра, измеренными вблизи поверхности Земли. Сведения о гелио-геомагнитных условиях и параметрах АФ получены по сети Интернет и в Харьковском гидрометеоцентре.

На рис. 1 приведены временные изменения концентрации электронов на разных высотных уровнях в среднеширотной D-области ионосферы в период до, во время и после прохождения теплого и холодного атмосферных фронтов в разные сезоны (в относительных единицах). Для сравнения взято отношение $N/N_{AФ}$ усредненных за 30 мин. значений $N(z,t)$, полученных в контрольный день N и в дни прохождения АФ $N_{AФ}$.

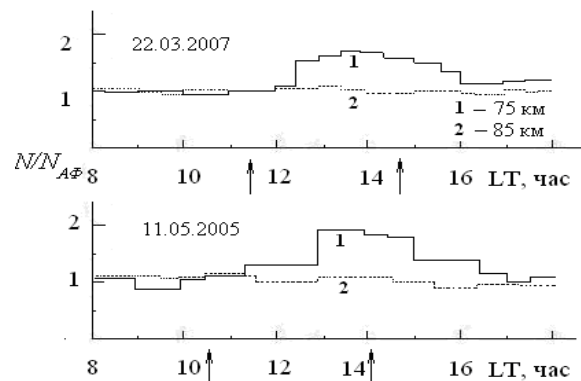


Рис. 1. Временные изменения концентрации электронов на разных высотных уровнях в среднеширотной D-области при воздействии атмосферных фронтов 11.05.2006 г. и 22.03.07 г. (стрелками указаны времена АФ).

Fig. 1. Temporal changes in the electron density at different altitude levels in the midlatitude D-region under the effect of atmospheric fronts, 05.11.2006 and 22.03.07 (the arrows indicate the periods of atmospheric fronts)

Анализ экспериментальных данных показал, что основные особенности высотно-временных изменений амплитуд частично отраженных КВ сигналов $A_{o,x}(z,t)$, шумов $A_{lox}(t)$ и $N(z,t)$ lkz всех рассмотренных экспериментов сводятся к следующему: 1) во время прохождения АФ и в течение 1 – 5 часов после него (иногда и больше, но идентификация затруднена воздействием солнечного терминатора) нестационарность ЧО-сигналов и радишумов заметно больше, чем в периоды до прохождения фронтов; 2) примерно в половине рассмотренных случаев выяв-

лены некоторые различия в поведении $A_{o,x}(z,t)$ во время прохождения АФ в отличие от времени до и после него: наблюдаются квазипериодические изменения $A_{o,x}(z,t)$ в течение десятков минут. При этом имеет место перемещение этого процесса по высоте. Как показал анализ первичных регистраций ЧО-сигналов, скорость перемещения процесса составляла $\sim 300 - 350$ м/с. Отметим, что подобные изменения наблюдались и в периоды сильных гроз. Спектральной обработкой установлено заметное увеличение энергии на частоте 0,5 Гц, что соответствует инфразвуковому диапазону. Отметим, что в фоновых измерениях в контрольный день подобных изменений не отмечено; 3) как видно из рис. 1, на высотах нижней части D-области ($z < 80$ км) значения N оказались заниженными в сравнении с контрольными днями. Занижение составило в 20 – 120%. Механизм такого уменьшения $N(z,t)$ представляется в воздействии тропосферного возмущения с помощью сложной цепочки процессов, затрагивающих как динамический канал (горизонтальным и вертикальным переносом), так и канал перераспределения малых составляющих (увеличением концентрации отрицательных ионов, например, O_3); 4) в верхней части D-области заметных различий в поведении $N(z,t)$ не установлено. Влияние атмосферного возмущения на нижнюю ионосферу через всю сложную цепочку взаимодействий осуществляется сравнительно быстро (порядка сотен минут и, возможно, быстрее). Исходя из результатов наземного искусственного акусто-электромагнитного (сравнительно маломощного) нарушения ионосферы (практически «мгновенного») [2], можно считать, что такая возможность «быстрого» нарушения существует и в рассмотренных естественных условиях. Однако необходим детальный анализ по уточнению каналов такого влияния на поведение нижней ионосферы.

III. Заключение

Экспериментально изучены особенности высотно-временных изменений амплитуд частично отраженных КВ сигналов $A_{o,x}(z,t)$, радишумов $A_{no,x}(z,t)$ и концентрации электронов $N(z)$ в среднеширотной D-области ионосферы во время прохождения атмосферных фронтов и установлено, что примерно в половине случаев во время прохождения АФ наблюдаются квазипериодические изменения $A_{o,x}(z,t)$ и $A_{no,x}(z,t)$ в течение десятков минут. Эти изменения обусловлены, вероятно, прохождением инфразвуковых волн. При этом имело место перемещение этого процесса по высоте с кажущейся скоростью $\sim 300 - 350$ м/с. Установлено также, что в нижней части D-области ($z < 80$ км) значения электронной концентрации оказались заниженными в 1,2 – 2,2 раза в сравнении с контрольными днями. Механизм такого снижения $N(z,t)$ представляется в воздействии тропосферного возмущения с помощью сложной цепочки процессов, затрагивающих как динамический канал, так и канал перераспределения малых составляющих.

IV. Список литературы

- [1] *The radiophysical observatory for remote sounding of the ionosphere* / Tyrnov, O. F. et al. // Turkish Journal of Physics. 1994. V. 18. P. 1260 – 1265.
- [2] *Feasibility study of ionospheric perturbations triggered by monochromatic infrasonic waves emitted with a ground based experiment* / Rapoport V. O. et al. // J. Atmos. and Solar Terrestrial Physics. 2004. V. 66. Pp. 1011 – 1017.

THE INVESTIGATIONS OF THE RESPONSE OF MIDLATITUDE IONOSPHERIC D-REGION TO POWER ATMOSPHERIC FRONT

Gokov A. M., Tyrnov O. F.

V. Karazin Kharkiv National University
Svoboda Sq. 4, Kharkiv, 61077, Ukraine

Ph: 057-7051251, e-mail: amg_1955@mail.ru

Abstract — It was experimentally found that about in half of cases of atmospheric front (AF) passages quasi-periodic changes in $A_{o,x}(z,t)$ and $A_{no,x}(z,t)$ take place, due to the passage of infrasonic waves. This processes changed its height with a velocity of 300 – 350 m/s. It was also established that during the passage of AF in the bottom of the D-region ($z < 80$ km) electron density values $N(z,t)$ were underestimated by a factor of 1.2 – 2.2 as compared with control days.

I. Introduction

Natural disturbances in the lower ionosphere caused by large earthquakes, severe thunderstorms, strong atmospheric phenomena (atmospheric fronts, cyclones and anticyclones, typhoons, etc.), sun eclipses, is now understood is not enough. They have often a significant influence on the atmosphere and ionosphere of the Earth and therefore are important for understanding the physics of the ionosphere and for solving a number problems.

It is known, that natural disturbances have a time duration from several seconds to tens of hours and even days. In this regard the results of experimental investigations of the midlatitudinal D-region response on the passage of strong atmospheric front and variations of partially reflected HF signals and radio noise during these periods which was obtained by partial reflection technique using the V.N. Karazin Kharkiv National University equipment [1] in 2000 – 2010 are discussed.

II. Main Part

The variations of the electron density at different altitude levels in the midlatitudinal D-region was investigated during periods before and after the passages of warm and cold air fronts (control days) during the different seasons of the year. Cycles of continuous observations were 3-3.5 days. Their number was 12. The observations were made in quiet geomagnetic conditions.

Start and end time of AF passing were determined with an accuracy of $\sim 10 - 30$ min. Time intervals of AF beginning and recession were estimated as tens of minutes or more. The characteristics of AF were determined by the meteorological parameters: temperature and pressure changes, air wind direction and speed measured near the Earth's surface. The information about the geomagnetic conditions and parameters of AF were obtained by the Internet and at Kharkiv hydrometeocenter.

III. Conclusion

The characteristics of height-time variations of partially reflected signals, radio noise and the electron density in the midlatitude ionospheric D-region during the passage of AF are studied experimentally. It was experimentally found that about in half of cases of atmospheric front (AF) passages quasi-periodic changes in $A_{o,x}(z,t)$ and $A_{no,x}(z,t)$ take place, due to the passage of infrasonic waves. This processes changed its height with a velocity of 300 – 350 m/s.

It was also established that during the passage of AF in the bottom of the D-region ($z < 80$ km) electron density values $N(z,t)$ were underestimated by a factor of 1.2 – 2.2 as compared with control days. This $N(z,t)$ decrease is supposed to be due to tropospheric disturbances through a complex chain, implemented by a dynamic channel, and by the channel of redistribution of small components as well.