

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОГО ТЕРМИНАТОРА НА ПАРАМЕТРЫ ВОЛНОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ИОНОСФЕРЫ НА НАКЛОННОЙ ЛЧМ ТРАССЕ КИПР-БЭЛЦЬ

Борисова И.А. - аспирант

(Государственный университет им. Алеку Руссо, Республика Молдова)

Представлены результаты исследования влияния солнечного терминатора на параметры волновых возмущений слоев E и F2 по данным наклонного зондирования ионосферы на трассе Кипр-Бэлць, полученных посредством ионозонда с линейно частотно-модулированными сигналами.

ВВЕДЕНИЕ

Разработанная в 80-х годах XX века концепция ЗАИМ (Земля-атмосфера-ионосфера-магнитосфера) [1-2], предполагает, что Земля, атмосфера и геокосмос образуют единую природную систему, и все энергетические процессы, происходящие в одной подсистеме, проявляются и в других подсистемах. Исследования суточных и сезонных вариаций волновых возмущений, вызванных регулярно действующим источником большой энергии – солнечным терминатором, воздействующим на слои E_s и F2 ионосферы, позволяют выделить нерегулярные волновые возмущения естественного и антропогенного характера.

Многочисленные исследования в спокойных условиях [3-5] выявили, что волновые возмущения в ионосфере наблюдаются практически в любое время суток, при любых состояниях космической погоды, качественно коррелируют с суточным ходом электронной концентрации, включая локальные максимумы в зависимости от времени суток, и существенно влияют на качество радиосвязи при использовании ионосферных каналов.

В данной работе приводятся результаты влияния солнечного терминатора на суточные и сезонные изменения параметров ионосферных возмущений слоев E_s и F2 на трассе наклонного зондирования ионосферы Кипр-Бэлць, полученные посредством ионозонда с линейно частотно-модулированными (ЛЧМ) сигналами.

I. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Экспериментальные исследования проводились на трассе Кипр-Бэлць. ЛЧМ передатчик на Кипре (35.1N34.1E) работал в диапазоне частот 5-30 МГц, скорость перестройки частоты составляла 150 кГц/с. Прием ЛЧМ радиосигналов в Бэлць (47.75N27.92E) осуществлялся на горизонтальный ромб RG65/4-1 (h = 18 м), ионограммы снимались с периодичностью 15 минут. Расстояние от передатчика до приемника составило 1631,3 км, отражение радиолуча происходило в области с координатами 40.98N31.88E. Описание приемной части ЛЧМ приводится в работе [6].

Согласно данным Национального Института Физики Земли (Румыния) [<http://www.infp.ro>], Рентгеновской Лаборатории Солнца (ФИАН, Россия) [www.tesis.lebedev.ru] и Национальной Службы Погоды (NOAA, США) [www.swpc.noaa.gov] сейсмическая, геомагнитная и солнечная активность в период диагностики ионосферного канала была спокойной.

II. РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ

Исследования прохождения солнечного терминатора проводились на основе данных дистанционно-частотных характеристик (ДЧХ) ЛЧМ ионосферного канала Кипр-Бэлць и сведений Королевской Бельгийской Обсерватории (SIDC) [<http://sidc.oma.be>] и Национального Управления Океанических и Атмосферных

Исследований [<http://www.srrb.noaa.gov>].

На рис. 1 и 2 представлены суточные и сезонные изменения МПЧ слоев E_s и F2 в условиях спокойной ионосферы в период с февраля 2009 года по январь 2010 года.

Анализ экспериментальных данных показывает, что в среднем в 85% возникновение слоя E_s соответствовало времени прохождения солнечного терминатора, а в 14% отклонение составило порядка 15 минут независимо от сезона. Эти данные (с учетом периодичности снятия ионограм 15 минут) хорошо согласуются с результатами, приведенными в работе [7],

согласно которым характерная длительность действия солнечного терминатора порядка 1-10 минут. После захода Солнца, т. е. с прекращением действия ионизирующего излучения, критические частоты и, соответственно, электронная концентрация уменьшаются постепенно, сохраняя в некоторых случаях в течение всей зимней ночи значение, достаточное для отражения радиоволн. При отсутствии известных источников волновых возмущений МПЧ в местный полдень составляла 28-30 МГц.

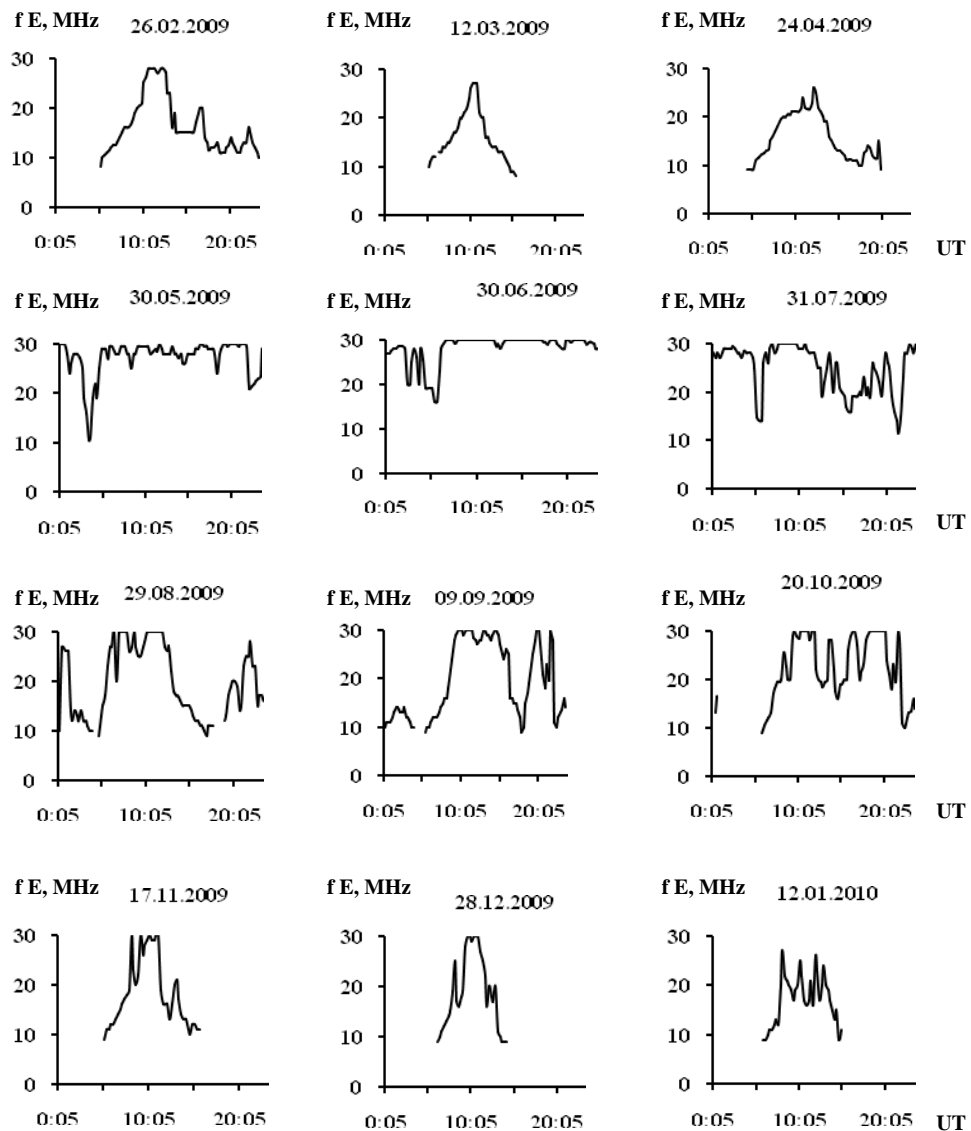


Рис. 1. Сезонные изменения МПЧ слоя E_s в условиях спокойной ионосферы.

С мая по сентябрь месяц, в уменьшением роли высыпающих из предрассветные часы, наблюдался глубокий магнитосферы энергетических частиц. минимум, который можно объяснить

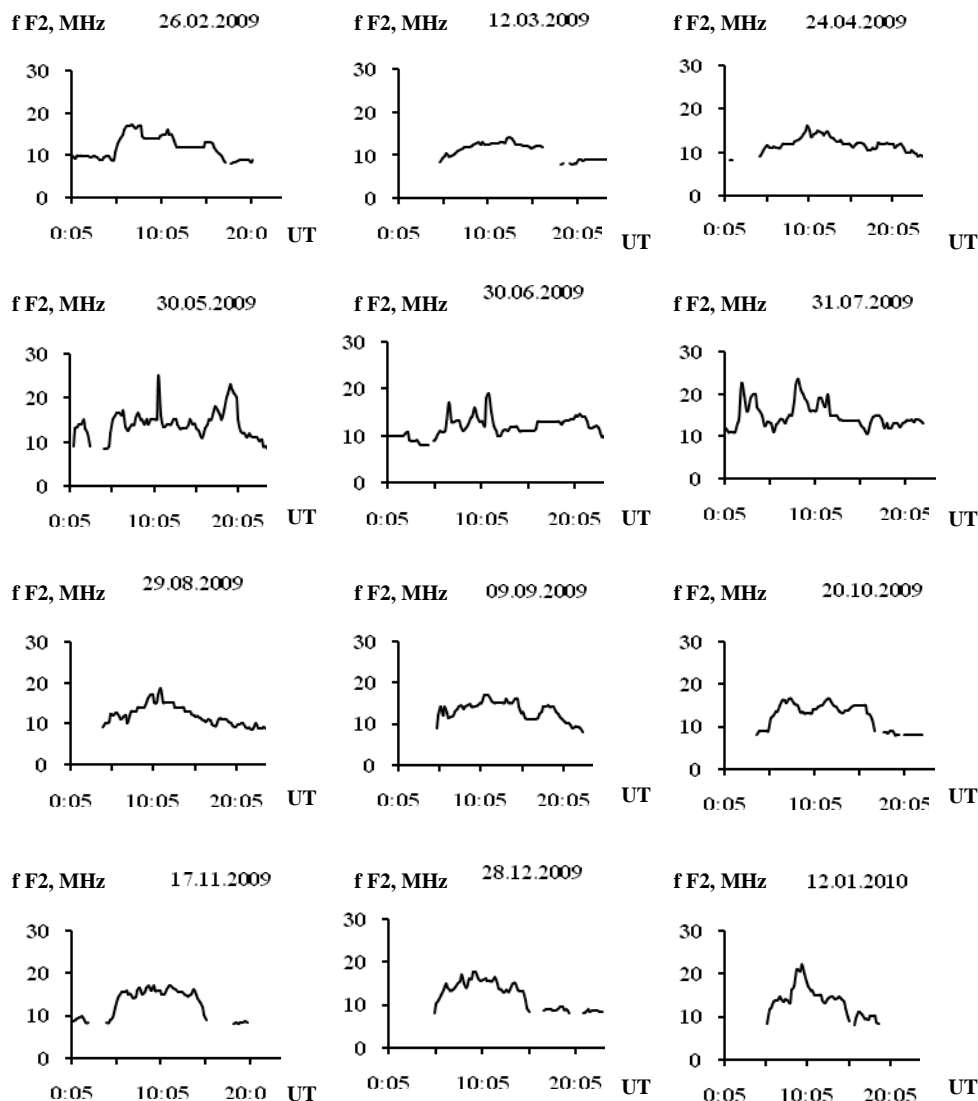


Рис. 2. Сезонные изменения МПЧ слоя F2 в условиях спокойной ионосферы.

Возникновение слоя F2, как правило, на 15 минут предшествовало появлению слоя E_s, и отличалось большей суточной стабильностью по частоте.

Анализ динамики изменения МПЧ слоев E_s и F2 на протяжении года позволяет выделить сезонные особенности трассы Кипр – Бэлць. С мая по сентябрь слой E_s существует непрерывно в течение суток. Начиная со второй половины мая суточный ход МПЧ слоя E_s имеет летний характер вплоть до первой половины ноября, для которого характерны значения МПЧ порядка 28-30 МГц на протяжении всего суточного хода. Сезонный ход МПЧ слоя F2 отличается большей стабильностью по

частоте в отличие от слоя E_s. Значения МПЧ слоя F2 не превышали, как правило, 17 МГц, за исключением мая-июля, когда в предрассветные часы и местный полдень МПЧ достигало 23-25 МГц. Слой F2 наблюдался непрерывно в течение суток с мая до середины августа месяца.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДАНИЛОВ, А.Д.; КАЗИМИРОВСКИЙ, Э.С.; ВЕРГАСОВА, Г.В.; ХАЧИКЯН, Г.Я. Метеорологические эффекты в ионосфере. – Л.: Гидрометеопиздат, 1986. 272 с.

2. САДОВСКИЙ, М.А.; ПИСАРЕНКО, В.Ф. Случайность и неустойчивость в геофизических процессах. – Физика Земли. 1989. №2. с. 3-11.

3. ЧЕРНОГОР, Л.Ф. Земля-атмосфера-геокосмос как открытая динамическая нелинейная система – Космічна наука і технологія. 2003. т. 9, № 5-6. с. 92-105.

4. БУРМАКА, В. П.; ТАРАН, В. И.; ЧЕРНОГОР, Л. Ф. Волновые процессы в ионосфере в спокойных и возмущенных условиях. 1. Результаты наблюдений на харьковском радаре некогерентного рассеяния. – Геомагнетизм и аэрономия. 2006. – т. 46, №2. с. 190-208.

5. БУРМАКА, В. П.; ТАРАН, В. И.; ЧЕРНОГОР, Л. Ф. Волновые процессы в

ионосфере в спокойных и возмущенных условиях. 2. Анализ результатов наблюдений и моделирование. – Геомагнетизм и аэрономия. 2006. т. 46, №2. с. 209-218.

6. ПЛОХОТНЮК, Е.Ф.; ХАЙДЭУ, Ю.М.; БОТНАРЮК, С.Б.; ЦЫГАНАШ, И.П.; ЛИСНИК, П.Г. Автоматизированный приемный центр ЛЧМ радиосигналов наклонного зондирования ионосферы. Доклады международного молдавско-русского семинара, 6-8 октября 2009. Отв. ред. Плохотнюк Е.Ф. – Bălți. Presa universitară bălțeană, 2010, p. 286-295.

7. ЧЕРНОГОР, Л. Ф. О нелинейности в природе и науке. – Харьков, 2008. 528 с.

CZU: 621.391

THE INFLUENCE OF THE SOLAR TERMINATOR ON THE IONOSPHERE WAVE DISTURBANCE PARAMETERS ON THE OBLIQUE LFM TRACE CYPRUS – BĂLȚI

Borisova I.A. - post-graduate student

(Alec Russo Balti State University, Republic of Moldova)

The results of studying the influence of the solar terminator on the basis of daily and seasonal variations of layers E and F2 wave disturbances on the LFM trace Cyprus - Bălți are given. The work presents an attempt to determine the influence of the solar terminator on the daily and seasonal changes of layers E and F2 ionosphere disturbance parameters on the oblique LFM (linearly frequency-modulated) trace Cyprus - Bălți.

Prezentat la redacție la 11.02.2011