

С.А. ПАЗЮРА, м. н. с.,  
Ю.В. ЧЕРНЯК, м. н. с., Институт ионосферы (г. Харьков)

## ПРОЦЕССЫ В ОКОЛОЗЕМНОМ КОСМОСЕ, СОПРОВОЖДАВШИЕ МАГНИТНУЮ БУРЮ 1 ОКТЯБРЯ 2002 ГОДА

Представлено результаты дослідження варіацій параметрів іоносфери ( $N_e$ ,  $T_e$ ,  $T_i$ ), що супроводжували магнітну бурю з головною фазою 1 жовтня 2002 р., отримані на Харківському радарі некогерентного розсіяння. За даними часових варіацій концентрації, швидкості, температури іонів сонячного вітру, варіації модуля індукції ММП отриманих на ПСЗ "ACE" і  $D_{st}$ ,  $A_p$ ,  $K_p$ -індексів, відновлена картина раптового початку, а також протікання іоносферної бурі.

Abstract Parameters variations researches results of ionosphere ( $N_e$ ,  $T_e$ ,  $T_i$ ), which accompanied a magnetic storm with the main phase on October 1, 2002, performed on the Kharkov incoherent scatter radar are presented. According to time variations of concentration, speed, ion temperature of solar wind, induction module variation of IMF measured on artificial satellite "ACE" and  $D_{st}$ ,  $A_p$ ,  $K_p$ -indexes, the picture of the sudden beginning, and also courses of an ionospheres storm is restored.

1. Введение. Исследование геокосмических бурь является одной из главных проблем солнечно-земной физики. Известно, что они являются результатом сложных взаимодействий вариаций солнечного ветра с земной магнитосферой. Сильные геомагнитные бури могут приводить к сбоям в работе различных средств связи, систем навигации, влиять на здоровье человека и состояние биосферы. Магнитные, ионосферные, атмосферные бури представляют собой проявление единого процесса – геокосмической бури. Каждая

геомагнитная буря уникальна и ее изучение имеет большую научную и прикладную значимость [1].

2. Общие сведения. 29–30 сентября 2002 г. имели место две вспышки класса M (M2,6 29 сентября в 06:39 и M2,1 30 сентября в 01:50). Временные вариации основных параметров солнечного ветра, модуля индукции межпланетного магнитного поля (ММП), измеряемых на ИСЗ "ACE", показаны

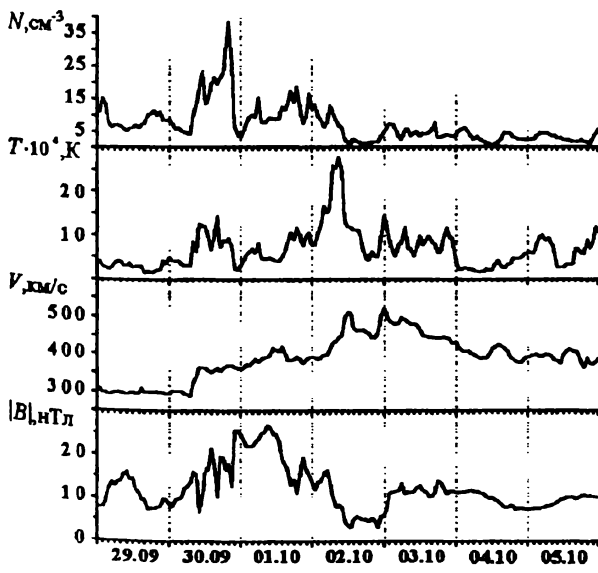


Рис. 1.

на рис. 1. Первый контакт возмущенного солнечного ветра с ИСЗ "ACE" произошел примерно

примерно в 07:00 UT (далее время мировое). В этот момент наблюдается резкий скачок концентрации, температуры и скорости солнечного ветра. Временные вариации  $D_{st}$ ,  $A_p$ ,  $K_p$ -индексов показаны на рис. 2. Магнитная буря началась вблизи 08:00 30 сентября. Начальная фаза выражена не четко. Первого октября в интервале времени с 09:00 по 15:00 наблюдалось

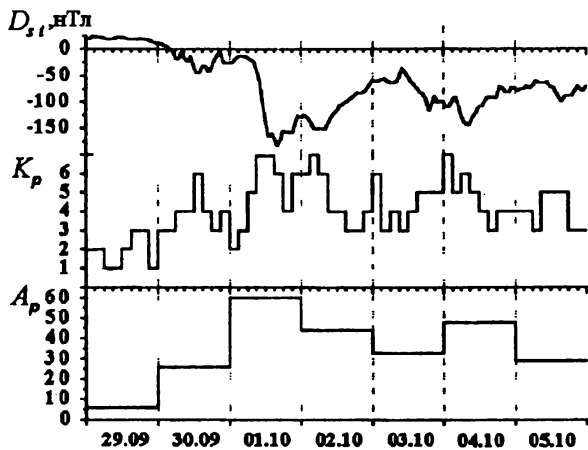


Рис. 2.

стремительное падение  $D_{st}$ -индекса. Минимальное его значение достигло  $-183$  нТл. Фаза восстановления продолжалась до 3 октября. Далее имело место наложение еще одного магнитного возмущения, где минимальное значение  $D_{st}$ -индекса достигло  $-143$  нТл в первой половине дня 4 октября. Энергия  $E_m$  и мощность  $P_m$  магнитной бури в интервале времени 12:00–18:00 1 октября составили  $\approx 9,7 \cdot 10^{14}$  Дж и  $\approx 4,5 \cdot 10^{10}$  Вт соответственно. Величина  $E_m$  оценена по минимальному значению  $D_{st}$ -индекса на основе соотношения из [2].

**3. Результаты измерений.** Измерения выполнены на радаре некогерентного рассеяния, размещенного в Ионосферной обсерватории вблизи г. Харькова (геомагнитные координаты:  $45,7^\circ$ ,  $117,8^\circ$ ; географические координаты:  $49,6^\circ$ ,  $36,3^\circ$ ), в течении суток с 09:00 UT 2 октября по 09:00 UT 3 октября 2002 г. Подробное описание устройств радара дано в [3]. Наблюдения проводились при импульсной мощности радиопередающего устройства  $P_r=2$  МВт в режиме двухимпульсного зондирования с высотным разрешением  $\sim 20$  км в диапазоне высот  $\sim 100$ – $550$  км. Использовался интервал обработки 1,5–15 мин при отношении сигнал/шум на входе  $q=10$ – $0,2$ . При этом относительная погрешность определения параметров ионосферы (концентрации  $N_e$ , температуры электронов  $T_e$  и ионов  $T_i$ ) не превышала 3–10%. В процессе из-

мерений параллельно с радаром работал ионозонд «БАЗИС» (диапазон рабочих частот 1–40 МГц, мощность в импульсе 15 кВт). С его

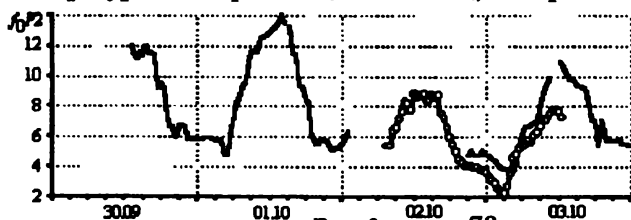


Рис. 3. 78

ПОМОЩЬЮ ПО ИОНОГРАММАМ ИЗМЕРЯЛАСЬ КРИТИЧЕСКАЯ ЧАСТОТА  $f_oF2$ .

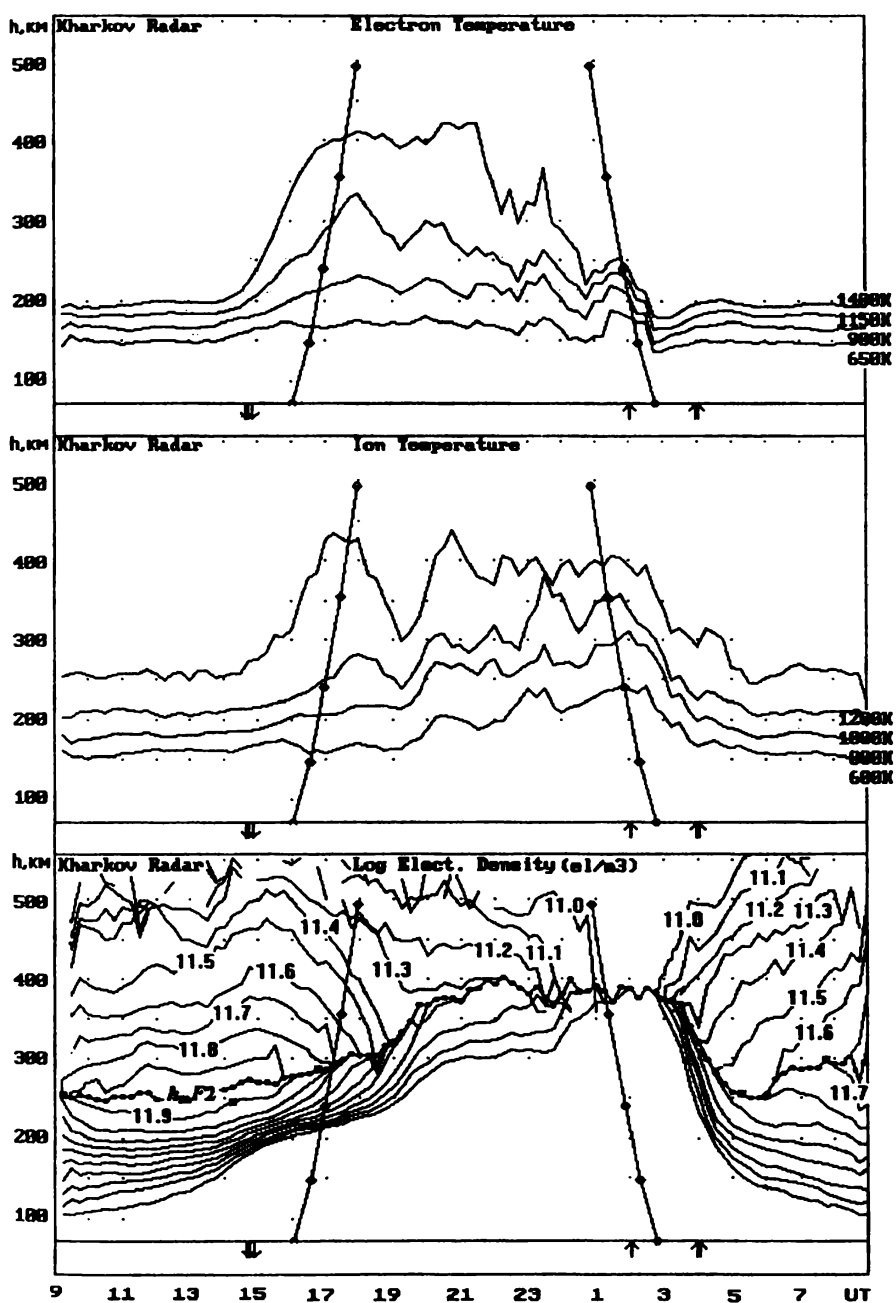


Рис. 4.

На рис.3. показаны временные изменения  $f_oF2$ . Сплошной линией обозначены вариации критической частоты на ближайшей к Харькову ионосферной станции «San Vito» (Италия, географические координаты:  $40^{\circ}$ ,  $17^{\circ}$ ). Линией с точками обозначены вариации  $f_oF2$  на ионосферной станции «БАЗИС». Видно, что критическая частота по данным станции «San Vito» 30 сентября не превышала 12 МГц, 1 октября достигала 14 МГц, а 3 октября уменьшилась до 11 МГц. На ионосферной станции «БАЗИС»  $f_oF2$  2 октября приблизилась к 9 МГц, а 3 октября – 8 МГц.

Временные вариации основных параметров ионосферы ( $T_e$ ,  $T_i$ ,  $N_e$ ) представлены на рис. 4. В дневное время суток высота максимума слоя  $F2$  находилась вблизи 250 км, а в ночное время суток она выросла до 400 км. Обращают на себя внимание вариации  $T_e$ ,  $T_i$  в окрестности 19:00 2 октября.

**4. Обсуждение.** Резкий скачок параметров солнечного ветра 30 сентября мог способствовать развитию магнитной бури 1–2 октября 2002 г., главная фаза которой, как показывают вариации  $D_{st}$ -индекса, продолжалась с 9:00 до 15:00 1 октября. 2 октября, на фоне фазы восстановления, наблюдается еще одно магнитное возмущение с главной фазой в интервале времени 0:00–6:00, что можно объяснить наложением двух геокосмических возмущений. В ионосфере протекание указанных возмущений имеет менее ярко выраженный характер. Начавшаяся в дневное время положительная ионосферная буря (ИБ) привела к росту  $f_oF2$  до 14 МГц, сменившаяся отрицательной фазой вблизи 1 октября на станции «San Vito». При этом 3 октября с 0:00 опять начинается стремительный рост критической частоты (см. рис. 3. (сплошная линия)). По данным станции «БАЗИС» можно предположить, что активность 2 октября в дневное время суток, превышающая активность 3 октября, могла быть реакцией ионосферы на возмущение 2 октября. Поведение температур 2 октября вблизи 19:00 требует дальнейшего рассмотрения.

Данная магнитная буря существенно отличалась от геокосмической бури, описанной в работах [1,4,5].

Список литературы: 1. Григоренко Е.И., Емельянов Л.Я. и др. Результаты наблюдений процессов в ионосфере, сопутствующих геомагнитной буре 25 сентября 1998 года при помощи радара некогерентного рассеяния в Харькове // Труды XX Всероссийской конференции по распространению радиоволн. Нижний Новгород. 2002. с. 56–57. 2. Gonzalez W.D., Joselyn J.A. и др. What is a geomagnetic storm? // Journal of Geophysical Research. 1994. 99. № A4. p. 5771–5792. 3. Таран В.И. Измерительный комплекс некогерентного рассеяния Харьковского политехнического института // Радиотехника и электроника. 1976. Вып.21. №1. с. 1–4. 4. Таран В.И. Исследование ионосферы в естественном и искусственно возмущенном состояниях методом некогерентного рассеяния // Геомагнетизм и аэронавигация. 2001. т. 41. № 5. с. 659–666. 5. Таран В.И., Григоренко Е.И. и др. Ионосферные эффекты магнитных бурь по наблюдениям на радаре некогерентного рассеяния в Харькове // Сборник трудов ХГПУ. 1999. №3: Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье. Вып.7. с. 381–383.

Поступила в редколлегию 08.04.03