

# СОЛНЕЧНЫЕ ВСПЫШКИ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ИОНОСФЕРУ ЗЕМЛИ ПО ДАННЫМ GPS-НАБЛЮДЕНИЙ

В.М. Смирнов, Е.В. Смирнова

## SOLAR FLARES AND THEIR EFFECT ON THE EARTH'S MAGNETOSPHERE AS DEDUCED FROM GPS NETWORK DATA

V.M. Smirnov, E.V. Smirnova

Рассмотрены возможности навигационной спутниковой системы GPS для детектирования воздействия солнечных вспышек на ионосферу Земли и обусловленных ими геомагнитных возмущений в октябре–ноябре 2003 г. Показано, что сигналы спутниковых навигационных систем могут быть использованы как для регистрации прямого эффекта солнечных вспышек и возникающих при этом ионосферных бурь, так и для детального исследования внезапных ионосферных возмущений в зависимости от зенитного угла Солнца, типа ионизирующего излучения и географического расположения станций.

Possibilities of the navigation satellite GPS system for detecting solar flare effect on the Earth's ionosphere as well as geomagnetic disturbances in October–November 2003 caused by them are considered. As is shown signals of satellite navigation systems can be used both for registering the direct effect of solar flares and ionospheric storms originating at the same time and for detailed research into sudden ionospheric disturbances depending on Sun's zenith angle, ionizing radiation type and station geographical location.

Метод радиопросвечивания ионосферы Земли по трассе спутник – наземный пункт, основанный на использовании навигационных спутниковых систем, может служить хорошим инструментом для обнаружения внезапных геомагнитных возмущений, возникающих в плазменной оболочке. Сигналы спутниковых навигационных систем, обеспечивающих глобальный мониторинг околоземного пространства, могут быть использованы как для регистрации прямого эффекта солнечных вспышек и возникающих при этом ионосферных бурь, так и для детального исследования внезапных ионосферных возмущений в зависимости от зенитного угла Солнца, типа излучения и географического расположения станций наблюдения [1, 2].

Увеличение интенсивности ионизирующего излучения, наблюдаемого во время солнечных вспышек, немедленно вызывает возрастание электронной концентрации в ионосфере. При этом изменение электронной концентрации в слое D и нижней части

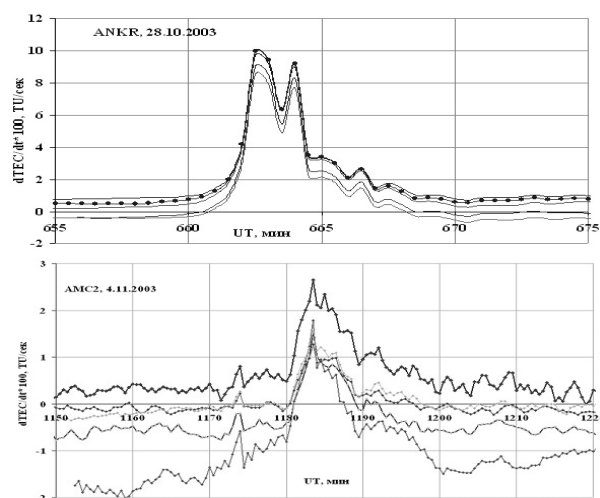
слоя E обусловлено увеличением рентгеновского излучения, в то время как в слое F – увеличением ультрафиолетового излучения. Поскольку интенсивность вспышки в различных спектральных участках изменяется со временем по-разному, можно определить эффект воздействия той или иной части спектра на состояние ионосферной плазмы. В октябре–ноябре 2003 г. на Солнце произошли экстремальные события, которые по амплитуде отдельных характеристик солнечной активности превосходили все наблюдаемые явления на Солнце за последние 20 лет. Сверхмощная вспышка, самая мощная из ранее наблюдавшихся в рентгеновском диапазоне, и мощнейший корональный выброс произошли 28 октября на Солнце в группе пятен 486. Этот мощный выброс, предшествующий вспышке, был направлен практически в сторону Земли. Вечером 4 ноября группа 486, уходя за лимб, выдала самую большую вспышку не только в серии, но и в истории рентгеновских наблюдений (X17.4+/3B S19W83, начало 19:32 UT, максимум 19:53 UT).

Для анализа воздействия гелиофизических вспышек на полярную и среднеширотную ионосферу использовались данные по радиопросвечиванию ионосферы Земли сигналами спутников навигационной системы GPS по трассе спутник–Земля. Результаты обработки приведены на рисунке. Сравнение длительности ионосферных откликов, зарегистрированных 28 октября и 4 ноября 2003 г., показывает, что для более мощной ноябрьской вспышки длительность отклика практически в два раза больше. Длительность ионосферного отклика по «фоновому уровню» практически соответствует длительности рентгеновского излучения.

Работа выполнена при поддержке программы ОФН РАН «Плазменные процессы в солнечной системе».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Atyntsev A.T., Afraimovich E.L., Kosogorov E.A., et al. Ionospheric effects of the solar flares of September 23, 1998 and July 29, 1999 as deduced from GPS network data // 33



Реакция ионосферы на солнечные вспышки 28 октября и 4 ноября 2003 г.

COSPAR Scientific Assembly. Warsaw, Poland, 16–23 July 2000. P. 2.7–0046.

2. Смирнов В.М., Смирнова Е.В. Временные вариации ионосферы во время солнечной вспышки 28 октября 2003 г. по данным сети GPS // Геомагнетизм и аэрономия. 2005. Т. 45, № 1. С. 127–134.

*Институт радиотехники и электроники РАН, Москва*