

Експеримент "МОНИТОР": измерване на електронна и йонна концентрация и електрично поле на борда на спътник "МЕТЕОР-3М-SAGE III"

н.с. Марияна Недялкова Гушева¹, ст.н.с. д-р Пламен Стефанов Ангелов¹,
н.с. Венцислав Георгиев Марков¹, н.с. Пламен Любомиров Христов¹,
Борис Ивайлов Борисов¹, проф. дфмн Геннадий Лазаревич Гдалевич²,
н.с. Вечеслав Феодорович Губский², проф. дфмн Юрий Михайлович Михайлов²

¹Институт за Космически Изследвания при Българска Академия на Науките
²Институт за Космически Изследвания при Руската Академия на Науките

The present paper is a short scientific announcement about the Bulgarian participation in the "METEOR-3M-SAGE III" international satellite mission. According to the mission's schedule three consecutive satellite launches are planned till 2004. The "METEOR-3M" series are new generation of weather spacecraft.

The "METEOR-3M-SAGE III" is international satellite mission. The countries involved in this mission, participate with following scientific instrumentation: USA - with Stratospheric Aerosol and Gas Experiment (SAGE III); France, Russia - with a scanning radiometer (RBSR); Bulgaria, Russia - with a seismic activity satellite monitoring system (P9). By means of the system P-9 the "MONITOR" experiment for electron and ion density and electric field measurements will be realised.

ВЪВЕДЕНИЕ

За първи път Гохберг в [1] наблюдава смущения в електромагнитите излъчвания в диапазона 10 Hz - 1kHz, когато орбитата на американския спътник "OGO-6" минава над епицентъра на силни земетресения $M > 5,5$. В [2] по данни от американските спътници "ISIS-2" и "AE-C" се наблюдава провал в йонната концентрация (около 20%) над епицентъра на земетресението. В работи [3] за първи път се отчитат ефекти в резултат на натрупани статистически данни, за време на активното съществуване на спътника "INTERCOSMOS-19", съпоставени с предварително избрани 39 земетресения от Каталога за земетресения. Минута или часове до и след земетресението се наблюдава увеличение интензивността на шумовите нискочестотни излъчвания в F областта на атмосферата. Амплитудата на сигнала, свързан със сеизмогенни ефекти, нараства при честота 15 kHz. Подобни резултати са забелязани от геостационарния американски спътник "GEOS-2", нискоорбиталния спътник "AUREAL-3" и за спътника "INTERCOSMOS-BULGARIA-1300" (с изцяло българска апаратура).

Безусловно най-голям интерес представляват работите [5, 6] по проект "ACTIVE" (спътник "INTERCOSMOS-24"), където апаратурата е също

българска. В тях са описани последните спътникови изследвания на сеизмо-ионосферни ефекти, като за пръв път апаратурата се включва целенасочено над сеизмични райони.

Работите в тази област можем да разделим на две групи:

- наблюдение на единични ефекти от единични събития [1, 2, 3];
- статистически изследвания, където е направен анализ на ефектите и съпоставка с голям брой земетресения от Каталога за земетресения [7, 8].

Преди сеизмична и вулканична активност се регистрират електромагнитни излъчвания от наземни станции. Такива предвестници могат да бъдат открити, но генерирането на техния механизъм не е изучено.

Налага се спътников мониторинг, даващ възможност за натрупване на изключително голям обем данни, техния статистически анализ и впоследствие разработване на методика за краткосрочно предсказване на земетресения и изригвания на вулкани.

ТЕХНИКА НА ЕКСПЕРИМЕНТА

На спътник "МЕТЕОР-3М-SAGE III" за първи път в света целенасочено ще се постави система за спътников мониторинг на сеизмична активност, с чиято цел ще се осъществи експеримент "МОНИТОР". Основна цел на експеримента е непрекъснато измерване на нискочестотните излъчвания в диапазона 20 Hz - 20 kHz, както и структурните параметри на йоносферната плазма в околността на космическия апарат в зависимост от конкретните слънчево-земни взаимодействия.

Системата П-9 включва 4 датчика (виж Таблицата) и блок електроника.

Таблица

Датчици	Измервани величини
2 кухи сферични сонди на Ленгмюир, изготвени от стъкловъглерод по специална технология	Едната компонента на вектора на електричното поле в честотния диапазон 20Hz - 20kHz; Праг на чувствителност $10^{-6} \text{ V/Hz}^{1/2}$
6-електродна плоска сонда с позлатени електроди	Йонна концентрация: $5 \cdot 10^2 - 5 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-3}$; Йонна температура: $500 - 5 \cdot 000 \text{ }^\circ\text{K}$; Праг на чувствителност $10^{11} \text{ A/cm}^2\text{Hz}^{1/2}$
2-електродна цилиндрична сонда на Ленгмюир с позлатени електроди	Електронна концентрация: $10^2 - 5 \cdot 10^5 \text{ cm}^{-3}$ Електронна температура: $1 \cdot 000 - 10 \cdot 000 \text{ }^\circ\text{K}$

Блок електроника на системата включва:

- 3 измервателни модула;
- филтров спектров анализатор;
- микрокомпютърен модул;
- хранващ модул.

ОЧАКВАНИ РЕЗУЛТАТИ

Очакваме следните фундаментални резултати:

- изследване на вариациите на параметрите на естествените нискочестотни излъчвания на околоземното космическо пространство в диапазона 20 Hz - 20 kHz при средна и висока слънчева активност, за изучаване ролята им при формиране на "space weather";
- изследване вариациите на структурните параметри на йоносферната плазма в околността на космическия апарат в зависимост от конкретните слънчево-земни взаимодействия;

Очакваме следните научно-приложни резултати:

- изучаване на взаимовръзката между промяната на вариациите на нискочестотните излъчвания и на структурните параметри в околоземното космическо пространство, вследствие на сеизмична и вулканична активност, крупномасштабни метеорологични явления и други природни катастрофи;
- изучаване на ефекти във вариациите на нискочестотните излъчвания и на структурните параметри в околоземното космическо пространство при техногенни катастрофи, вследствие на ракетно-космическа дейност, ядрени и други мощни взривове, влияние на мощни наземни радиопредаватели.

С помощта на получените научно-приложни резултати се надяваме да се отработи методика за краткосрочно прогнозиране и предупреждение за предстоящи земетресения и изригвания на вулкани с цел да бъдат избегнати, доколкото е възможно, човешки жертви.

Необходимостта от спътников мониторинг на сеизмична активност започва да се обсъжда от международната общност през 1996 г. В бъдеще се предвижда осъществяване на международните проекти "DEMETER" (Detection of Electro-Magnetic Emission Transmitted from Earthquake Regions) (Франция, Япония, ESA, Полша) [19], "WARNING" (Чехия, Унгария, Франция, Полша, Великобритания, Грузия, Русия, Украйна) и "VARIANT" (Украйна, Великобритания, Полша, Русия, Франция) [20], на руския проект "ПРЕДВЕСТНИК - Э" [21], на американския проект "TIMED", с аналогични научни програми.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гохберг М. Б., Пилипенко В. А., Похотелов О. А. Наблюдение со спутника электромагнитного излучения над эпицентральной областью готовящегося землетрясения, *Докл. АН СССР*, 1983, т. 268, No 1, стр. 56-58.
2. Гохберг М. Б., Пилипенко В. А., Похотелов О. А. О сейсмических предвестниках в ионосфере, *Изв. АН СССР, Физика земли*, 1983, No 10, стр. 17-21.
3. Ларкина В. И. и др. Наблюдения на спутнике "Интеркосмос - 19" ОНЧ - излучений, связанных с сейсмической активностью, *Геомagn. и аэроном.*, 1983, т. 23, No 5, стр 842 - 845.
4. Larkina V.I., et all Some statistical results on very low frequency radio wave emission in the upper ionosphere over earthquake zones, *Phys. Earth Planet Inter.*, 1989, v.57, pp 100 - 109.
5. Mikhaylova G.A., Golyavin A.M. and Mikhaylov Y.M. Dynamic spectrs of VLF-radiation in the outer ionosphere associated with the Iranian earthquake of June, 21, 1990 (Intercosmos-24 satellite), *Geomagn. Aeron, Engl. Transl.*, 31, 80, 1991.
6. Molchanov O.A., Mazhaeva O.A., Golyavin A.N. and Hayakara M. Observation by the Intercosmos-24 satellite of ELF-VLF electromagnetic emissions associated with earthquakes, *Ann. Geophys.*, No 11, 1995, pp. 737 - 748.
7. Михайлов Ю. М., Михайлова Г.А., Капустина О.В. КНЧ- и ОНЧ-электромагнитный фон во внешней ионосфере над сеизмоактивными районами (ИСЗ "Интеркосмос-24"), *Геомagn. и аэроном.*, том 37, No 4, 1997, pp 78 - 85.
8. Chmyrev V.M., Isaev N.V., Serebryakova O.N., Sorokin V.M. and Sobolev Y.P. Small-scale inhomogeneities ionospheric plasma density and correlated ELF emissions in the ionosphere, *J. Atm. Solar Terr. Phys.*, No54, 1997, pp 967.