

## ПРОЕКТ «ШУМАН»: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ДАННЫМ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Виталий Ишков<sup>1</sup>, Юрий Кукса<sup>2</sup>, Димитър Теодосиев<sup>3</sup>, Игорь Шибаяев<sup>1</sup>, Ярослав Войта<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ИЗМИРАН, Троицк, Россия

<sup>2</sup>ЦГЭМИ ИФЗ РАН, Троицк, Россия

<sup>3</sup>Институт космических и солнечно-земных исследований – Болгарская академия наук

<sup>4</sup>ИФА – АН Чешской Республики, Прага

e-mail: dteod@space.bas.bg

## THE SCHUMAN PROJECT: PRELIMINARY RESULTS ACCORDING TO THE MAGNETOMETRIC COMPLEX

Vitaliy Ishkov<sup>1</sup>, Yuriy Kuksa<sup>2</sup>, Dimitar Teodosiev<sup>3</sup>, Igor Shibaev<sup>1</sup>, Jaroslav Vojta<sup>4</sup>

<sup>1</sup> IZMIRAN, Troitsk

<sup>2</sup> GEMRC IPE RAS, Troitsk

<sup>3</sup> Space and Solar-Terrestrial Research Institute – Bulgarian Academy of Sciences

<sup>4</sup> Institute of Atmospheric Physics – Czech Academy of Sciences

e-mail: dteod@space.bas.bg

**Abstract:** *The experimental part of the Schuman project is based on two hardware complexes.*

*The first complex - the magnetometric station registers three magnetic components, two electric and amplitude envelopes of the acoustic channel. The quantization time of all channels is 0.5 s. The second complex including two induction magnetic field sensors is designed for registration in the Schuman range. It is lower ( $0.01 \text{ Hz} < f < 40 \text{ Hz}$ ) and at present passes testing. The presented work is based on the data of the first complex working at Troitsk.*

*The direct response to a number of solar flashes is analyzed. Additional ionization of the ionosphere caused by these flashes results in current reorganization and magnetic components' fluctuation. As solar events have casual character and are manifested in one form or other, against the background of sufficiently regular processes, the estimation of the background conditions of the analyzed parameters and their dynamics in time intervals of different scale is important.*

*Analysis of daily harmonics and harmonics of high-frequency on time files of duration of up to and more than one month is carried out. The influence of phases of the Moon on a daily harmonic is detected.*

*It is pointed out that, with a certain degree of smoothness of the parameters, the high-frequency component allows estimating the characteristics of irregular events.*

### Введение

Проект «Шуман» ставит задачу совместного анализа спутниковых и наземных данных по регистрации ультранизкочастотных электромагнитных полей для диагностики эффектов солнечной и сейсмической активностей в околоземном космическом пространстве. Опыт спутниковых наблюдений доказал их эффективность при анализе и оценке большинства природных явлений и техногенных катастроф. Но даже успешная регистрация соответствующих откликов отражает обычно активную фазу происходящего. Для анализа предистории события и стадии его формирования необходима непрерывная длительная регистрация в стационарных условиях. Возникает естественная необходимость дополнить спутниковый "сегмент" работами по наземной регистрации. Это расширяет исследовательские возможности с их практическим применением и выходом на прогноз.

Долговременные наблюдения естественного электромагнитного (магнитотеллурического) поля в инфранизкочастотном диапазоне, а также огибающей сейсмического поля достаточно информативны, после исключения ионосферной составляющей, при анализе сейсмических процессов [1,3]. Кроме сейсмических факторов на

параметры нижней ионосферы влияет и солнечная активность. Увеличение частоты регистрации электромагнитного поля до 40 Hz с анализом динамики шумановских резонансов позволит дифференцировать влияние этих факторов. Всё это, дополненное солнечными данными, расширит возможности исследования начальной стадии сейсмического или атмосферного события.

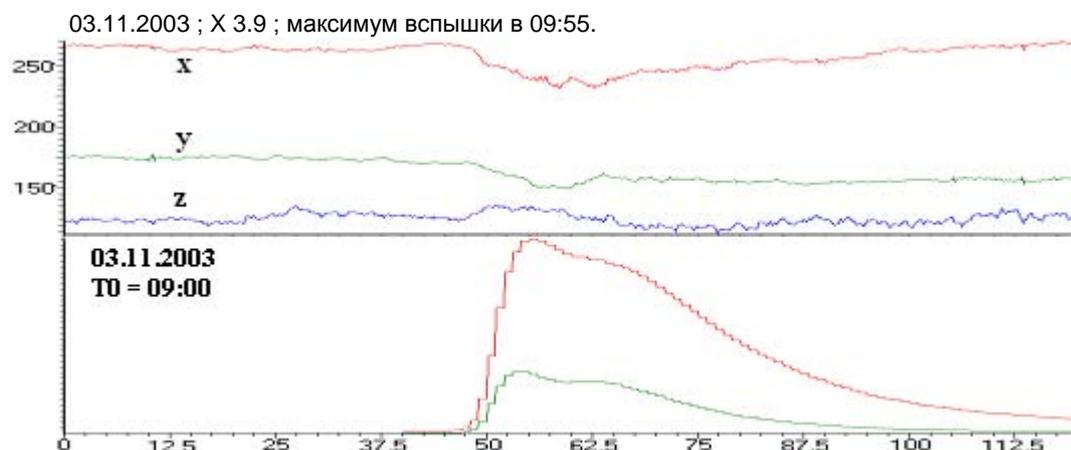
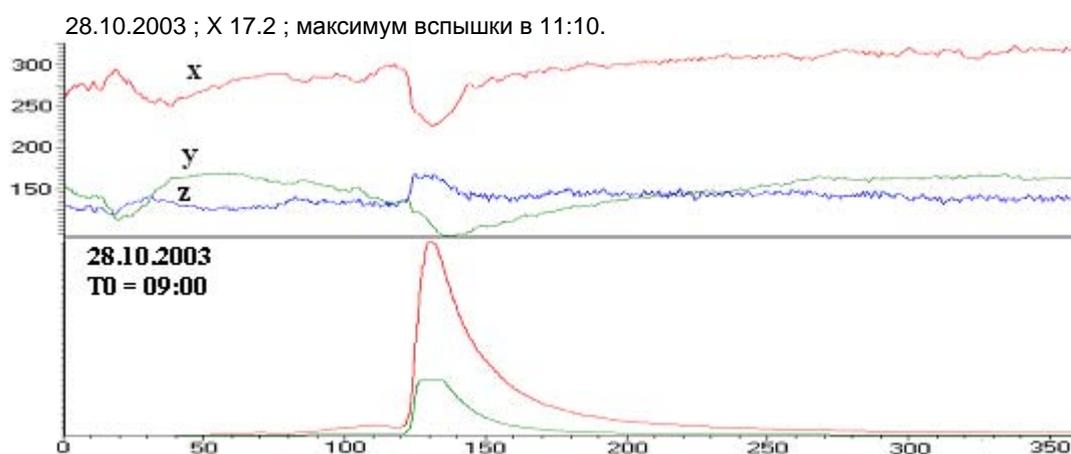
Экспериментальная часть проекта опирается на два аппаратных комплекса. Первый комплекс – магнитометрическая станция регистрирует три магнитные компоненты, две электрические и огибающую акустического канала. Время квантования по всем каналам 0.5 сек. Второй комплекс, состоящий из двух индукционных датчиков магнитного поля, рассчитан на регистрацию в шумановском диапазоне и ниже ( $0.01 \text{ Hz} < f < 40 \text{ Hz}$ ) и в данный момент тестируется. Целью предлагаемого проекта являются :

- организация наземного мониторинга электромагнитных полей ;
- экспериментальные и теоретические исследования динамики шумановских резонансов и сопоставление их характеристик при сейсмической и солнечной активностях ;
- анализ спутниковых и наземных измерений в моменты выделенных событий.

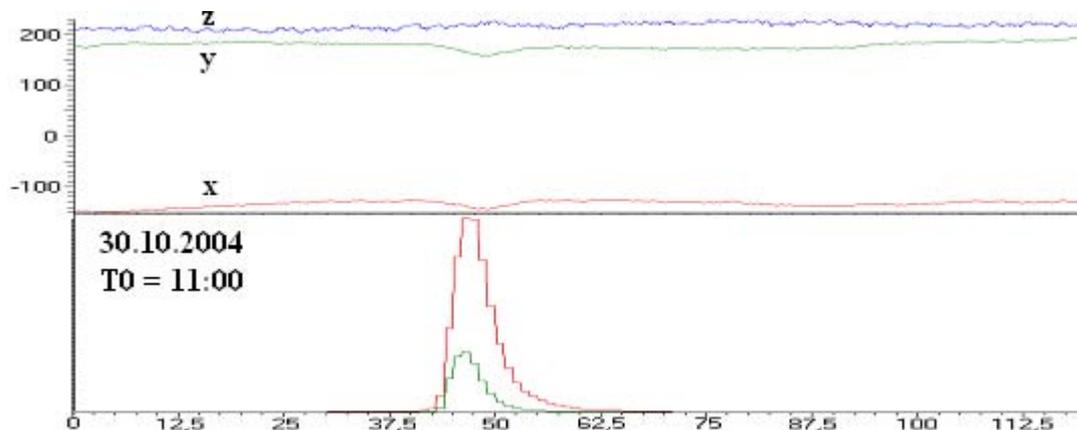
Предлагаемая работа демонстрирует возможности и качество данных первого комплекса, работающего в г.Троицк.

### Прямой отклик на ряд солнечных вспышек

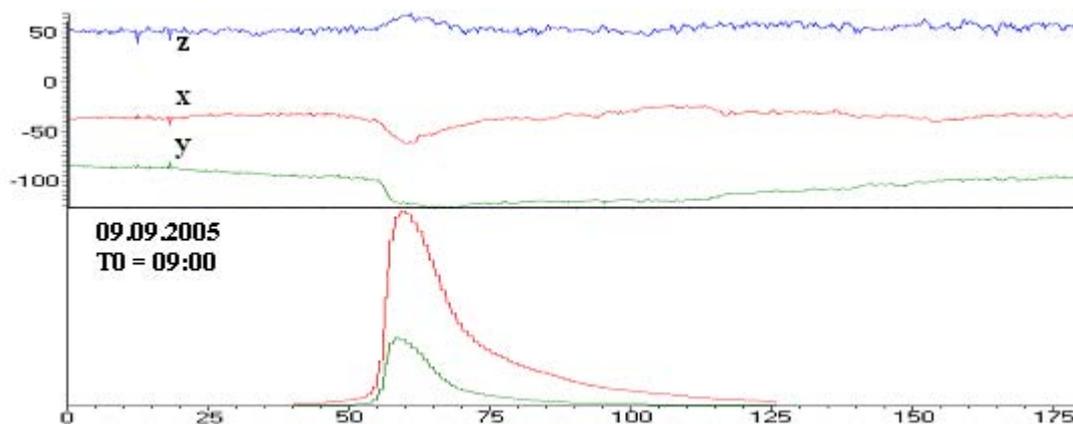
Обычно возмущение электромагнитных полей сопровождается различными природными явления и отражает их динамику и характер. Соответствующая регистрация полей позволяет исследовать интересующее событие. Так дополнительная ионизация ионосферы, вызванная солнечными вспышками, приводит к токовой перестройке и возмущению В-компонент. Ниже сопоставлены вариации  $V_x, y, z$  - компонент магнитометрического комплекса (верхняя часть рисунка в нанотеслах, компоненты маркированы) и минутные данные потока рентгеновского излучения (нижняя часть рисунка в произвольных единицах с датой и начальным временем в UT) в диапазонах 0.5—4.0 и 1.0—8.0 ангстрем спутников серии GOES для четырех событий при различных параметрах вспышек и ионосферы. Общая ось времени в минутах.



30.10.2004 ; X 1.2 ; максимум вспышки в 11:46.



09.09.2005 ; X 3.6 ; максимум вспышки в 09:59.

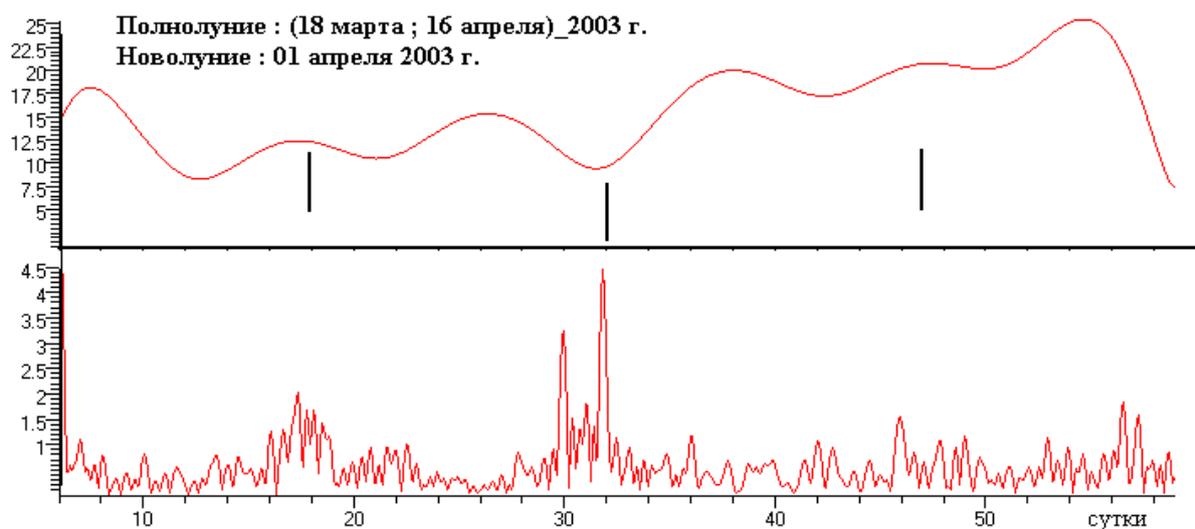


Отметим, что характерная длительность световой части вспышки ~ 20 минут.

#### **Анализ длинных временных массивов**

Так как солнечные события носят случайный характер и проявляются, в той или иной форме, на фоне достаточно регулярных процессов, то важна оценка фоновых состояний анализируемых параметров и их динамика на временных интервалах разного масштаба. При спектральном анализе суточных вариаций горизонтальной компоненты геомагнитного поля проявляются частоты колебаний тепловых приливных атмосферных волн. Полный их набор периодов содержит  $T = 24, 12, 8, 4$  часа. Кроме соответствующих частот выделяются и другие гармоники.

Здесь, как пример, приведен анализ суточной и более высокочастотной (двадцатиминутной) гармоник  $V_x$  - компоненты в период с 6 марта по 28 апреля 2003 г. (всего 54 дня). Применяя преобразование Гильберта к соответствующим спектральным компонентам мы получаем зависимость их амплитуд от времени. Огибающая суточной гармоники представлена на верхней части рисунка. Явно растущий тренд амплитуды этой гармоники соответствует увеличению световой части суток. Выделяется влияние фаз Луны на неё. Суммарное воздействие гравитационных сил Солнца и Луны происходит вблизи новолуния, тогда следует ожидать максимального эффекта. Приведенная оценка этому не противоречит.



Огибающая компоненты с периодом  $T \sim 20$  минут представлена на нижней части рисунка. Хорошо видна связь этой компоненты с выделенными моментами суточной. Отметим, что 17 марта и 26 апреля были солнечные вспышки классов X 1.5 и M 7.0 (вечером и утром), что могло «усилить» выбросы на 17 и 57 сутки.

#### Краткие характеристики комплекса

ИВК-МТМ состоит из измерительного блока, связанного соединительными кабелями с датчиками поля, и интерфейсного блока, подключенного к СОМ порту компьютера (IBM PC) [2]. К измерительному блоку подключаются трехкомпонентный блок кварцевых датчиков магнитного поля, две электрические линии, заканчивающиеся неполяризуемыми электродами и сейсмодатчик. Связь между измерительным и интерфейсным блоками осуществляется по двум кабелям. По одному из них подается питание к измерительному блоку и, далее, к блоку датчиков магнитного поля, а по другому осуществляется цифровая связь между компьютером и измерительным блоком. Электрические линии подключаются к измерительному блоку через каналы с гальванической развязкой. К дополнительным электрическим каналам подключены: сейсмодатчик (через блок детектирования и выделения сейсмической огибающей) и датчик температуры блока датчиков магнитного поля. Динамический диапазон по всем каналам - 22 разряда.

#### Заключение

Проект «Шуман» является естественным продолжением сотрудничества по космической тематике в рамках международных проектов «АПЭКС» и «ИНТЕРБОЛ». По своим научным задачам он тесно связан с уже существующими договорами между ИКИ – БАН и Индийским институтом по геомагнетизму (г.Бомбей, Индия). Разумно формирование базы данных на основе результатов наземного мониторинга и проводимых экспериментов. Следует ожидать востребованность экспериментального материала в задачах экологии, медицины и других приложениях.

#### Литература:

1. С в е т о в, Б., С. Каринский, Ю. Кукса, В. Одинцов. Магнитотеллурический мониторинг геодинамических процессов // ФИЗИКА ЗЕМЛИ. №5. С. 36-46. 1997.
2. С в е т о в, Б., Ю. Кукса, В. Одинцов, А. Амиантов. Измерительно-вычислительный комплекс для магнитотеллурического мониторинга геомагнетических процессов (ИВК-МТМ) // Приборы и системы разведочной геофизики. Саратовское отделение Евро-Азиатского геофизического общества. № 1. С.14-19. 2006.
3. К у к с а, Yu., В. S в е т о в. The Seasonal Behavior of the Bz Daily Variations according to the Monitoring at the Bishkek Geodynamic Site (1993–1995) // Geomagnetism and Aeronomy, Vol. 49, No. 6, pp. 816–821. 2009.