

# Дистанционные методы исследования атмосферных и климатических процессов

## Сверхдлинноволновое электромагнитное излучение ракет при полете в атмосфере Земли

Михайлов Ю.М., Ржаницын В.П., Савельев С.М.,  
Шустов Э.И.

ИЗМИРАН, 142190 Московская обл., г.Троицк

# Волновые процессы в околоземном пространстве, стимулированные стартами космических ракет

- Акустико-гравитационные волны в ионосфере.
- Акустические волны в атмосфере.
- Явления в оптическом и квазиоптическом диапазонах.
- Генерация низкочастотных электромагнитных колебаний и возмущение геополей.
- Образование ионосферных «дыр».

# Возможные механизмы генерации СДВ излучений:

- Излучение при спонтанных разрядах корпуса ракеты.
- МГД эффекты проводящих объемов.
- Механические (вибрационные) колебания плазмы факела ракеты.
- Излучение движущегося заряда.

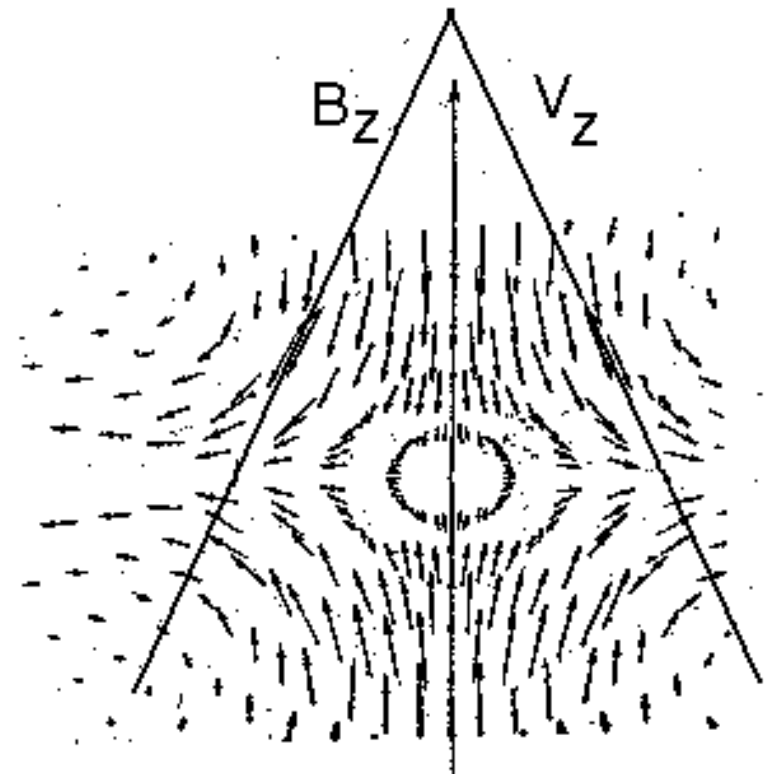
# Генерация магнитного поля в струе:

$$\Delta \mathbf{h} = \text{rot}(\mathbf{v} \times \mathbf{B}_0)$$

Модель струи:

$$v_{z,\rho} \quad v_z = v_0 e^{-\alpha z}$$
$$v_r = v_{02} (1 + r/a)$$

$$\mathbf{B} = \begin{matrix} 0 \\ \mathbf{B}_0 \end{matrix}$$



# Преобразование электростатического поля в СНЧ радиоизлучение

$$E_z = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \varphi_1^2 \frac{H^2 - \rho^2}{(\rho^2 + H^2)^{5/2}} \times \exp\left[ ik \left( (\rho^2 + H^2)^{1/2} \right) \right]$$

# Использованная измерительная аппаратура

Для измерений применялась экспедиционная аппаратура ИЗМИРАН АНЧ-2М, состоящая из:

2-х магнитных датчиков с входными усилителями (N-S и E-W компоненты),

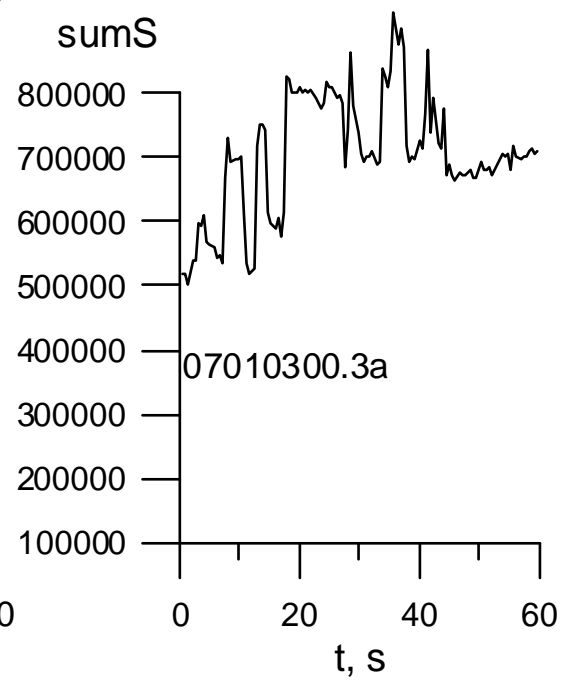
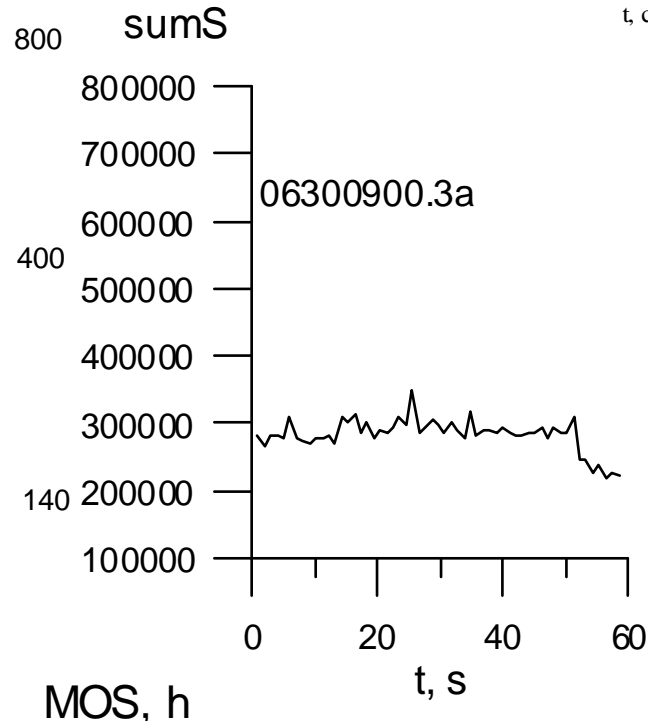
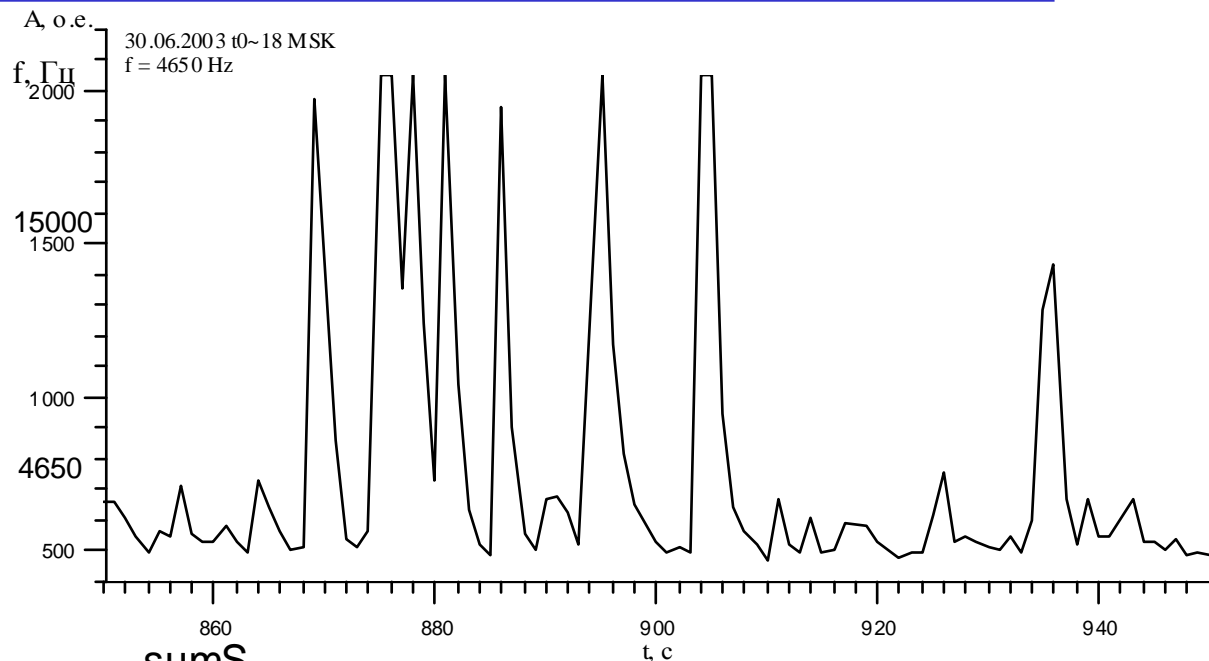
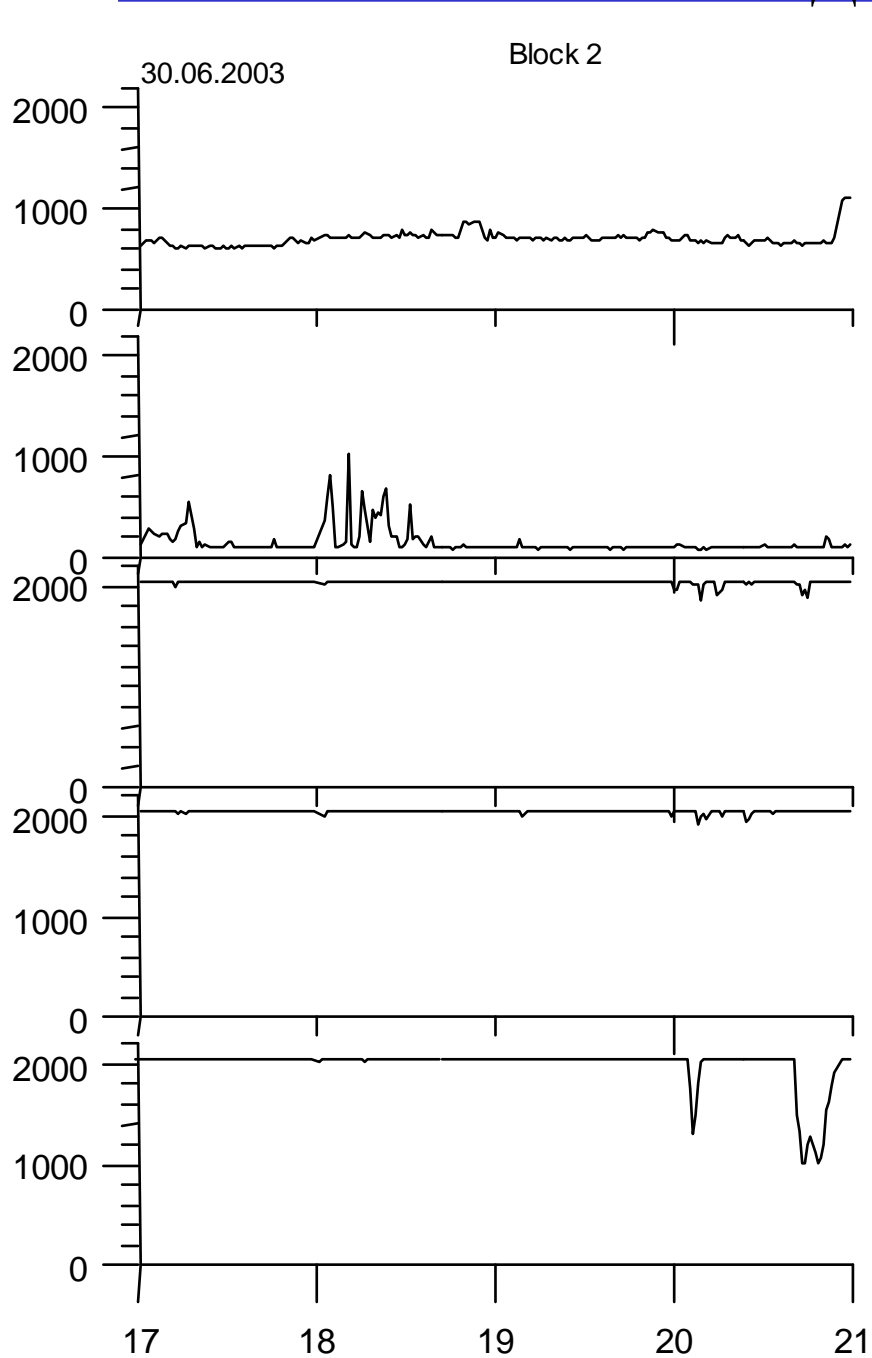
2-х логарифмических усилителей с блоком питания (широкополосные магнитные каналы 20 Гц - 20 кГц),

2-х многоканальных усилителей на ряде дискретных частот в диапазоне 140...15000 Гц,

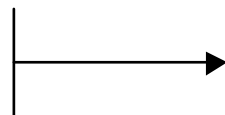
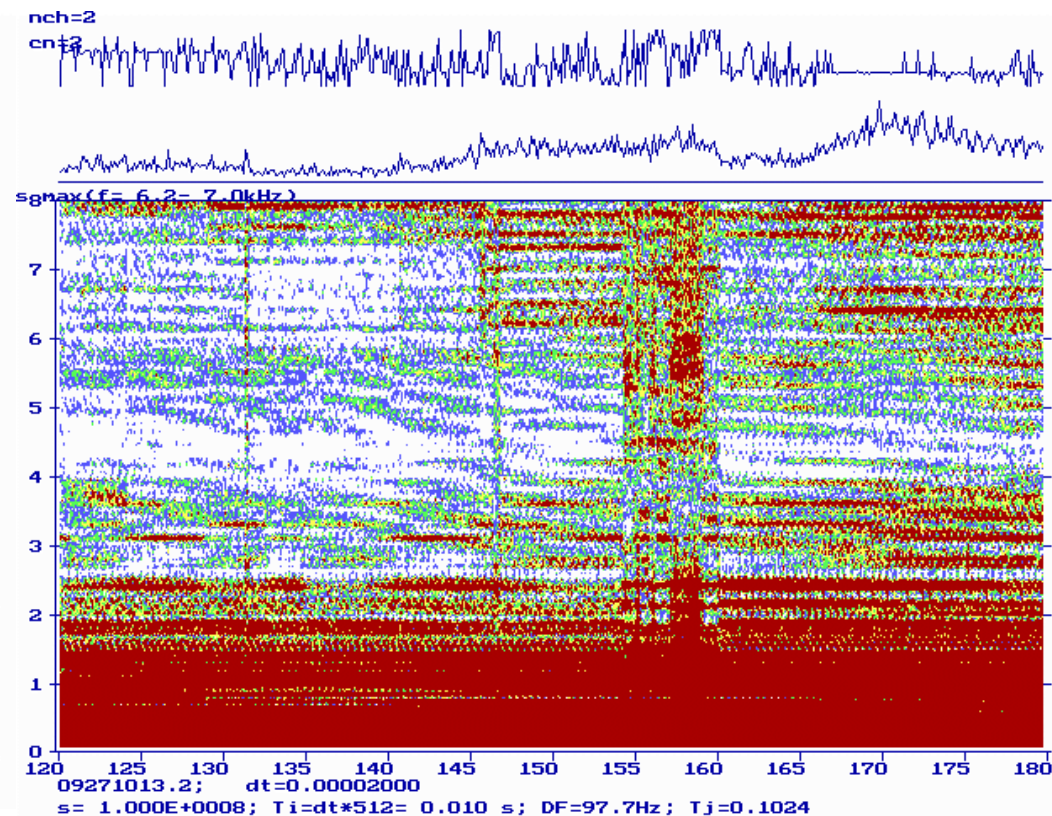
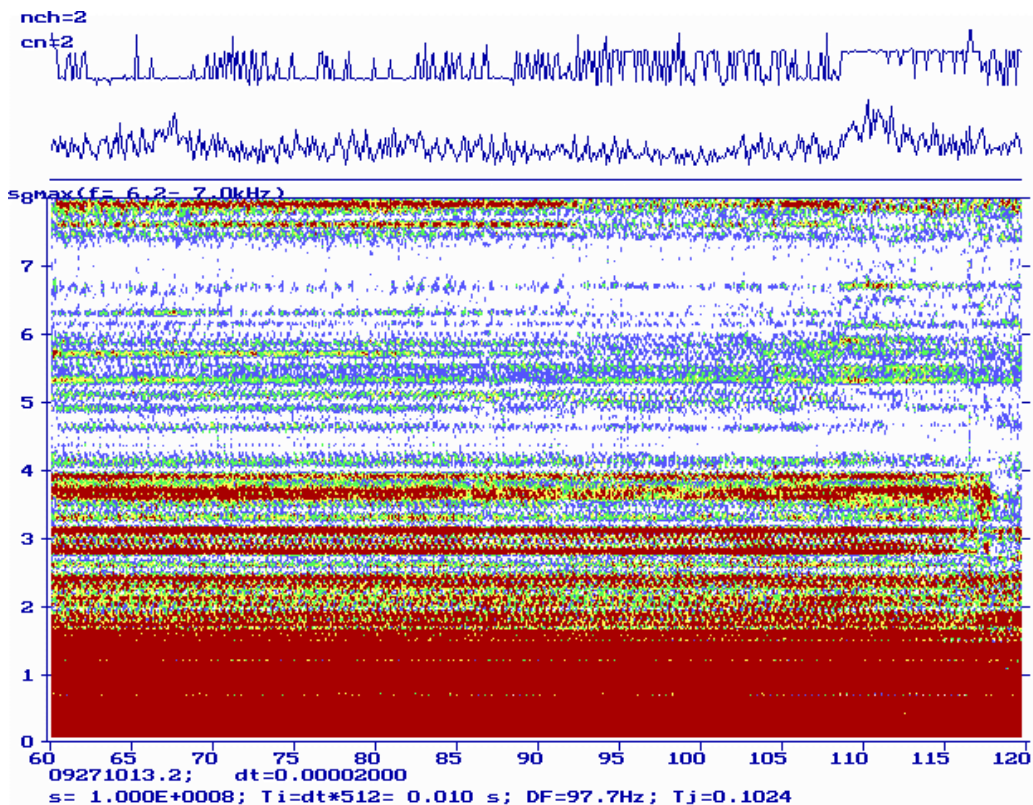
аналого-цифрового преобразователя E-330 фирмы LCARD,

переносного компьютера Notebook фирмы DELL.

# Экспериментальные результаты. Наблюдения 30.06.2003



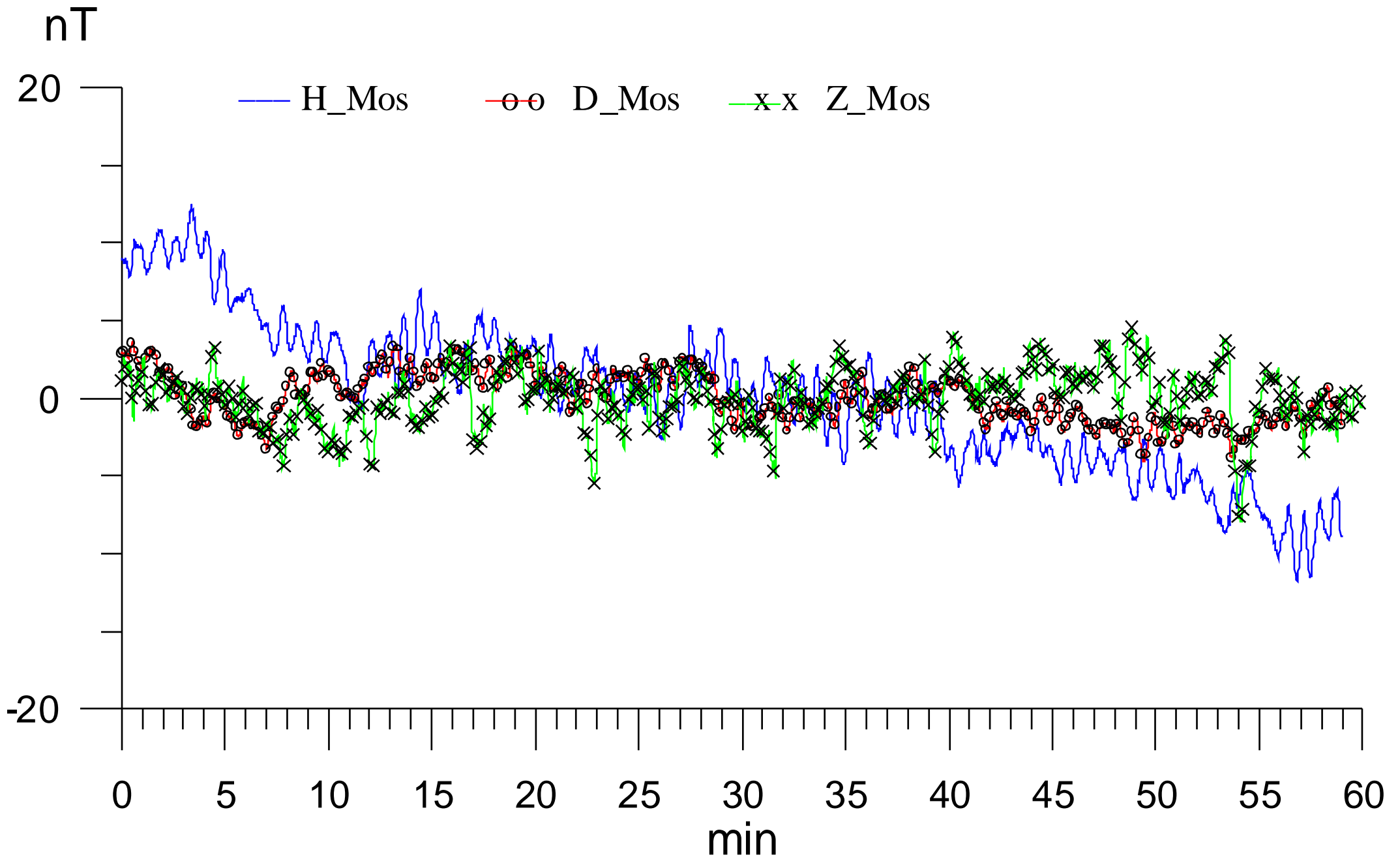
# Эхо сигналы СА, зарегистрированные в результате образования ионосферного канала



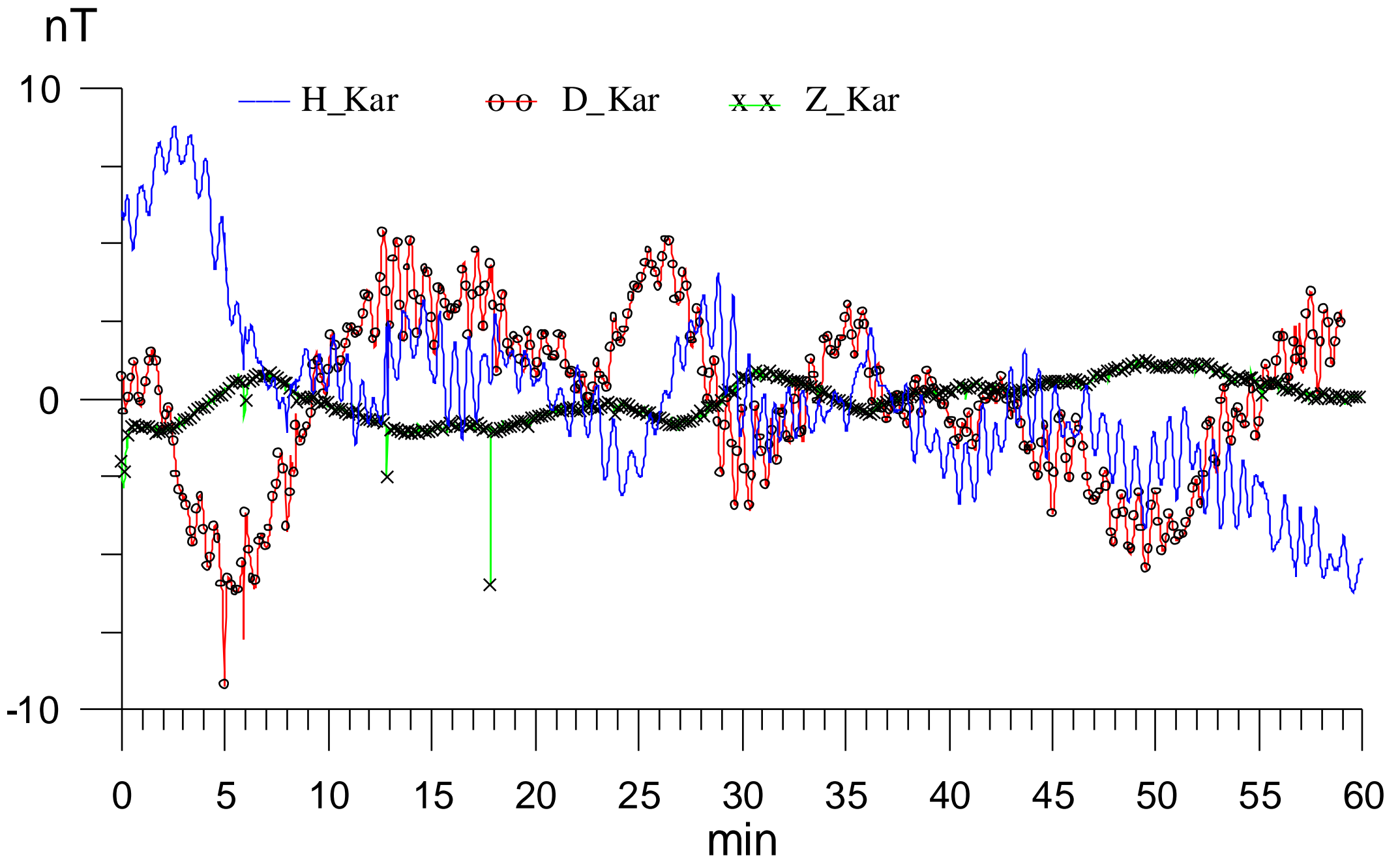
Время начала регистрации эхо - 4 минуты от момента старта ракеты



27.09.2003 06:00 UT

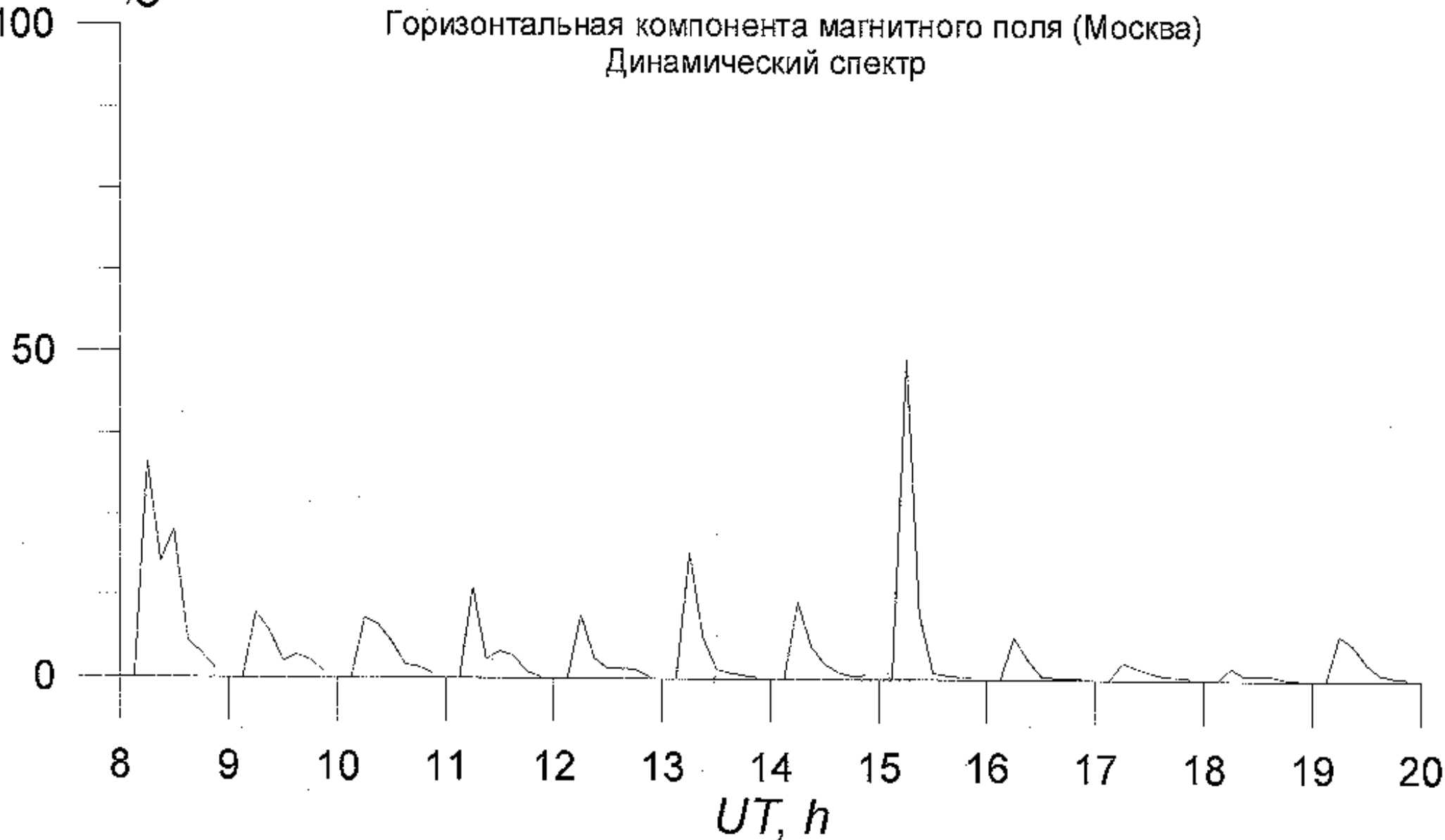


27.09.2003 06:00 UT



$S^2 * 10^{-4}, g^2 / Hz$

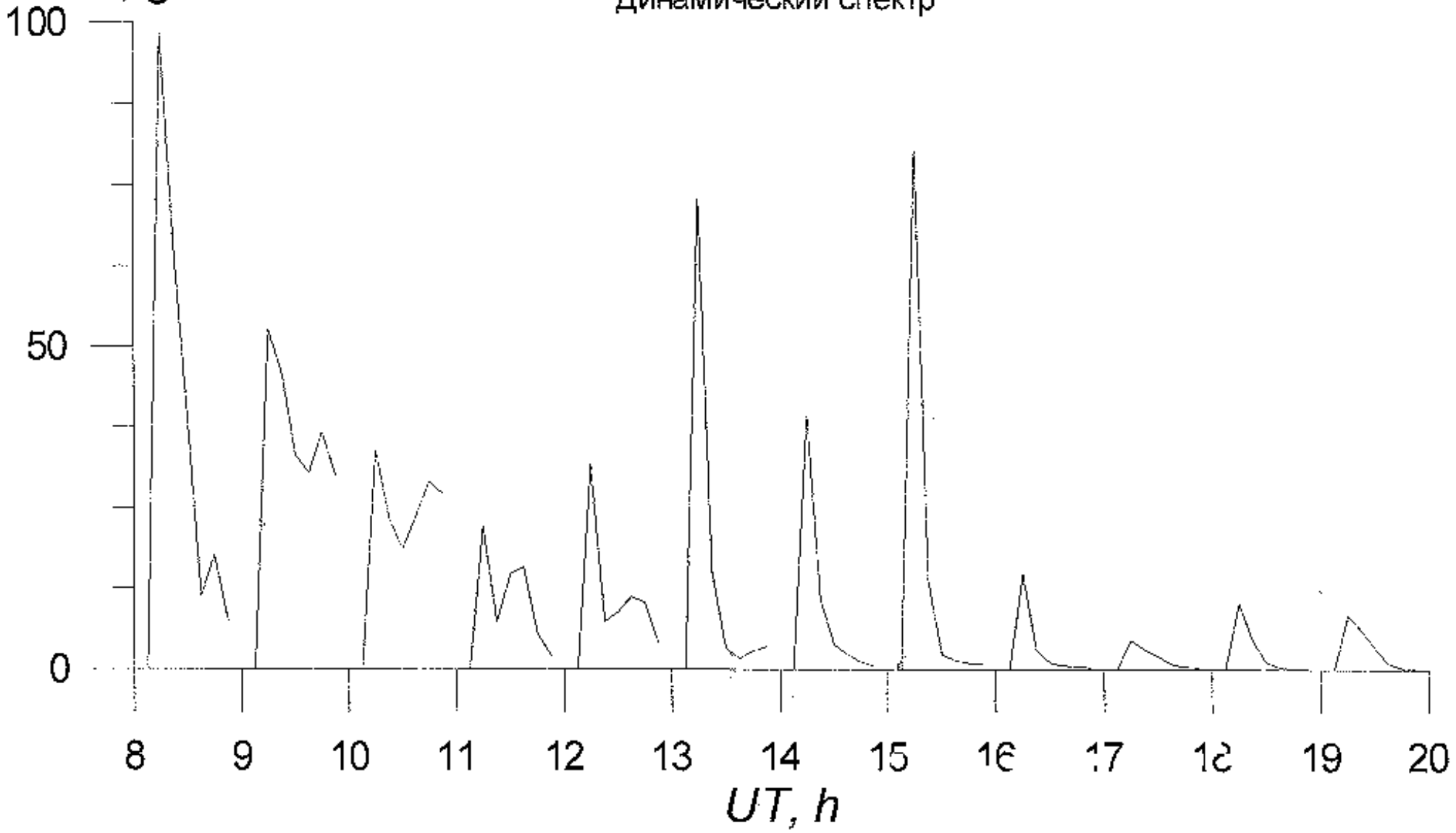
Горизонтальная компонента магнитного поля (Москва)  
Динамический спектр



Спектры, вычисленные на интервалах длительностью 1 час

Горизонтальная компонента магнитного поля (Карпогоры)  
Динамический спектр

$S^2 * 10^{-4}, g^2 / Hz$



Спектры, вычисленные на интервалах длительностью 1 час

# Заключение

Наблюдения стартов ракет на полигоне Плесецкий позволили установить следующие эффекты:

1. Всплеск ОНЧ-излучения на частоте 4650 Гц интенсивностью  $10^{-13}$  Вт/м<sup>2</sup>Гц.
2. Всплеск магнитного поля на ст. Карпогоры 0,3-0,4 нТл.
3. Появление серии свистовых эхо сигналов с задержкой 240 с после старта.