

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО ВНЕШНЕГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ

**Денисенко П.Ф., Иванов И.И.,
Соцкий В.В., Хомяков А.А.**

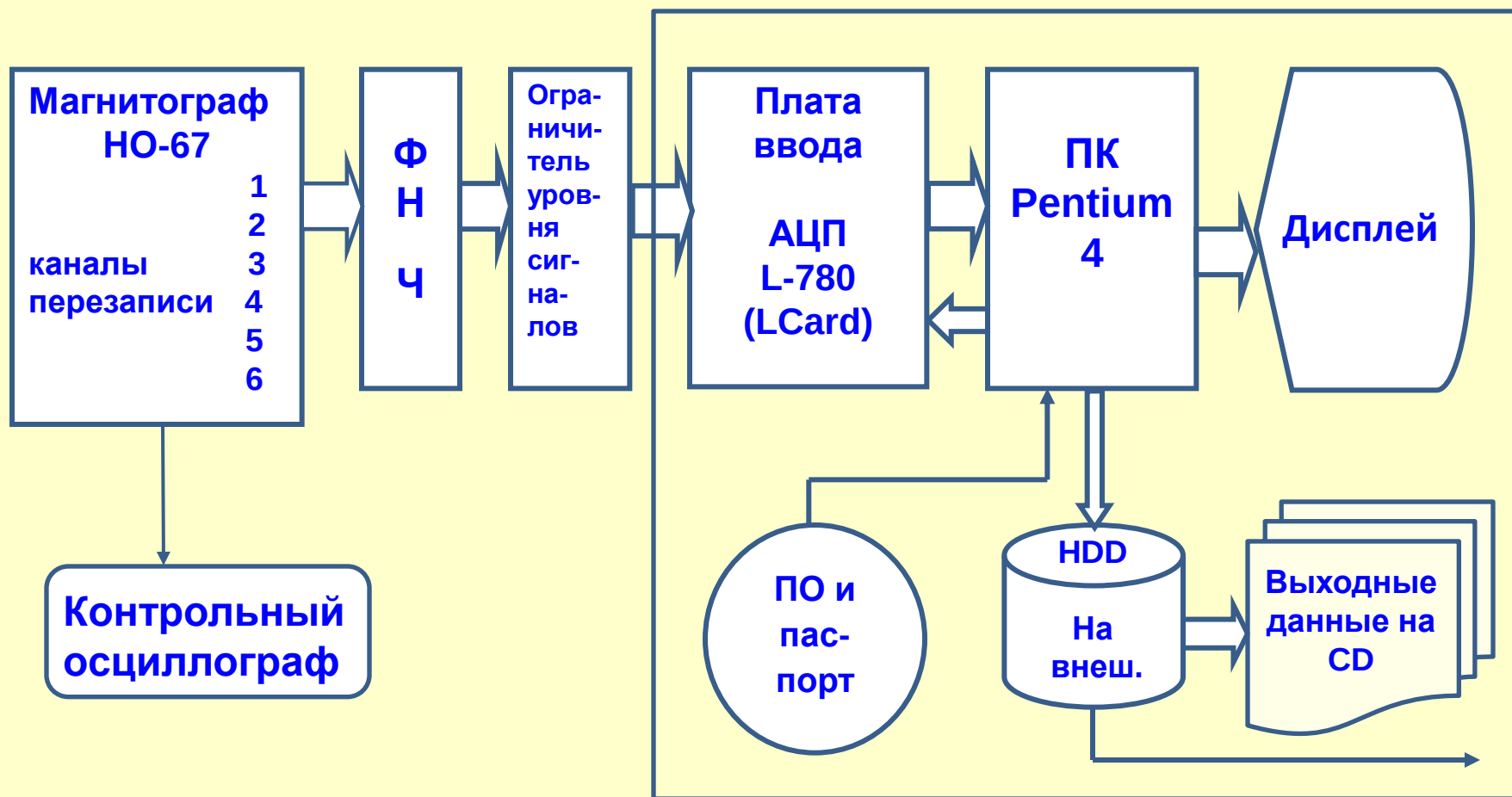
**НИИ физики ФГАОУ ВПО "Южный
федеральный университет"**

**Представлена методика обработки
данных спутникового внешнего
зондирования, разработанная в НИИ
физики ЮФУ, для получения
пространственных распределений
электронной концентрации в
ионосфере вдоль траектории
спутника.**

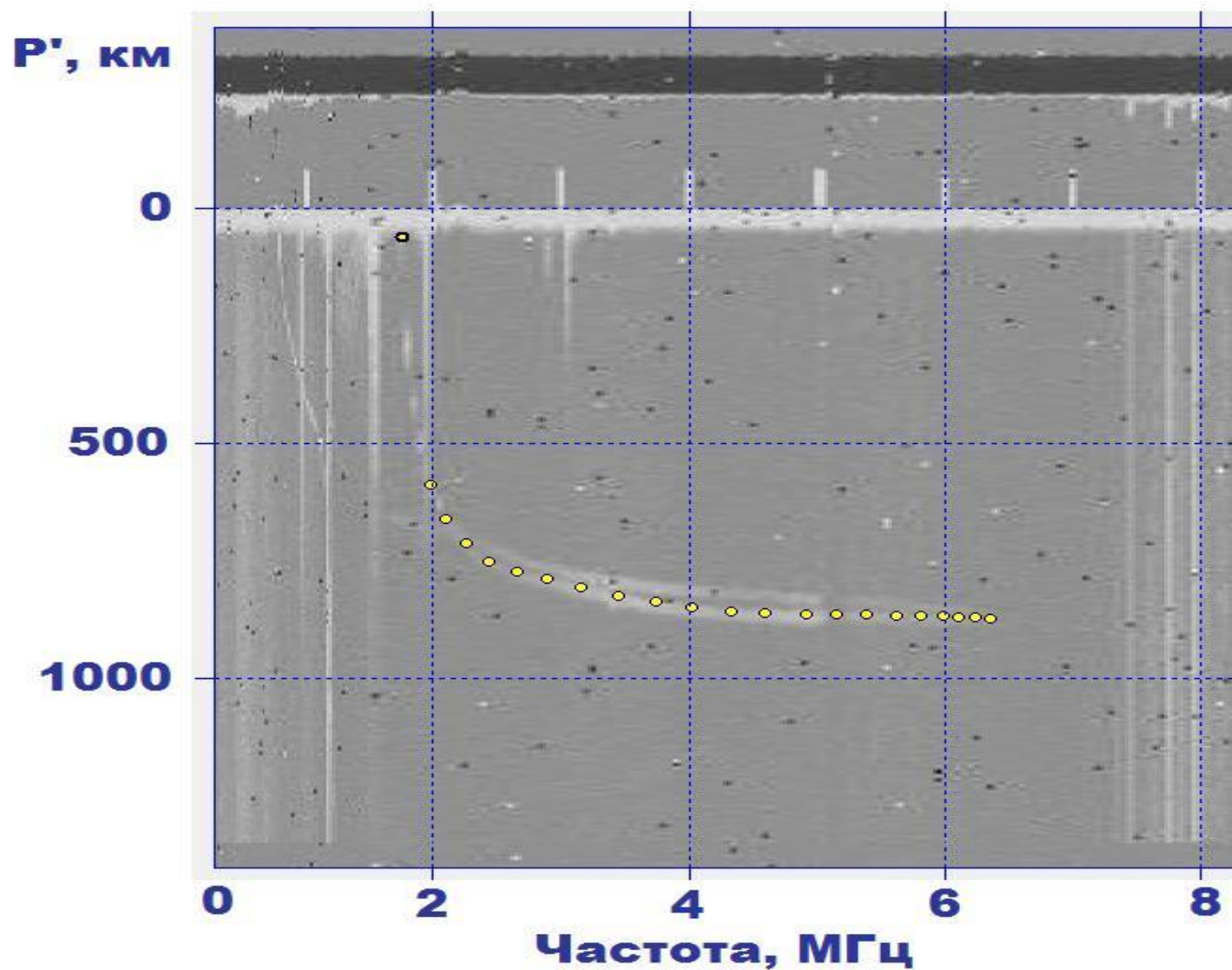
Разработанная методика включает в себя

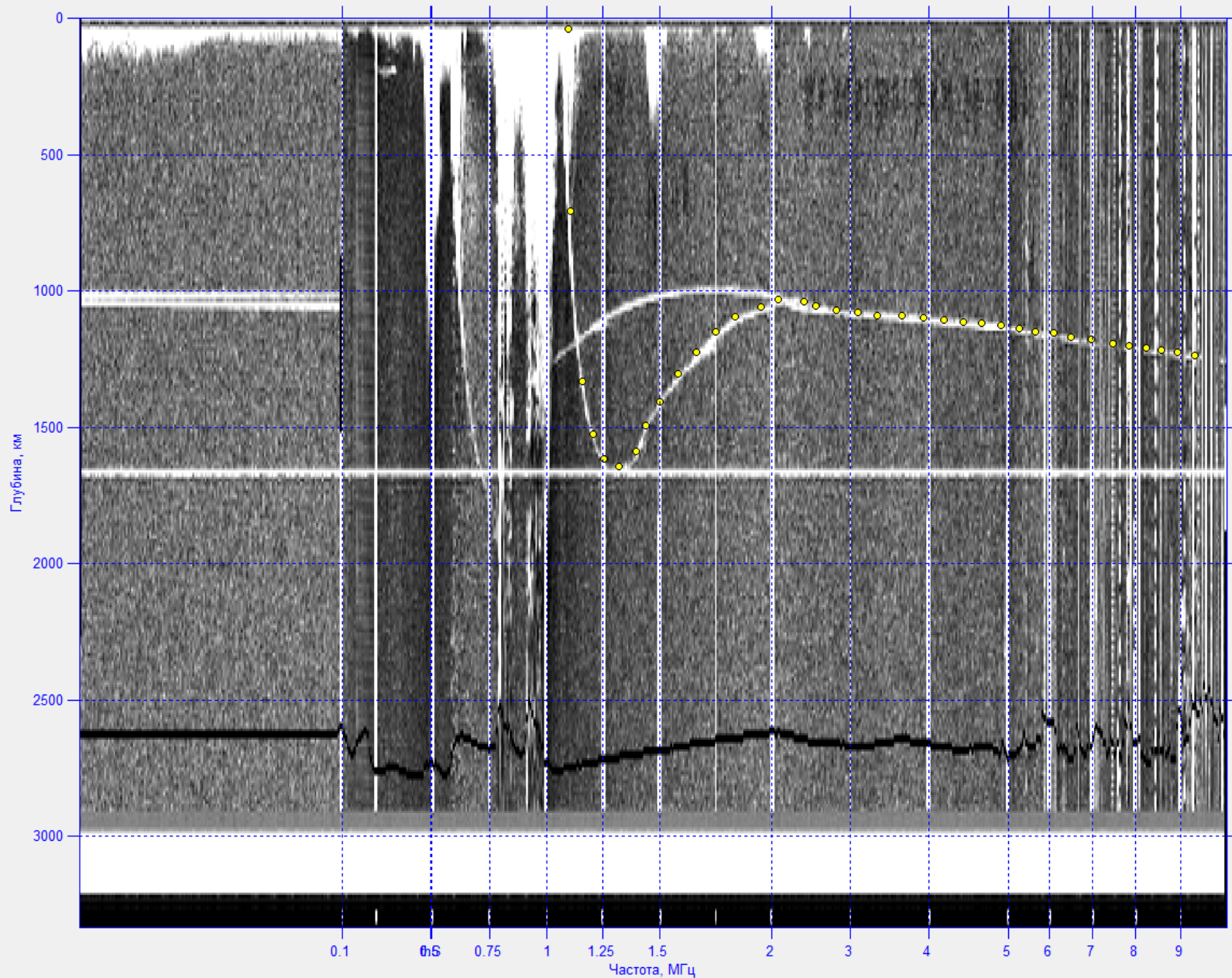
- (I) обработку первичной информации;
- (II) оцифровку ионограмм (зависимостей действующих глубин отражения сигналов (P') от частоты зондирования (f));
- (III) расчет вертикальных распределений электронной концентрации ($N(h)$ -профилей) по ионограммам;
- (IV) построение пространственных распределений электронной концентрации.

(I) Обобщенная схема стенда для перезаписи аналоговых сигналов бортовых ионозондов с магнитографа на цифровой носитель



**(II) Иonoграмма, оцифрованная по x-следу
«Космос – 1809», в. 6207, 15 ч. 35 м. 49 с. Мск**





(III) Методика расчета $N(h)$ -профилей основана на обращении нелинейного интегрального уравнения

$$P'(f) = \int_{hs}^{hr} \mu' [f, f_N(h), f_H(h), \Theta] dh,$$

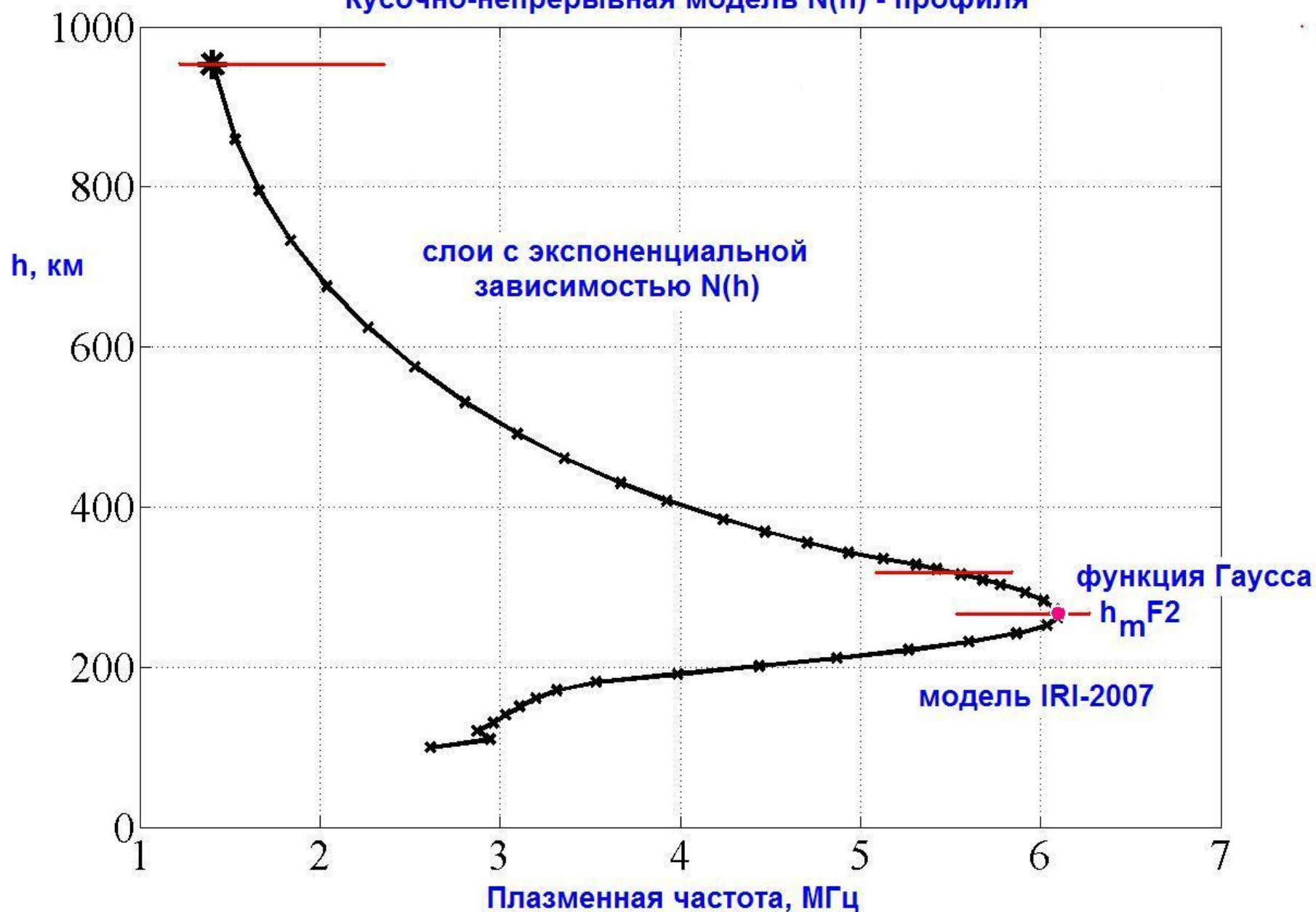
где hs – высота спутника;

hr – высота отражения сигнала;

μ' – групповой показатель преломления волны – функция частоты f , плазменной частоты $f_N(N)$, гирочастоты f_H , угла θ между направлением вектора напряженности магнитного поля и вектором волновой нормали (вертикалью);

относительно какой-либо функции электронной концентрации $N(h)$.

Кусочно-непрерывная модель N(h) - профиля



Кусочно-непрерывная функция $N(h)$
(слоистая модель):

$$N(z) = N_{i-1} \exp[(z - z_{i-1}) / H_i], \quad z_{i-1} < z \leq z_i,$$

где $z = hs - h$ – глубина, отсчитываемая от высоты спутника;

i – номер точки (слоя) в таблице оцифровки
($1 \leq i \leq m - m_g$);

H_i – шкала высоты слоя;

$N_0 = N(hs)$ – электронная концентрация на
высоте спутника;

m_g – некоторое количество отсчетов,
используемое для определения параметров
 $N(h)$ -профиля вблизи максимума области F .

Распределение электронной концентрации вблизи (выше) максимума области F (функция Гаусса):

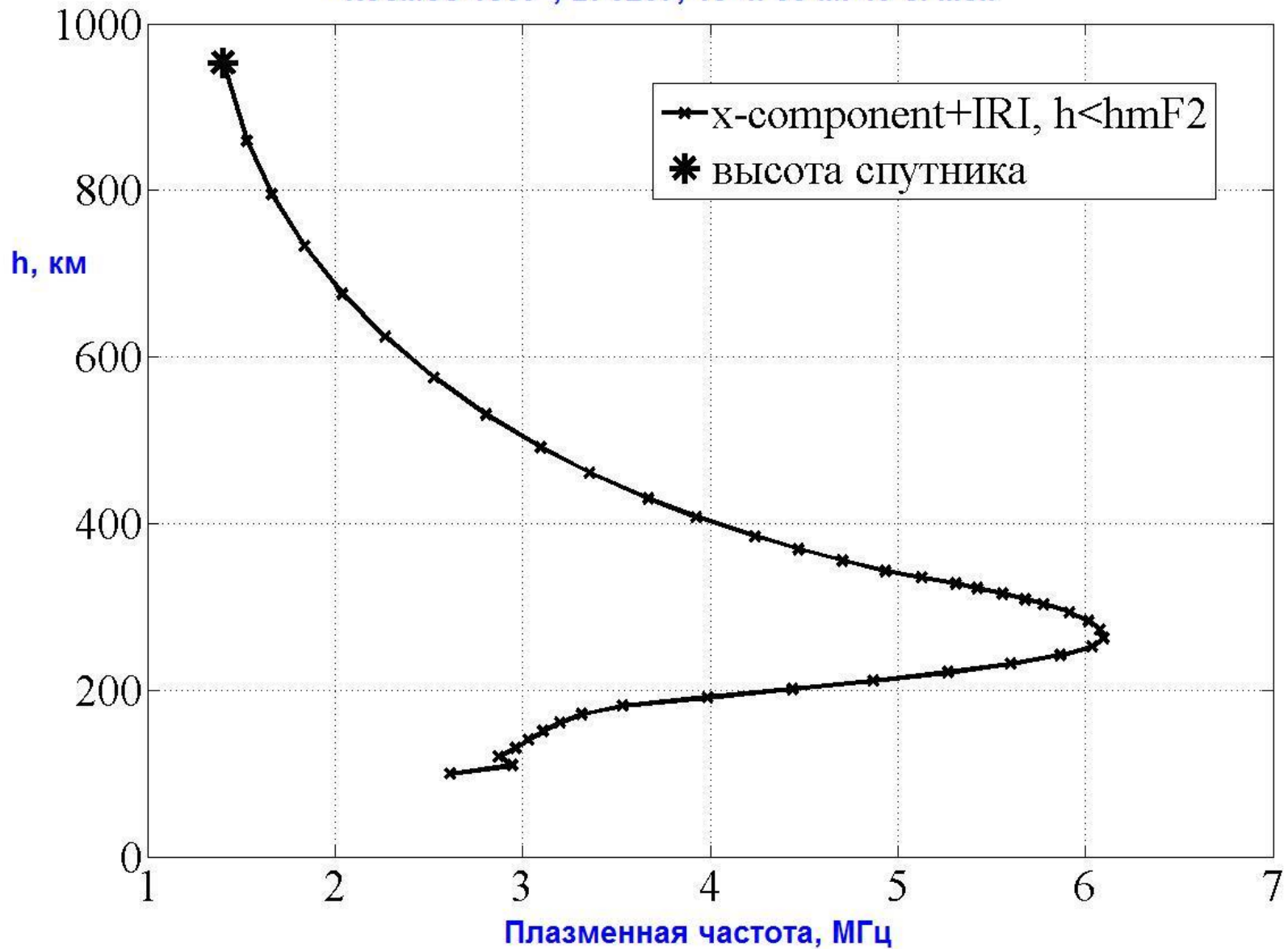
$$N(z) = N_{max} \exp \left[- \left((z_{max} - z) / H_g \right)^2 \right], \quad z_{m - m_g} < z \leq z_{max}.$$

Параметр H_g определяется методом наименьших квадратов по последним m_g ($m_g = 5$) отсчетам на ионограмме при заданном значении N_{max} электронной концентрации в максимуме области F.

Оптимальное значение N_{max} выбирается после переборки N_{max} из некоторого интервала возможных значений по минимальной сумме квадратов невязок действующих глубин отражения.

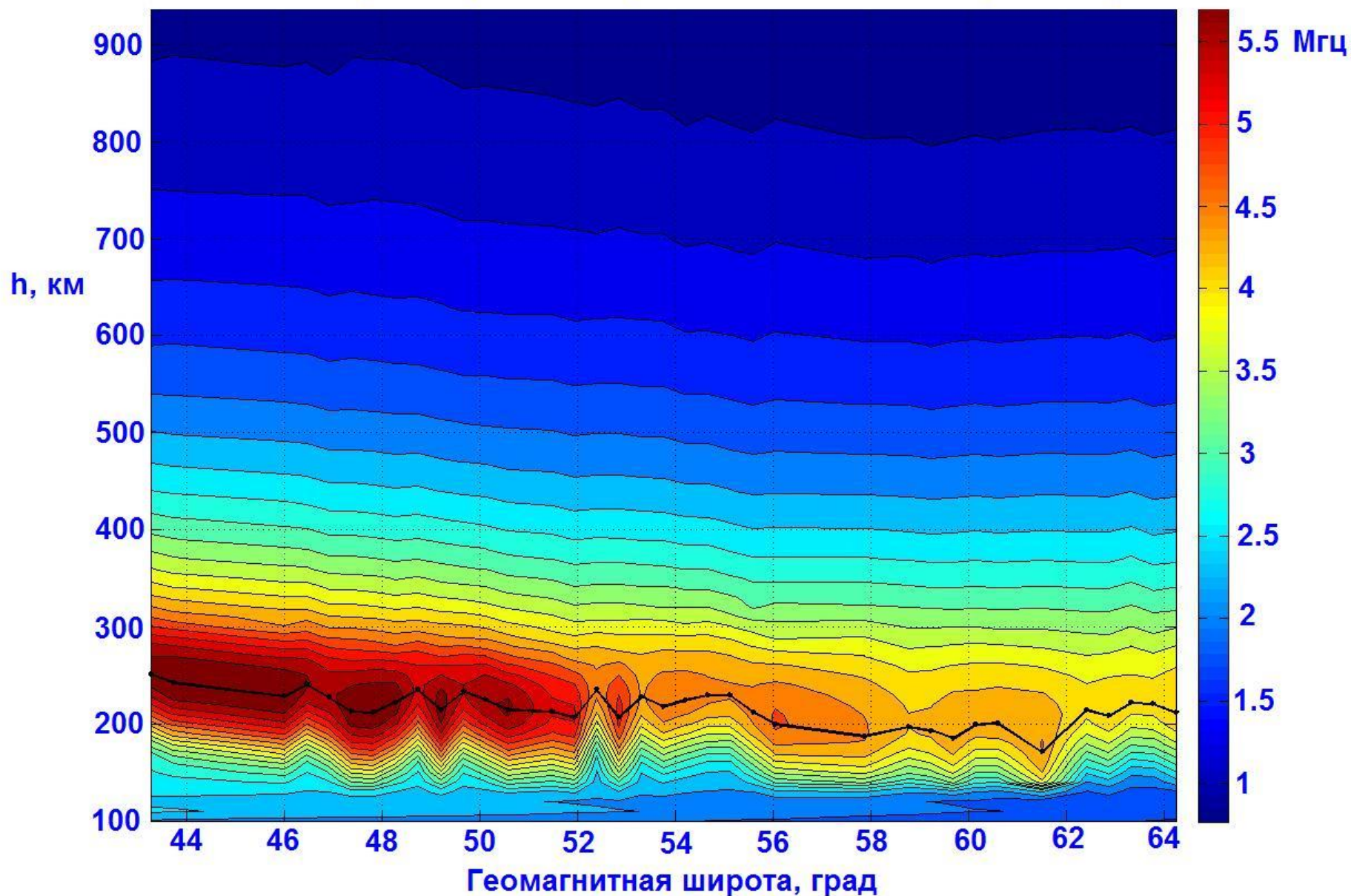
(III) Рассчитанный по ионограмме $N(h)$ -профиль

"Космос-1809", в. 6207, 15 ч. 35 м. 49 с. Мск



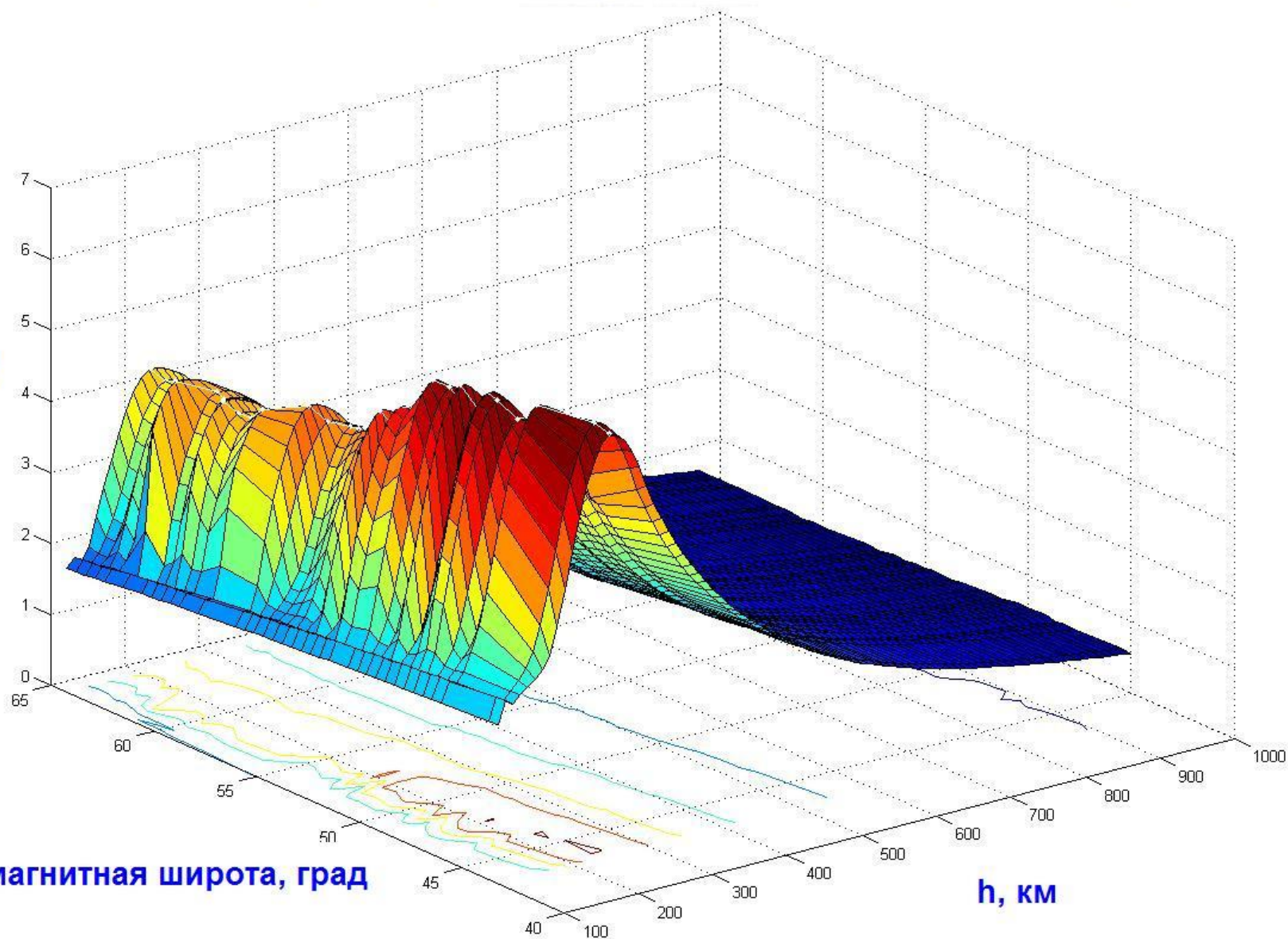
(IV) Изолинии плазменной частоты

"Космос-1809", в.1079, 06.03.87 г., 11.49.11 - 11.55.19 Мск, 2685 км, N - S



"Космос-1809", в.1079, 06.03.87 г., 11.49.11 - 11.55.19 Мск, 2685 км, N - S

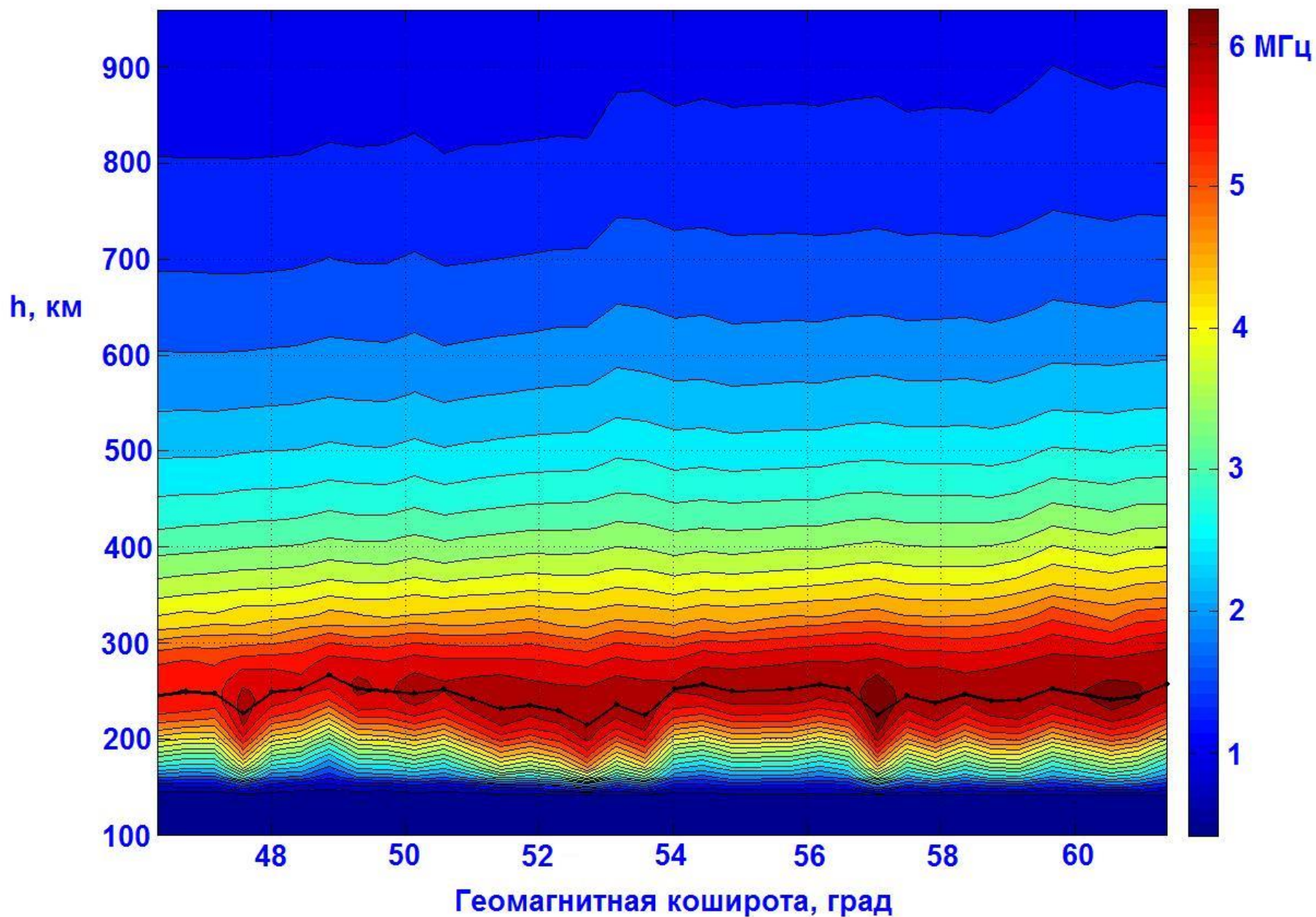
f_n , МГц



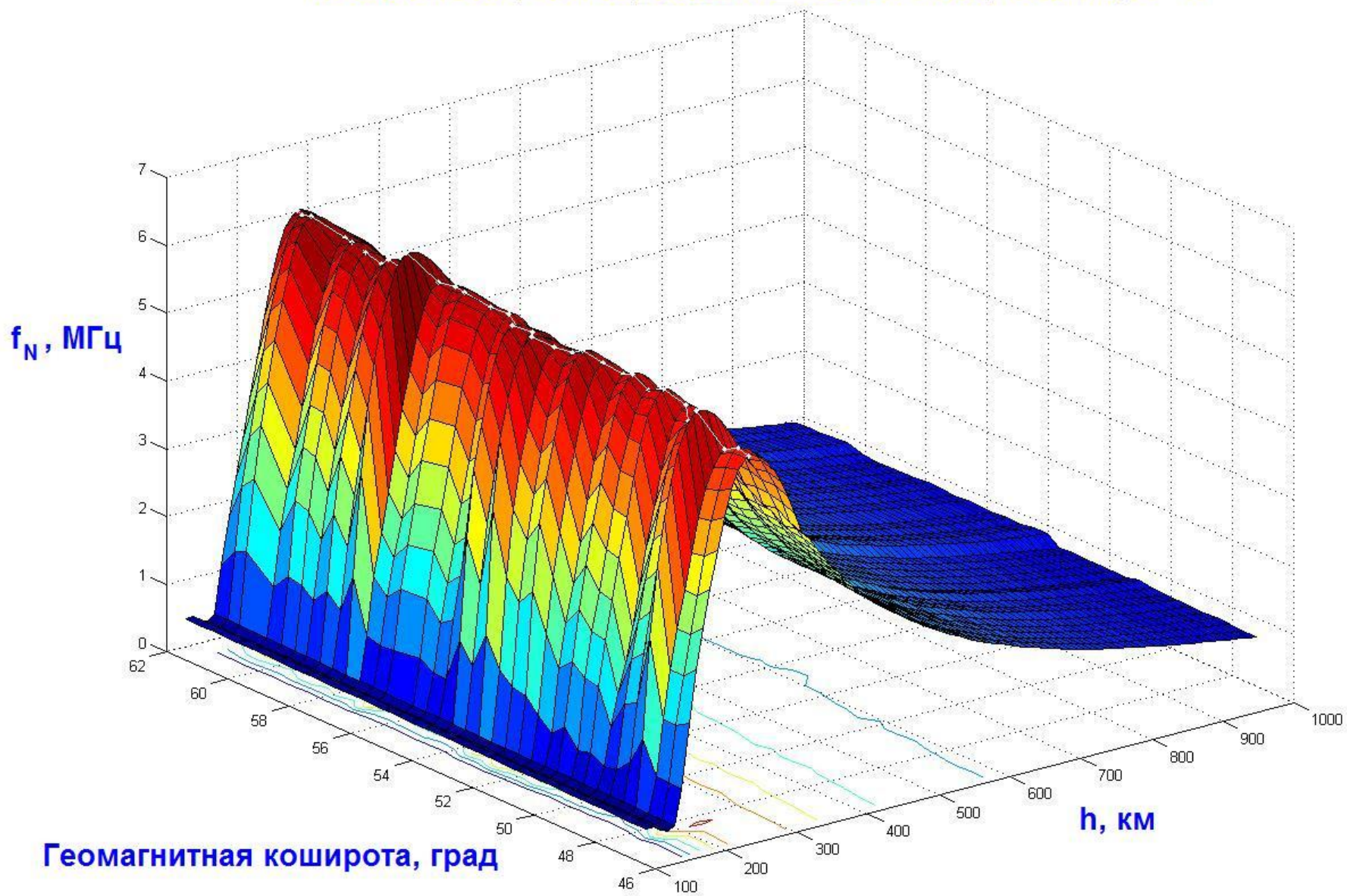
Геомагнитная широта, град

h , км

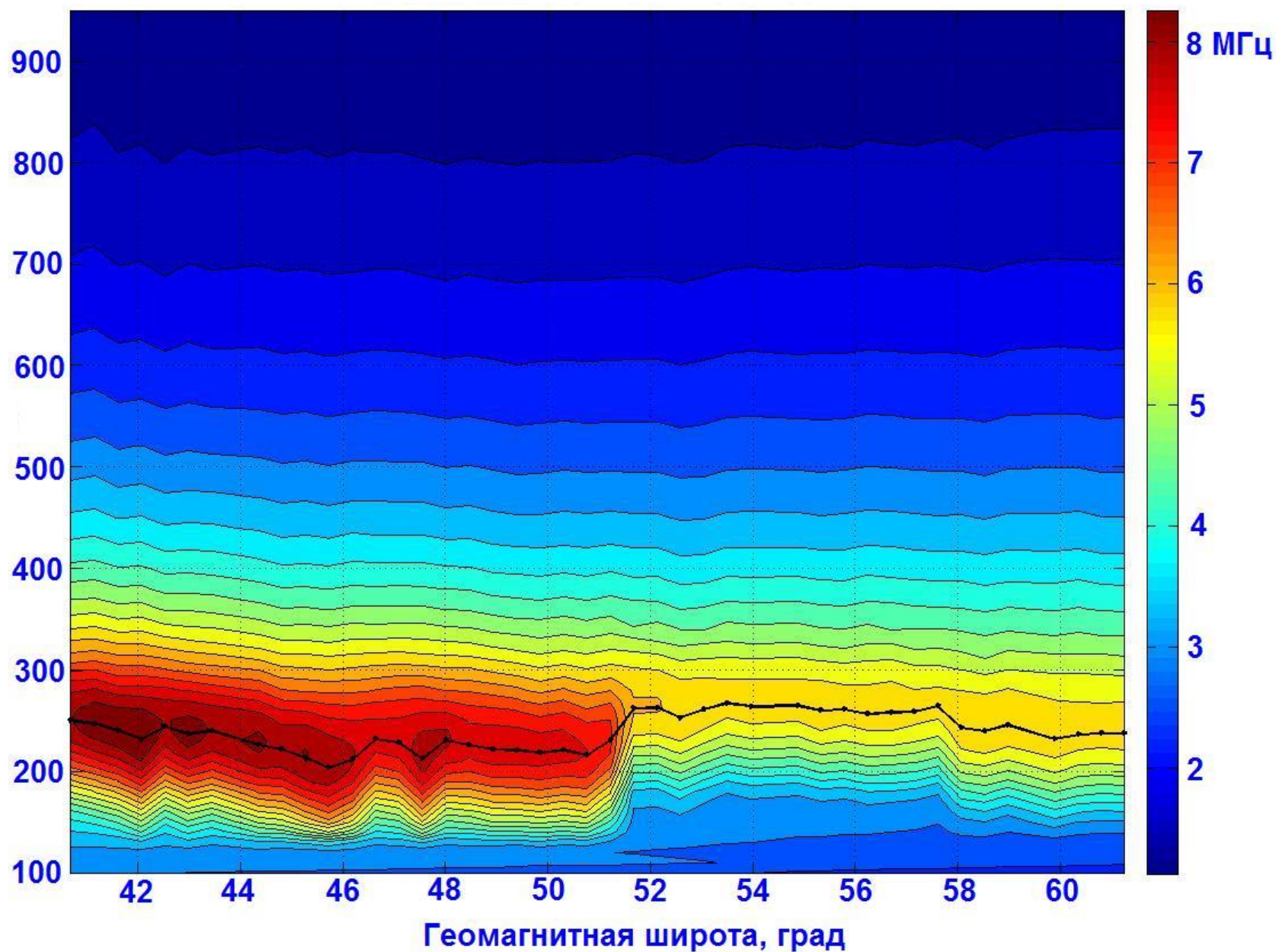
"Космос-1809", в.5789, 10.02.88 г., 09.05.13 - 09.09.52 Мск, 1930 км, S - N



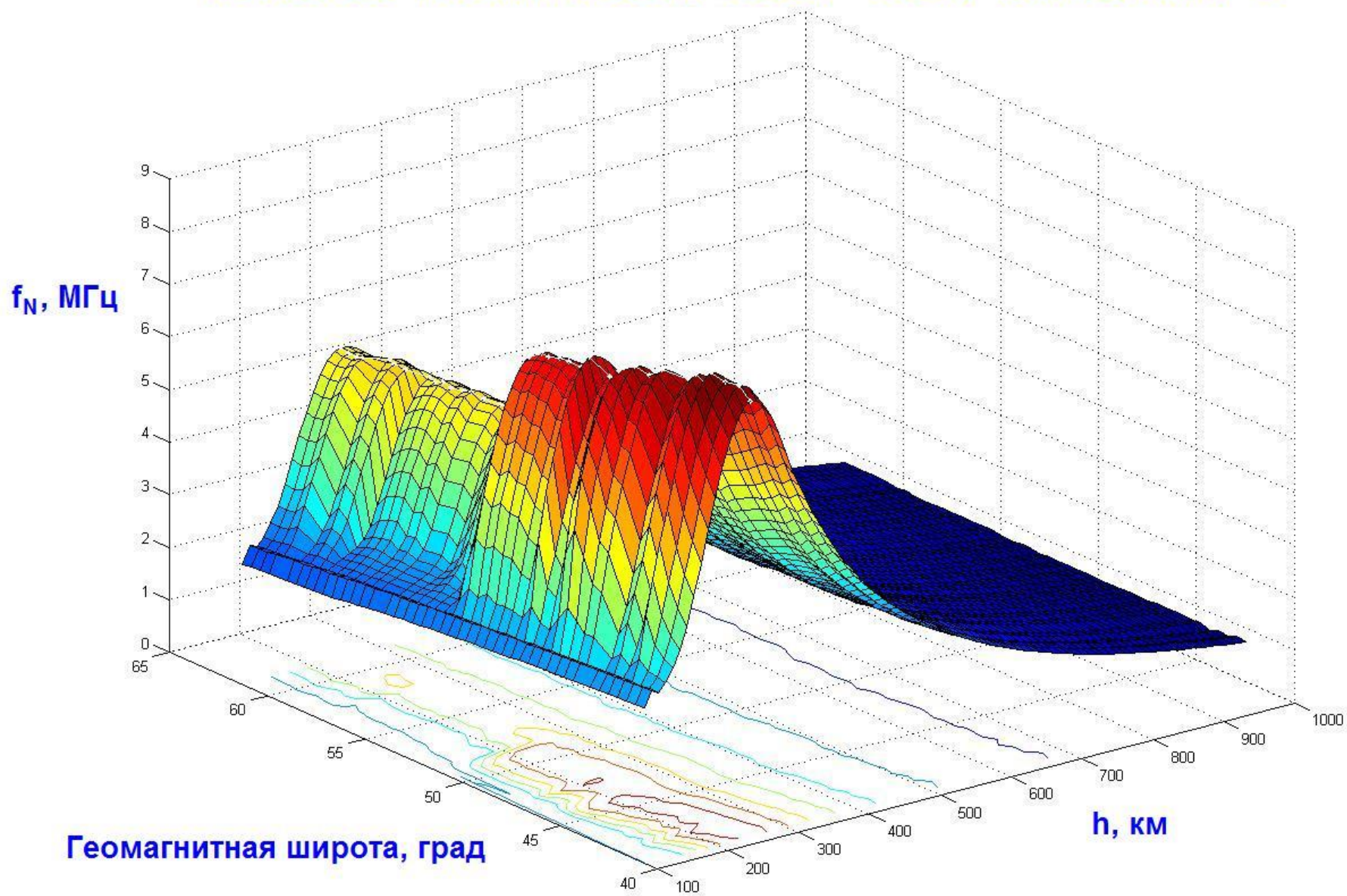
"Космос-1809", в.5789, 09.05.13 - 09.09.52 Мск, 1930 км, S - N



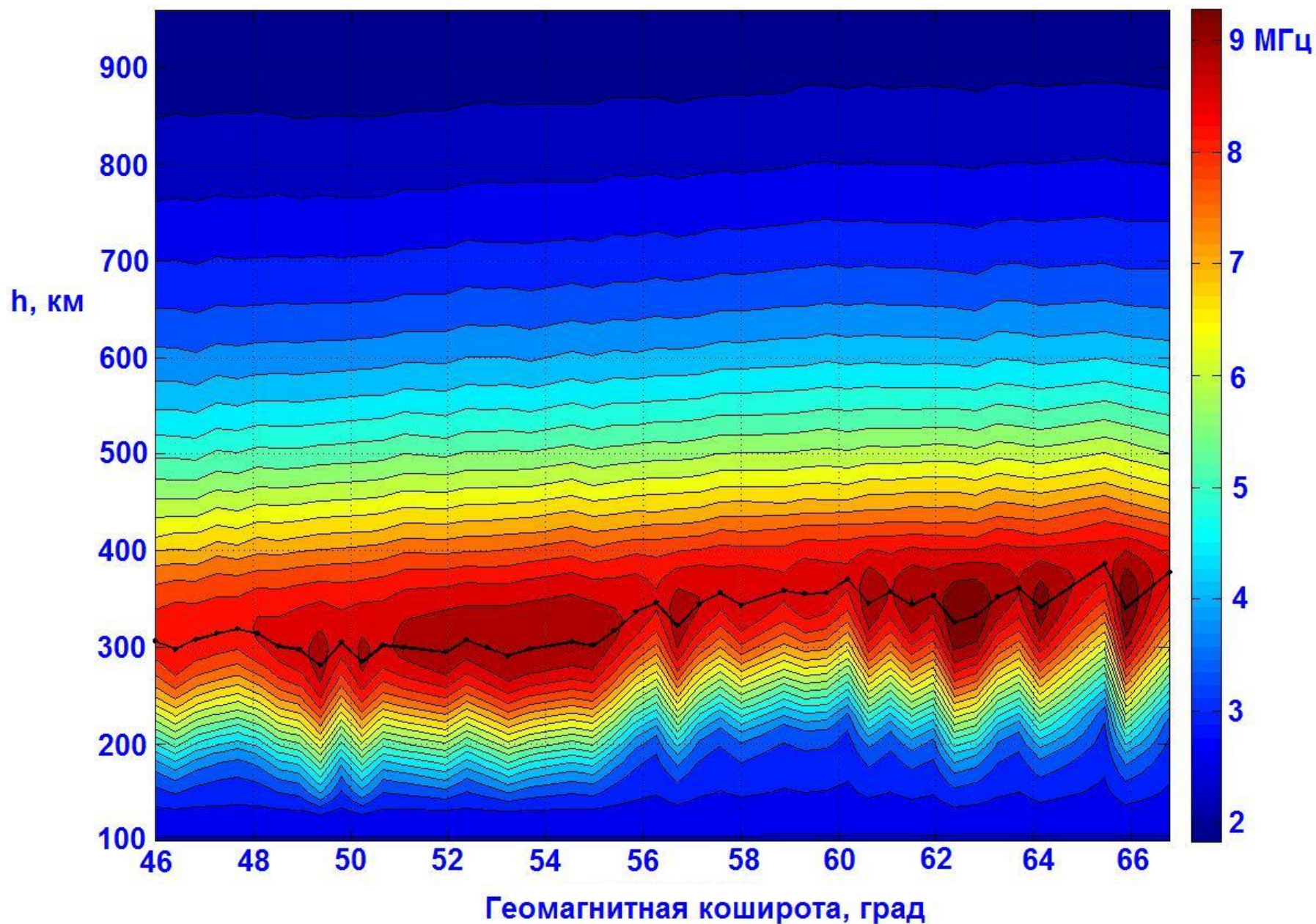
"Космос-1809", в.6207, 11.03.88 г., 15.33.17 - 15.39.17 Мск, 2631 км, N - S



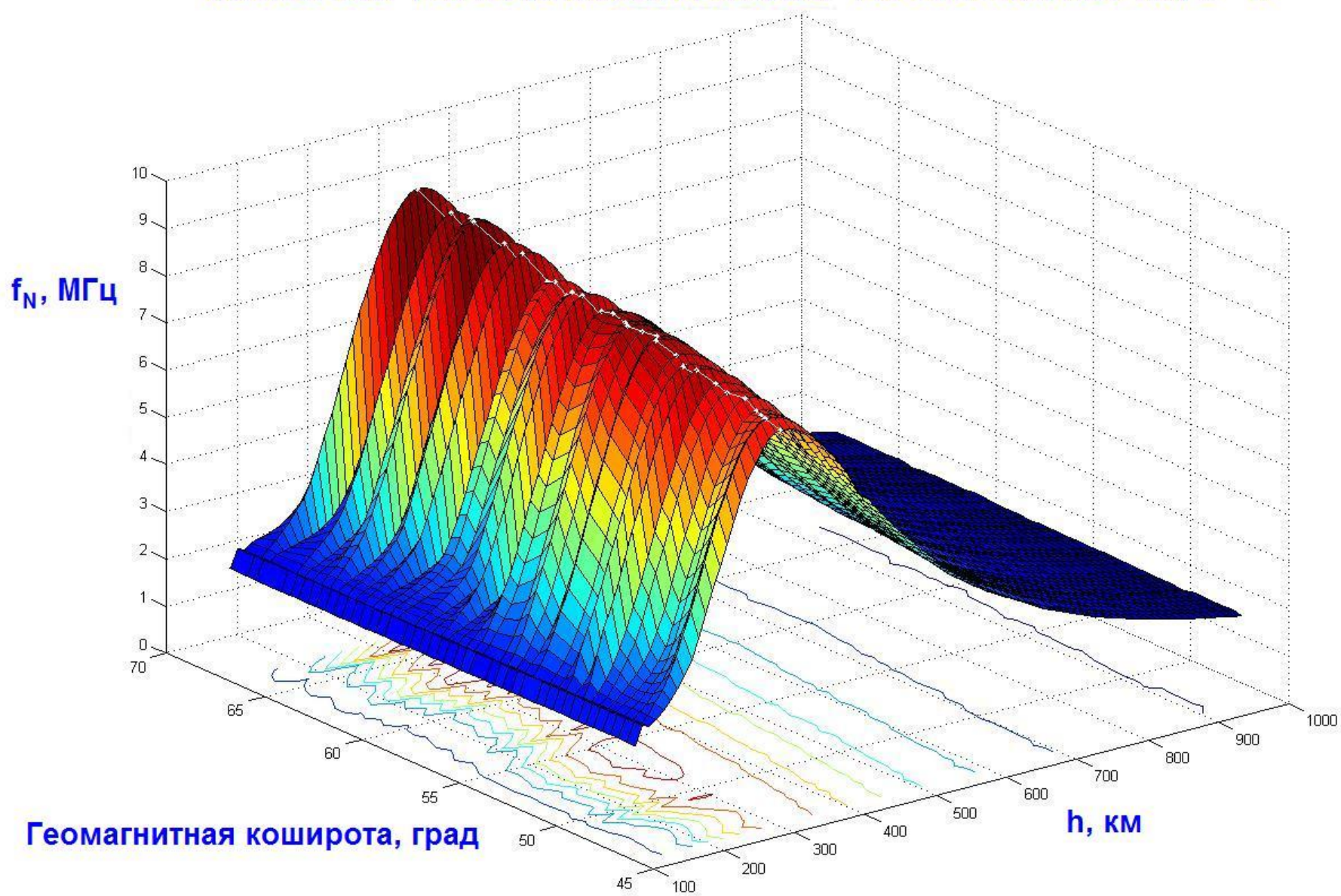
"Космос-1809", в.6207, 11.03.88 г., 15.33.17 - 15.39.17 Мск, 2631 км, N - S

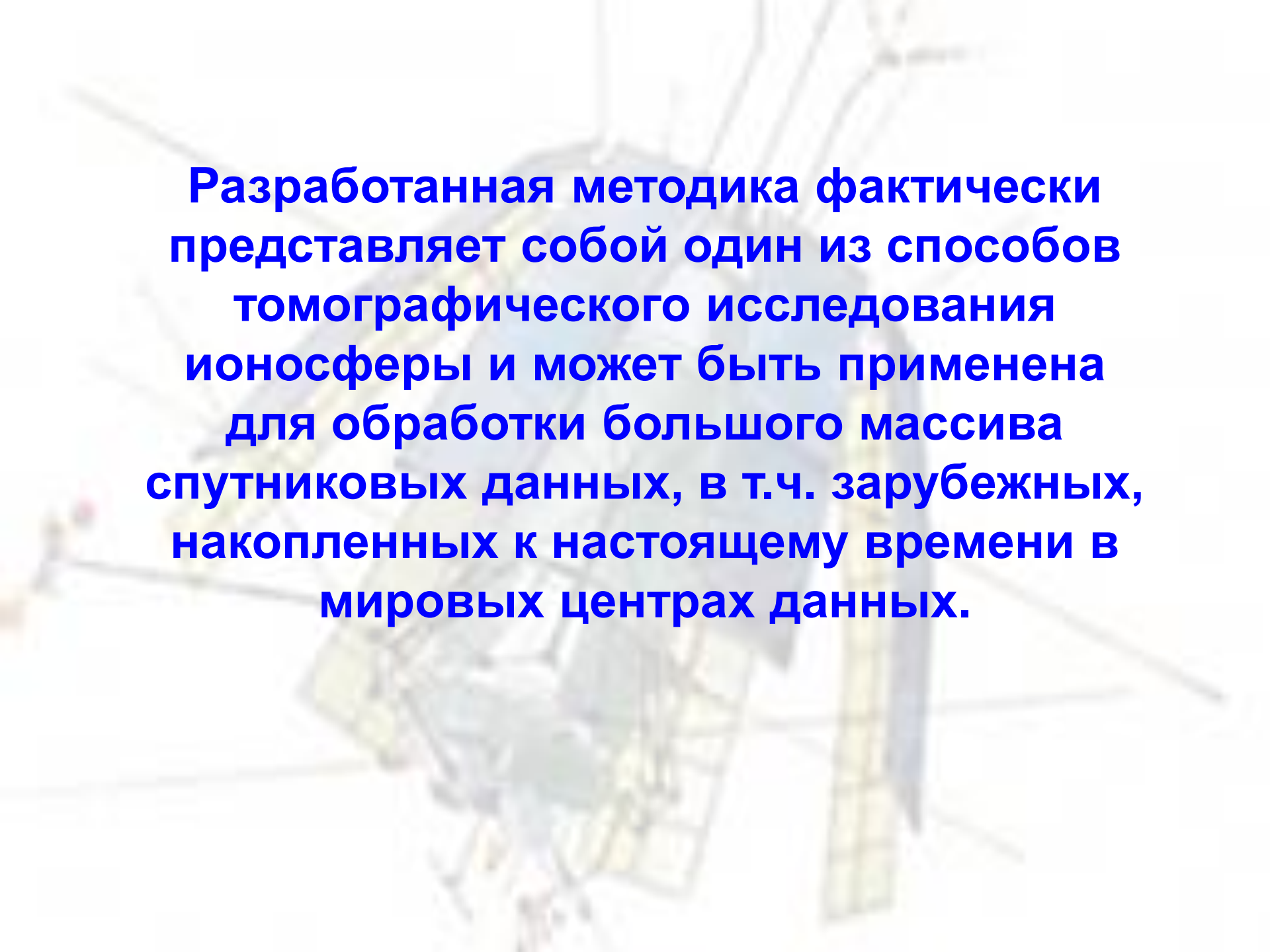


"Космос-1809", в.7329, 31.05.88 г., 20.06.30 - 20.12.54 Мск, 2667 км, S - N



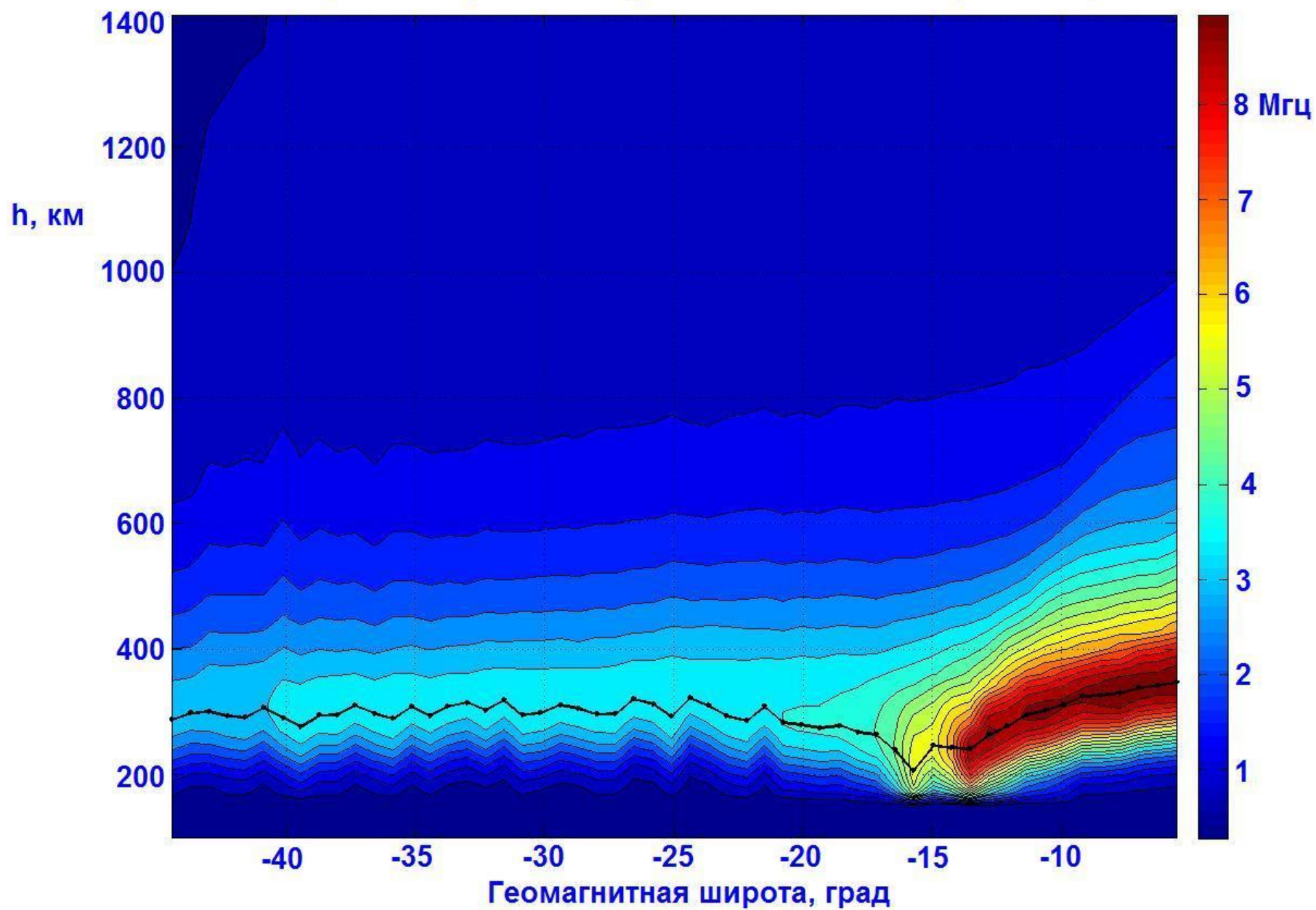
"Космос-1809", в.7329, 31.05.88 г., 20.06.30 - 20.12.54 Мск, 2667 км, S - N



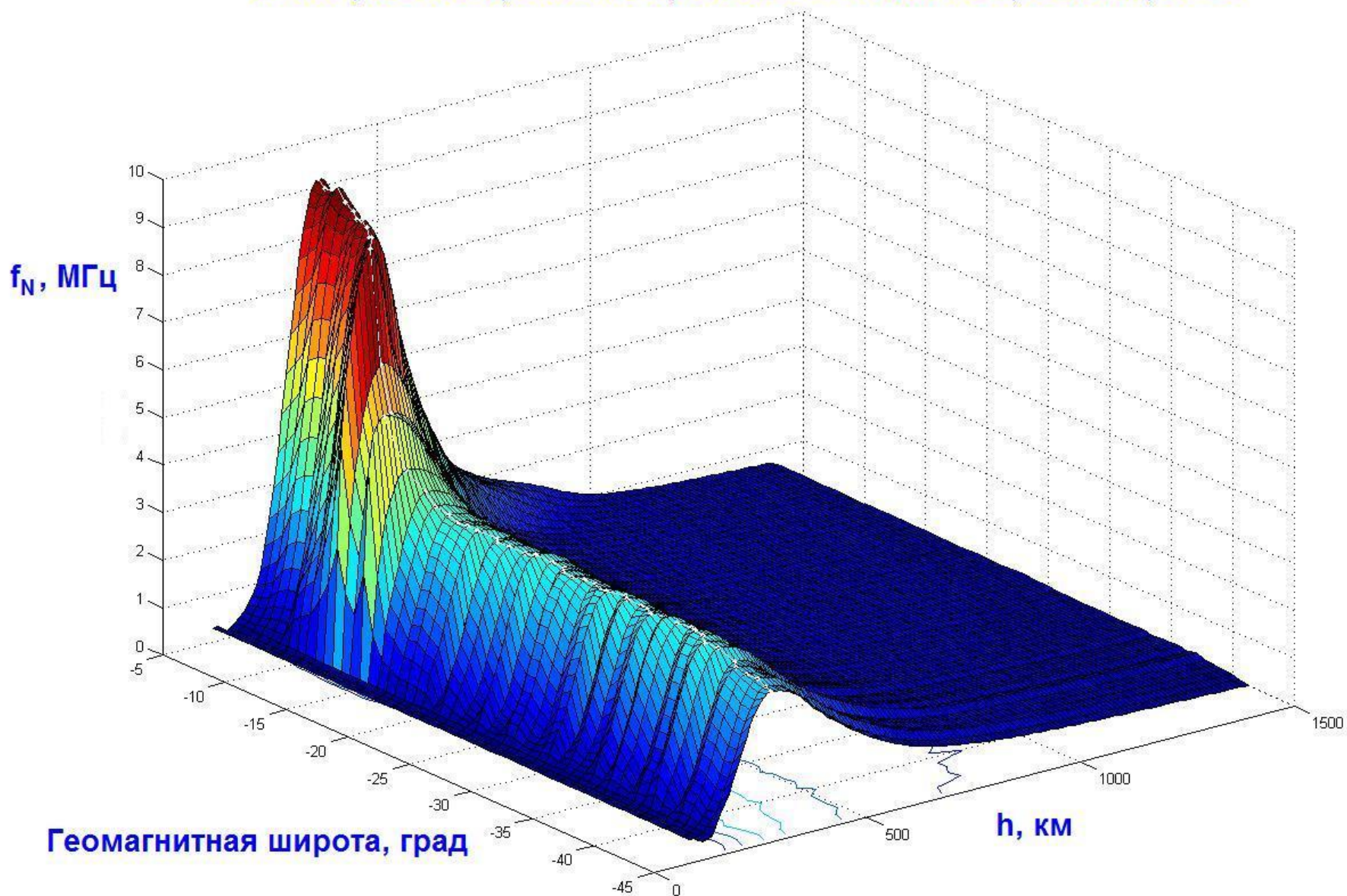


Разработанная методика фактически представляет собой один из способов томографического исследования ионосферы и может быть применена для обработки большого массива спутниковых данных, в т.ч. зарубежных, накопленных к настоящему времени в мировых центрах данных.

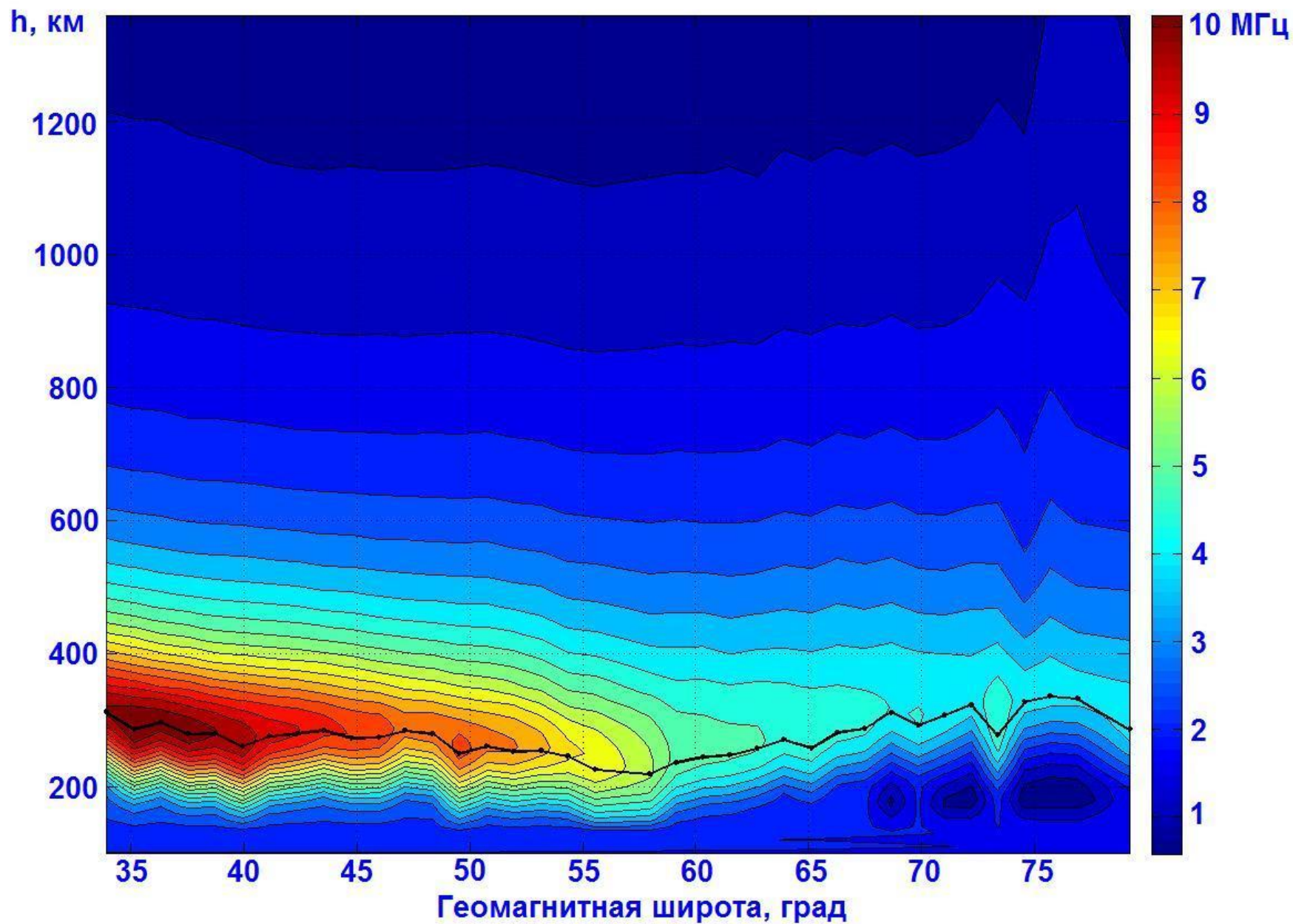
"ISIS-2", BUR-268, 25.09.73 г., 19.25.23 - 19.38.10 UT, 5298 км, N - S



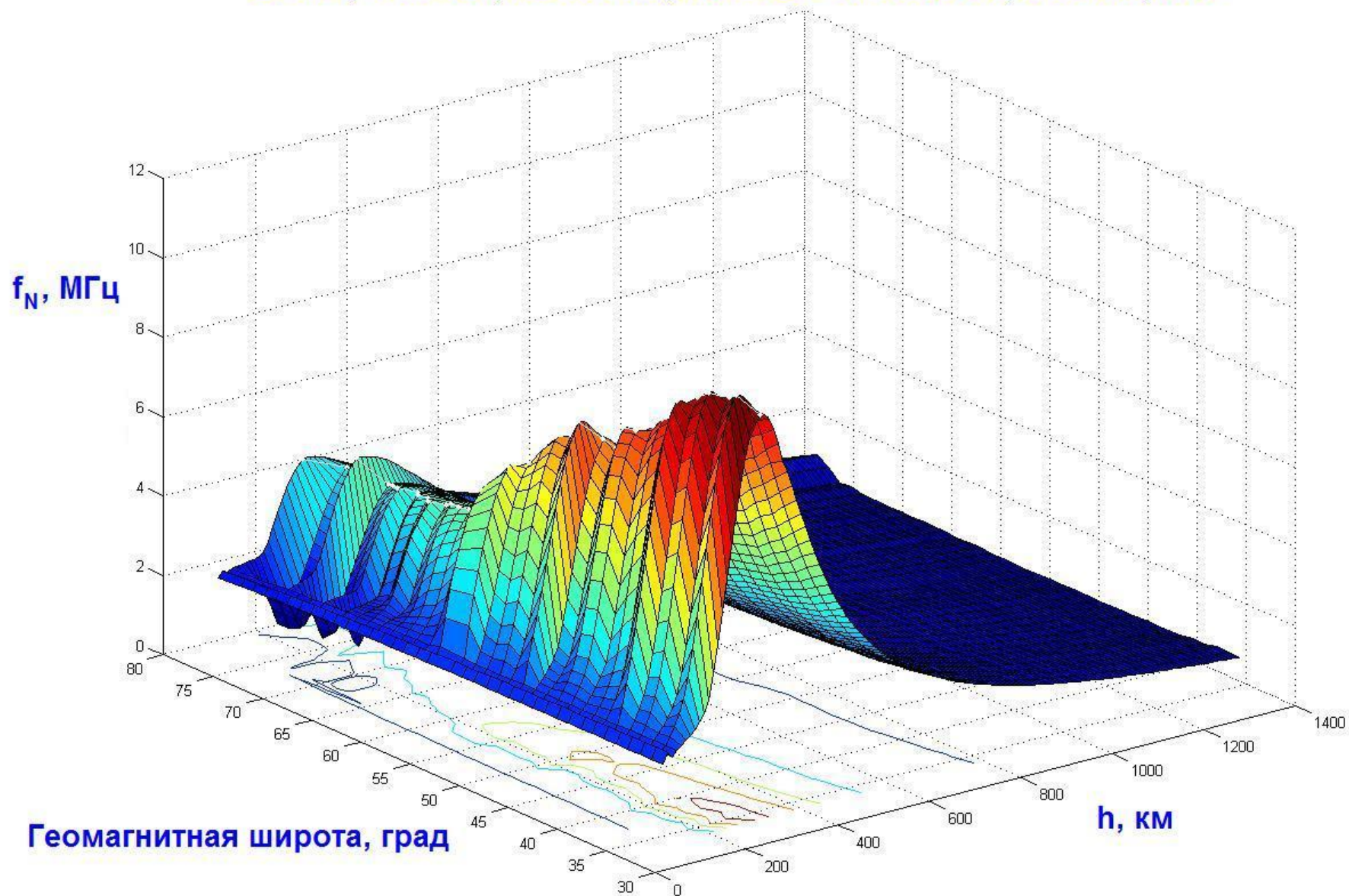
"ISIS-2", BUR-268, 25.09.73 г., 19.25.23 - 19.38.10 UT, 5298 км, N - S



"ISIS-2", OTT-081, 22.03.73 г., 16.59.23 - 17.13.39 UT, 6126 км, N - S



"ISIS-2", OTT-081, 22.03.73 г., 16.59.23 - 17.13.39 UT, 6126 км, N-S



**Полученные распределения могут
быть использованы для изучения
физических процессов в ионосфере,
уточнения существующих моделей
электронной концентрации, а также
для анализа перемещающихся
ионосферных возмущений.**

**Благодарим за
внимание!**