

Явление F-рассеяния во внешней ионосфере

Телегин В.А., Карпачев А.Т.,
Ольшанская Е.В., Суковатов Ю.А.

ИЗМИРАН



Цель исследований

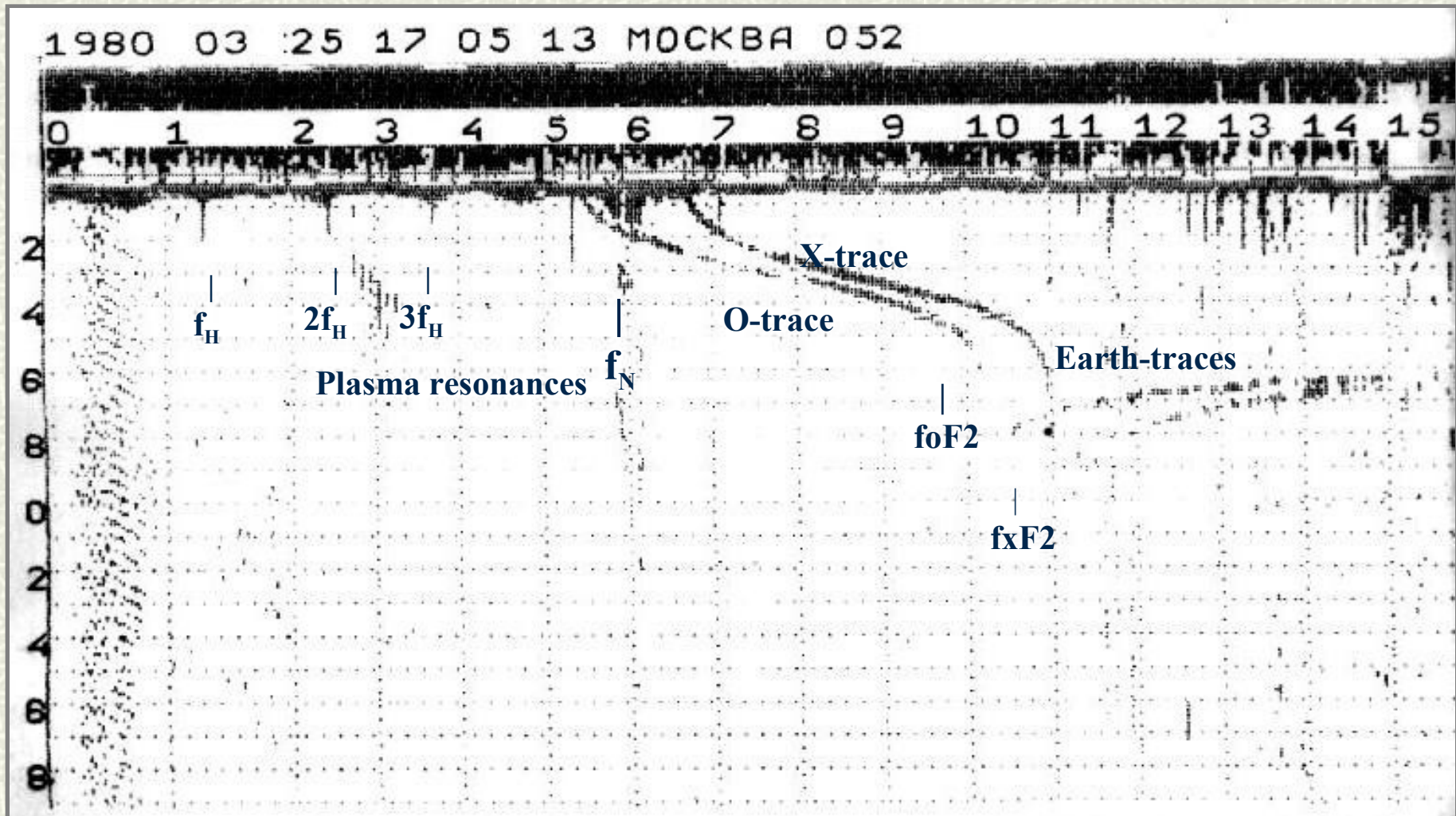
- Исследование процесса возникновения, развития и исчезновения рассеяния, а также анализ ионосферных условий в это время представляют большой интерес как с точки зрения изучения неоднородной структуры ионосферы, так и для прогнозирования условий устойчивой радиосвязи и неискаженной передачи информации по каналам связи, зависящим от состояния ионосферы.

Гершман Б.Н., Казимировский Э.С., Кокоуров В.Д.,
Чернобровкина Н.А. Явление F-рассеяния в
ионосфере. М.: Наука, 1984.

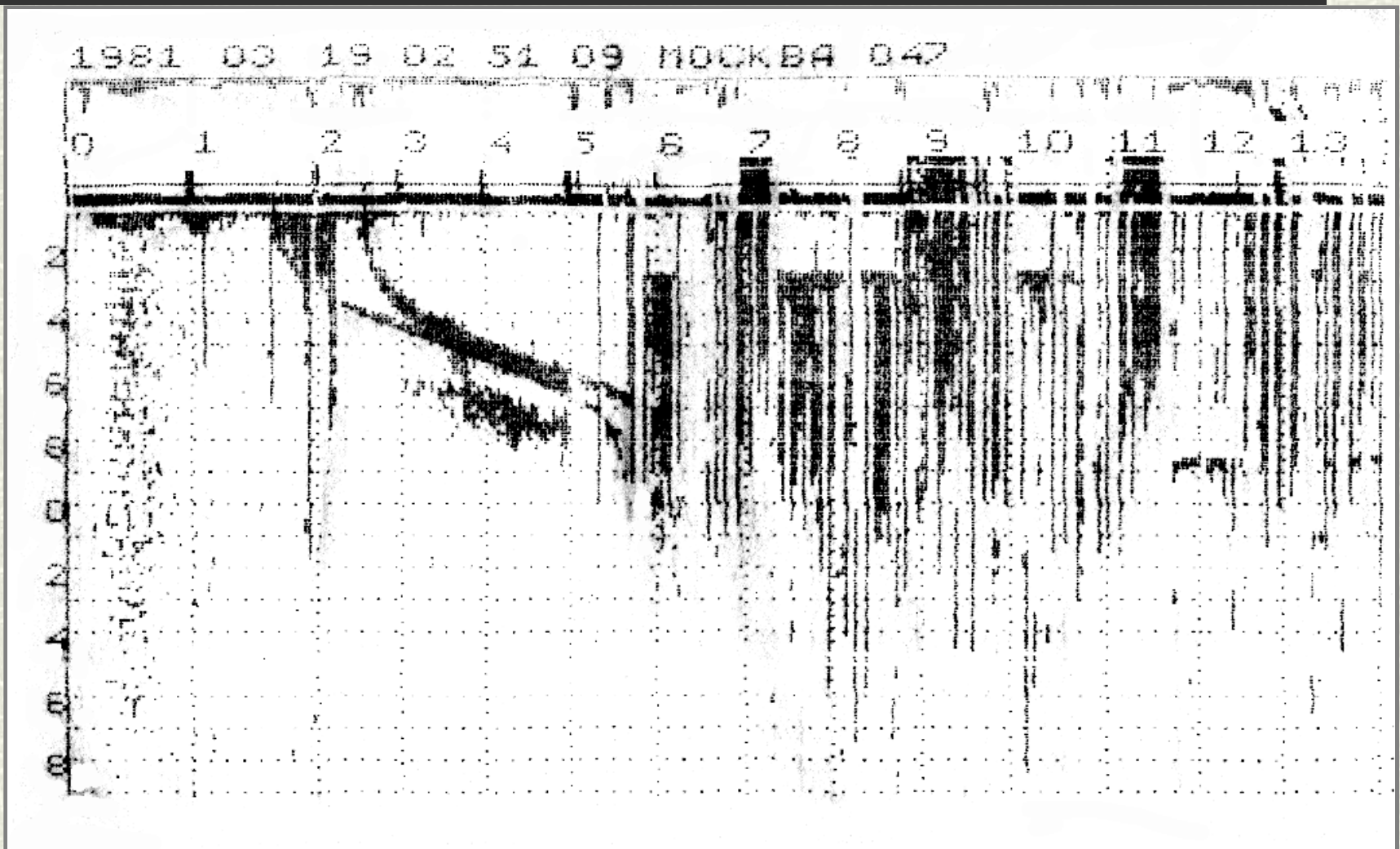
Содержание

- # Аналоговые ионограммы внешнего зондирования со спутника Интеркосмос-19.
 - # Типы внешнего F-рассеяния.
 - # Причины внешнего F-рассеяния.
 - # Глобальное распределение вероятности наблюдения (P) частотного F-рассеяния для зимнего солнцестояния
 - # Суточные, широтные и долготные вариации P .
-

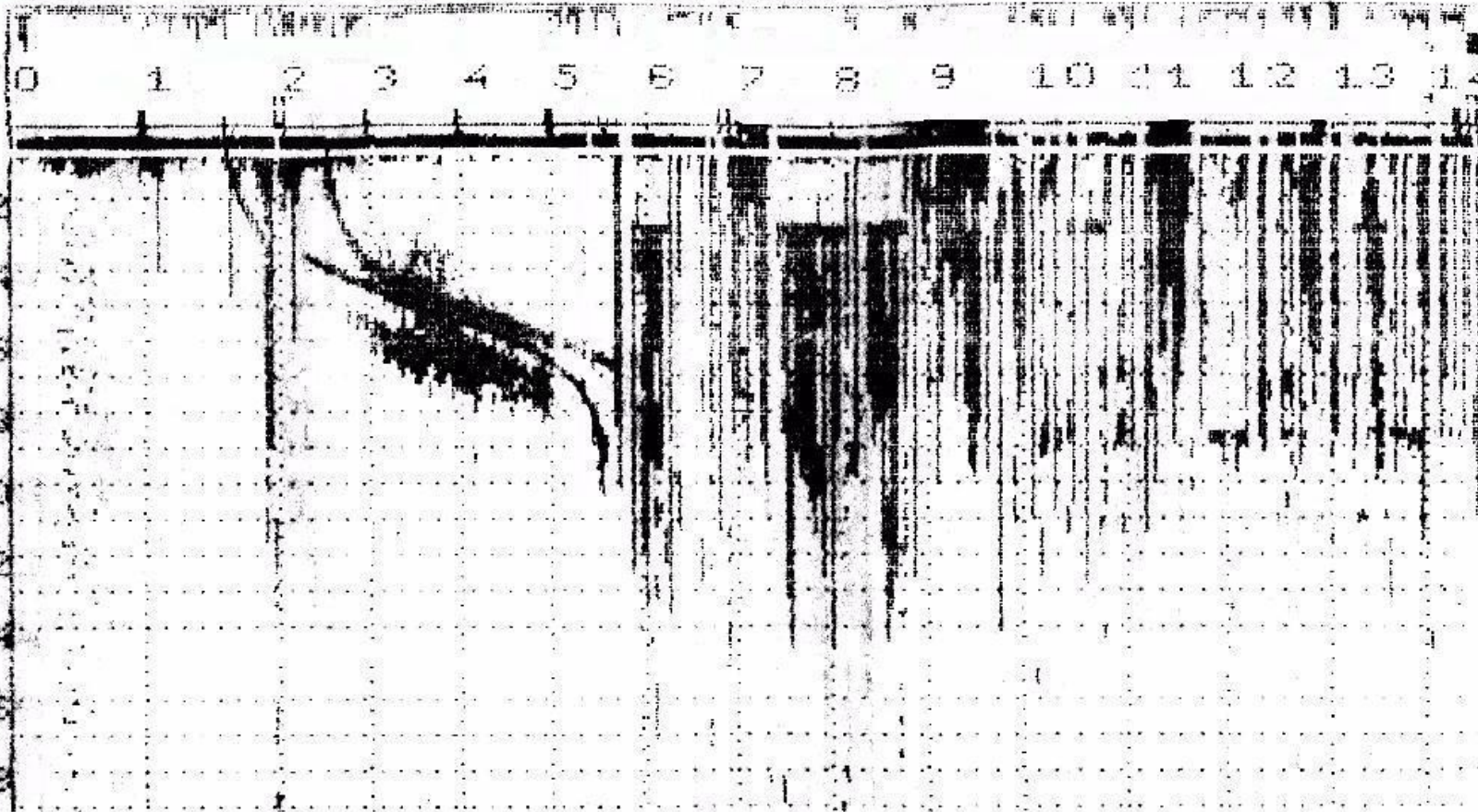
Аналоговая ионограмма Интеркосмос-19



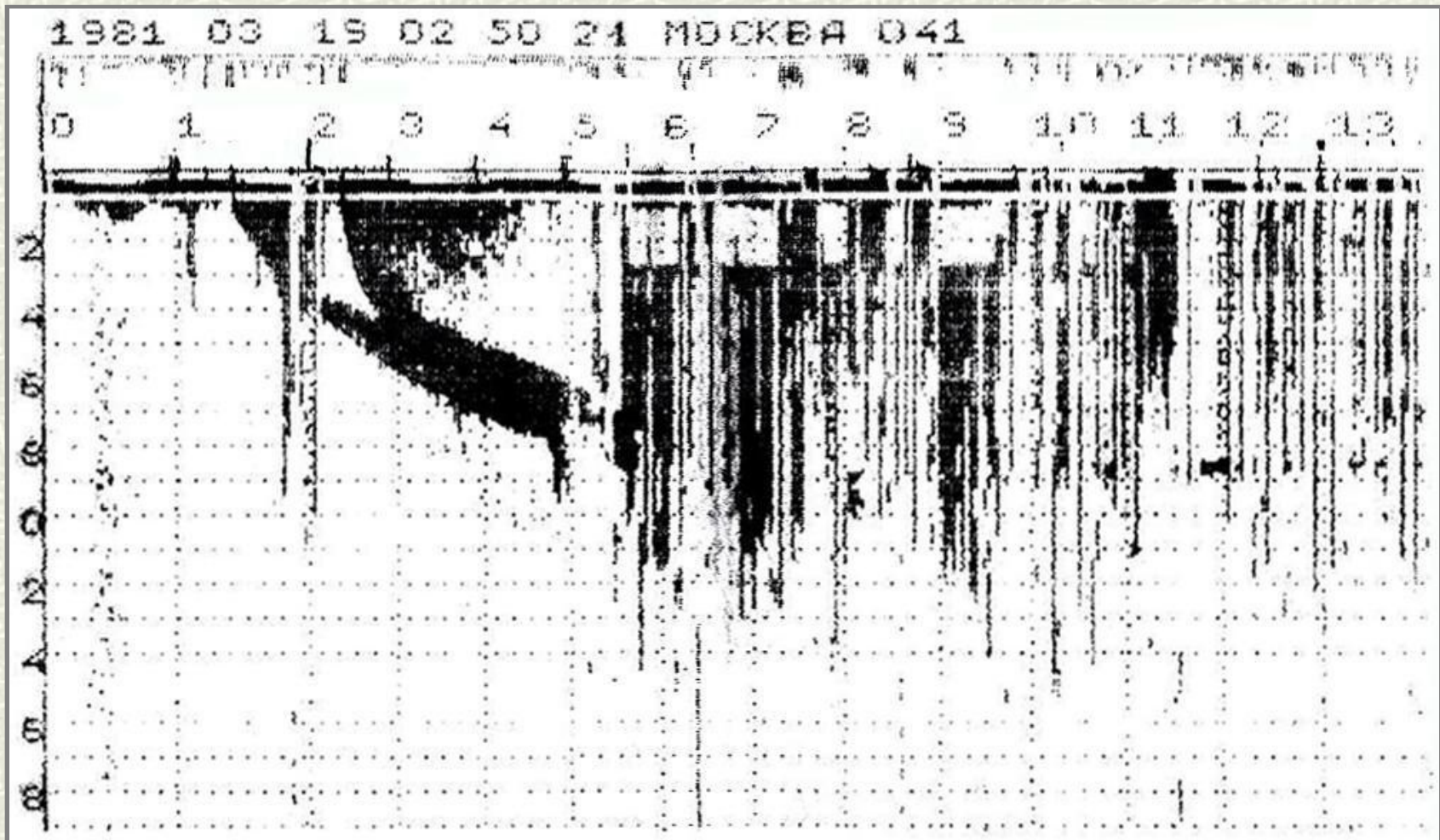
Развитие F-рассеяния



1981 03 19 02 50 53 МОСКВА 045

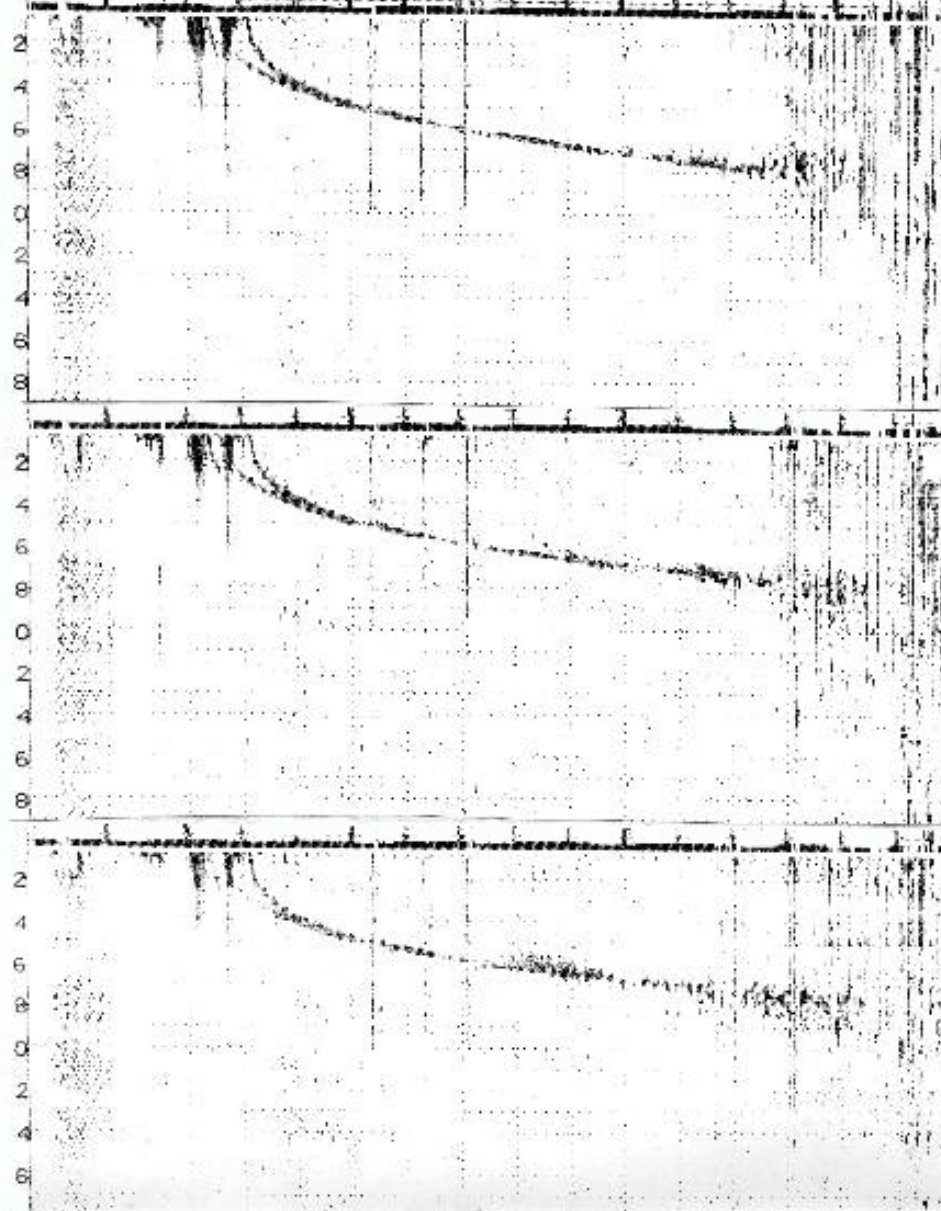


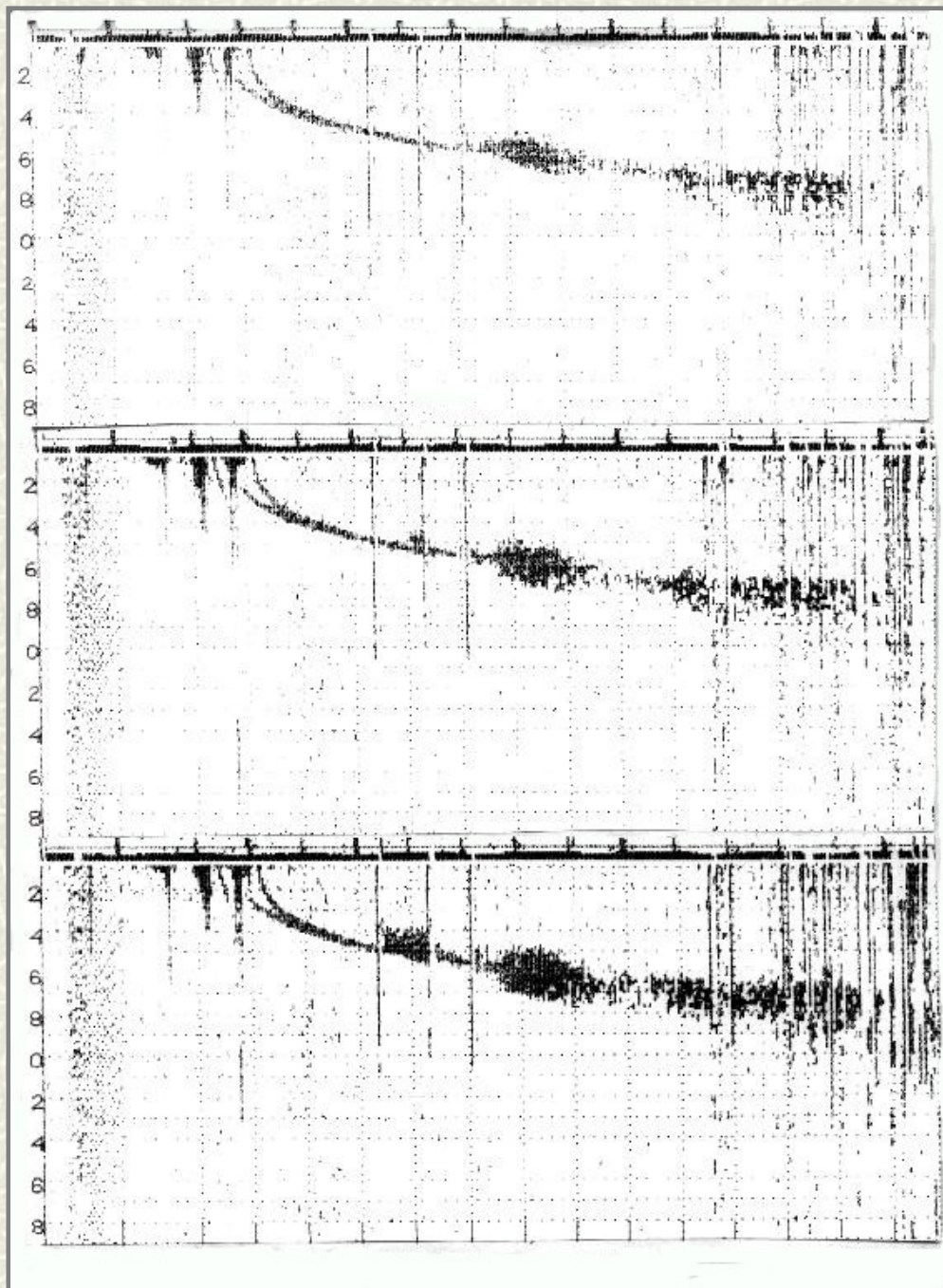
Диффузная ионограмма



1981 04 09 02 07 39 МОСКВА 741

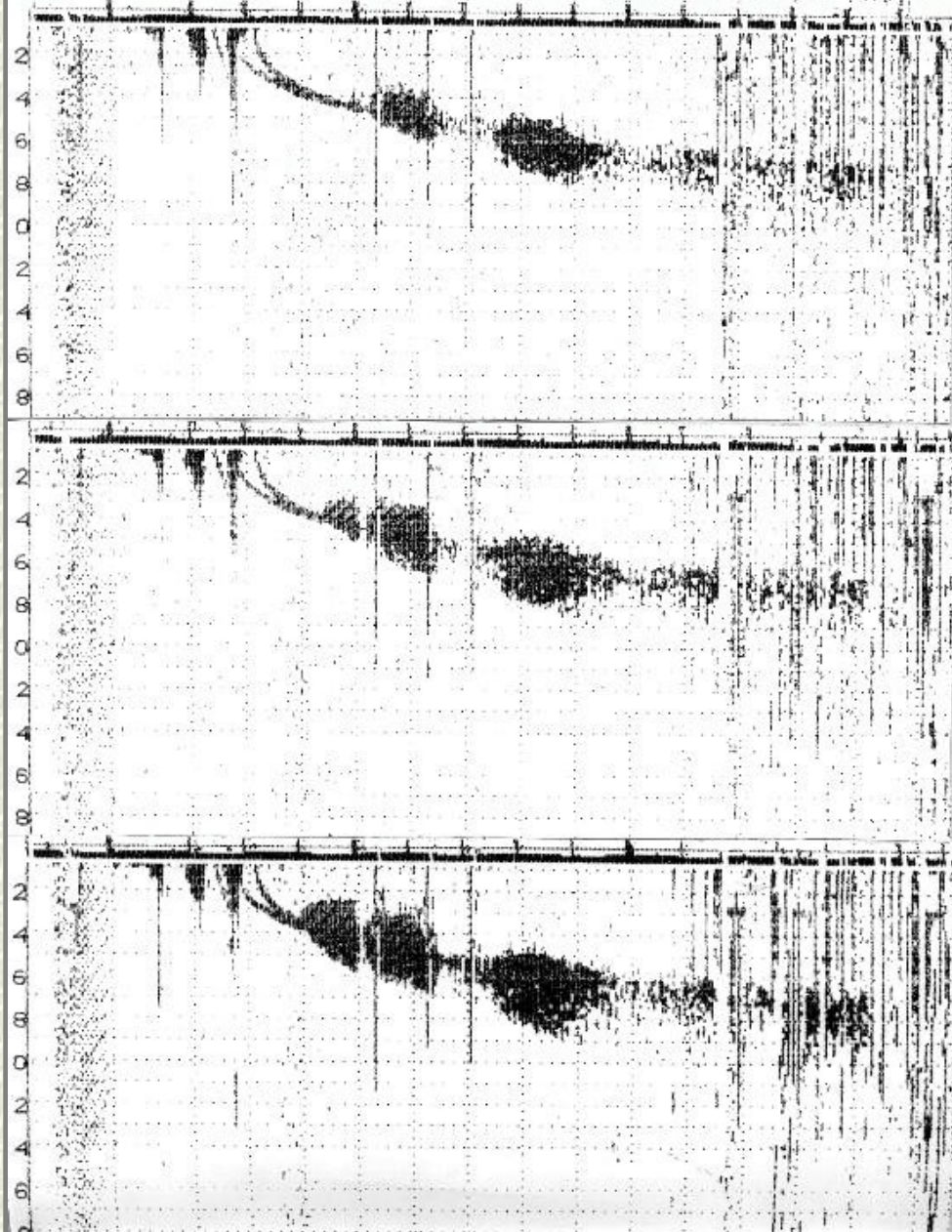
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15





1981 04 09 02 08 27 МОСКВА 747

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15



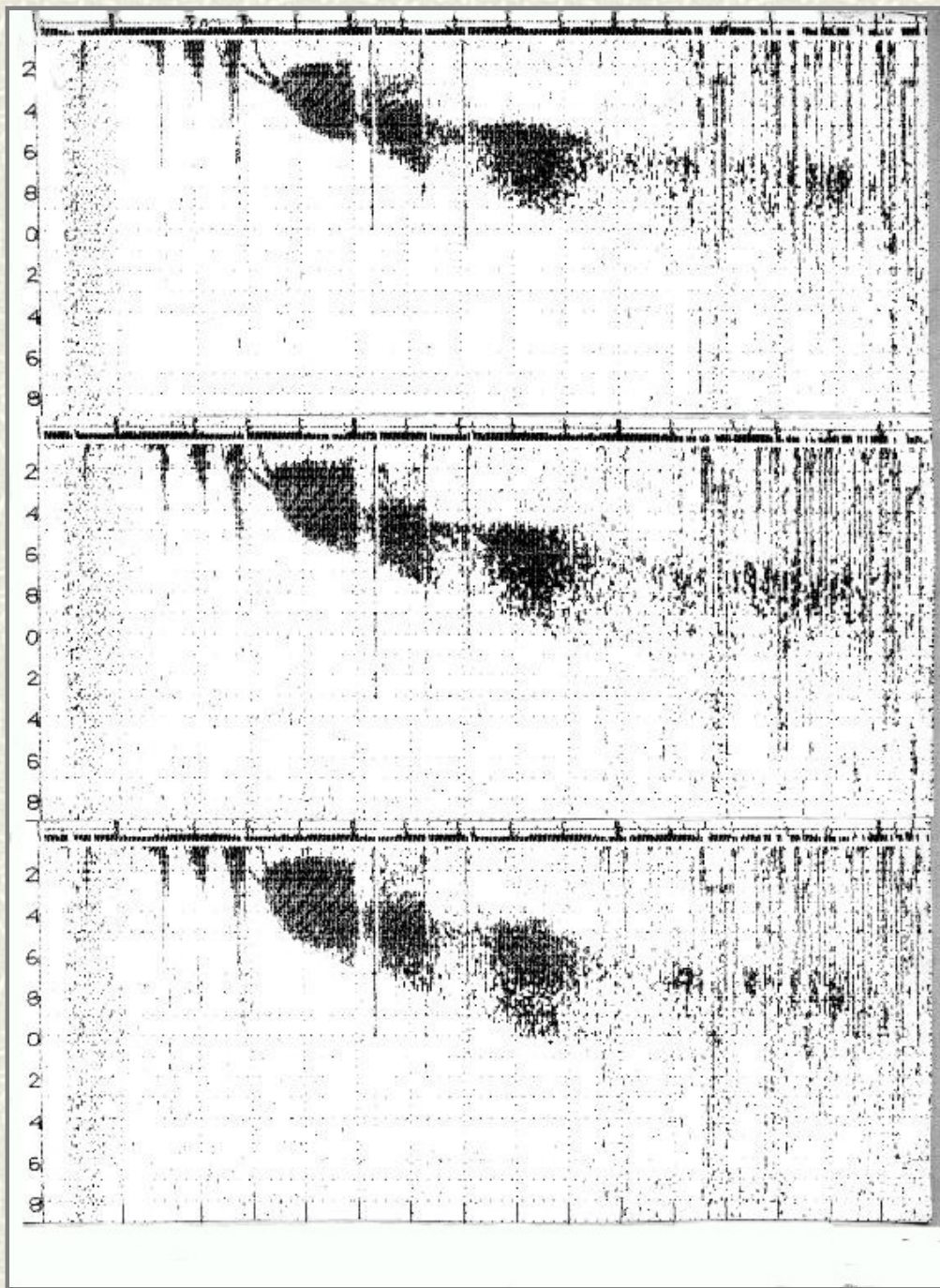


Схема экваториального рассеяния

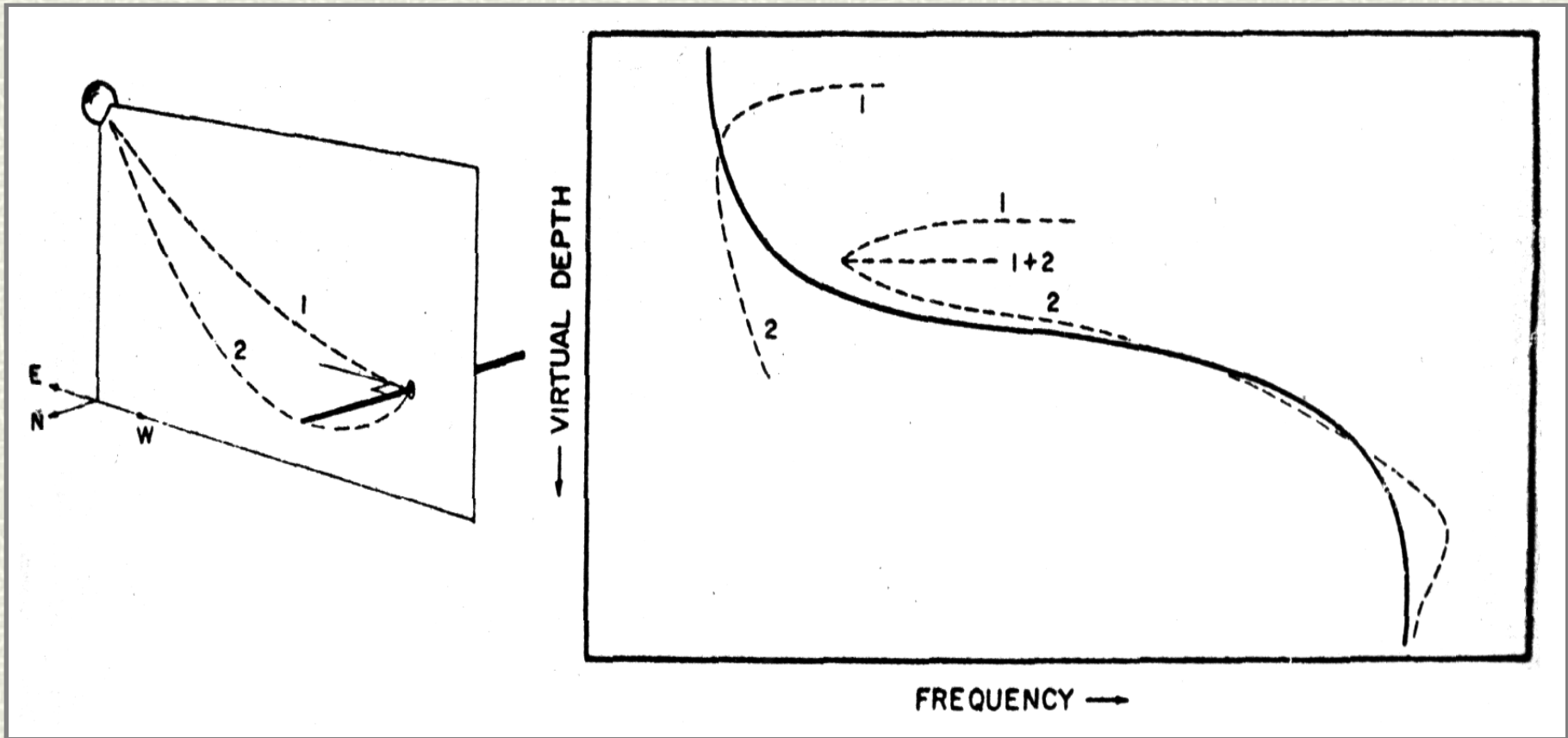
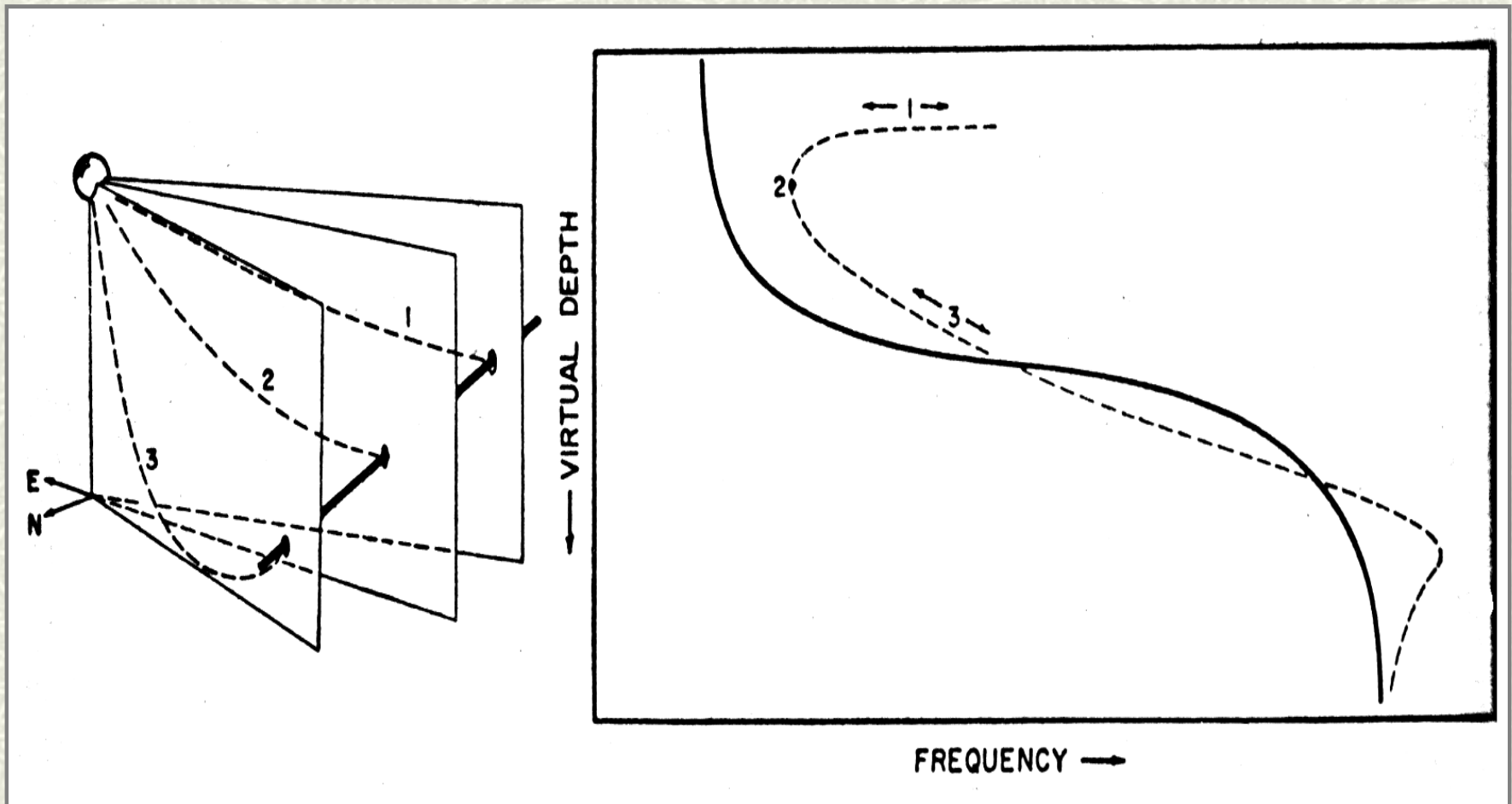
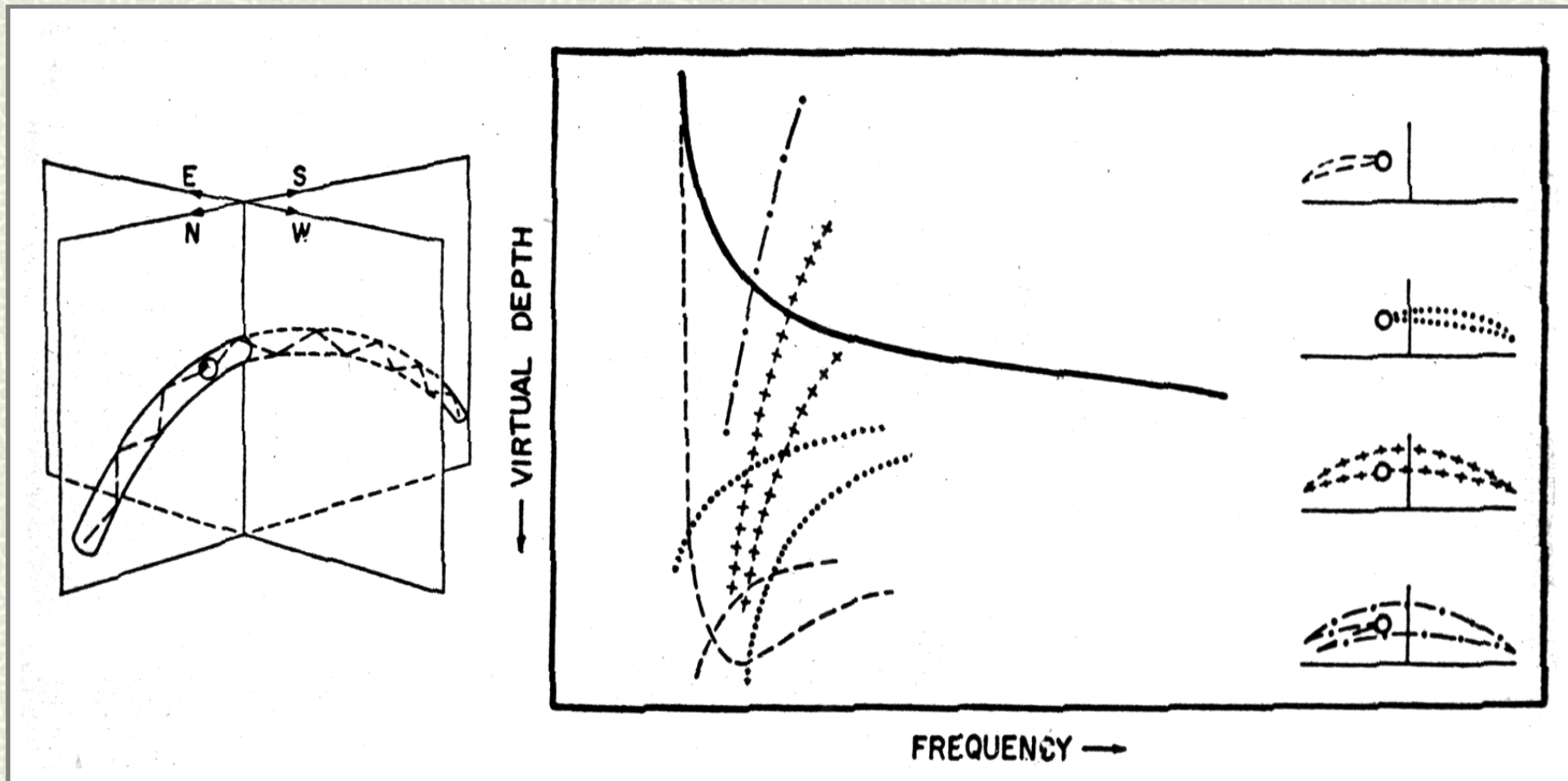


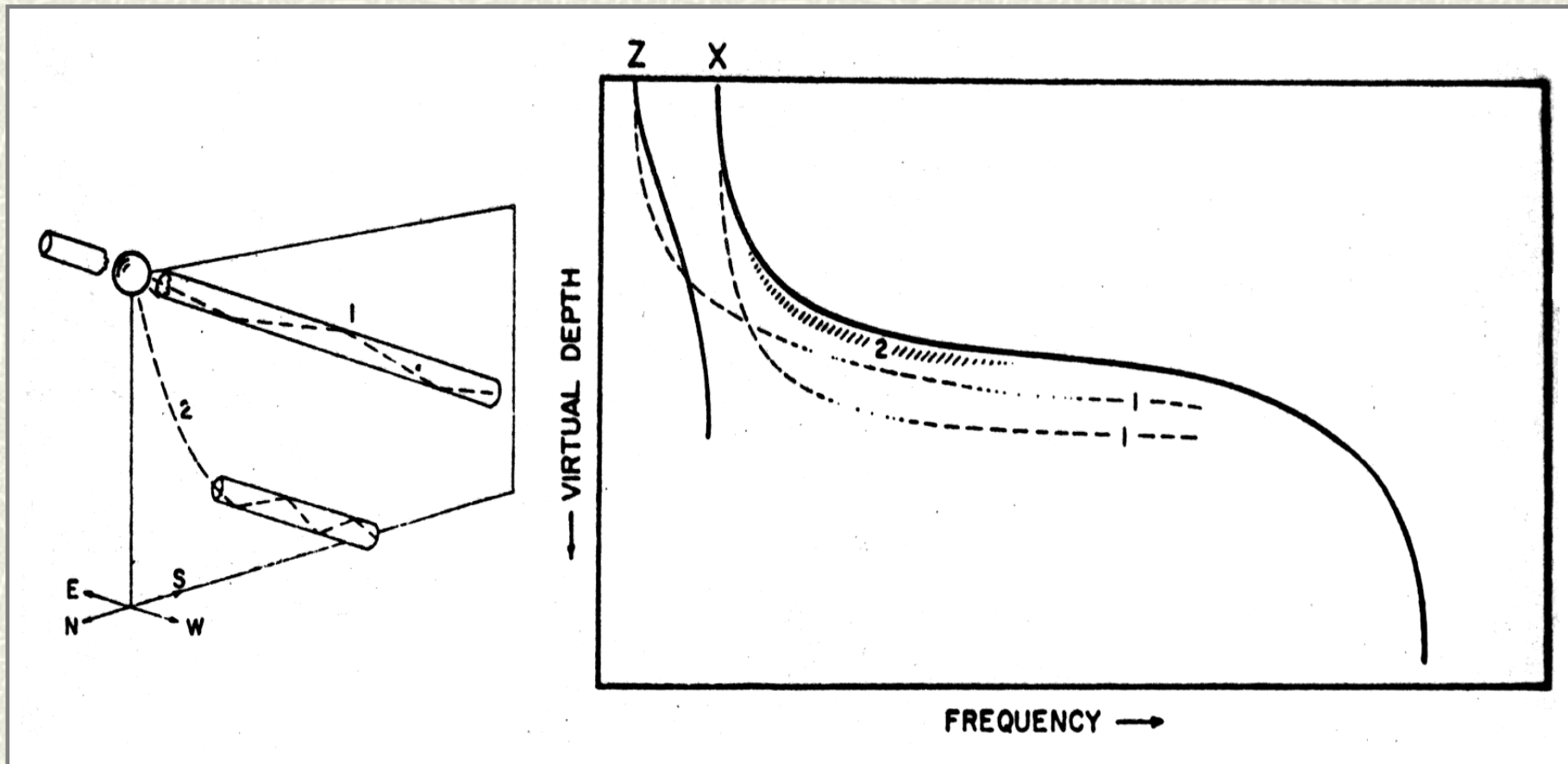
Схема широкоширотного рассеяния



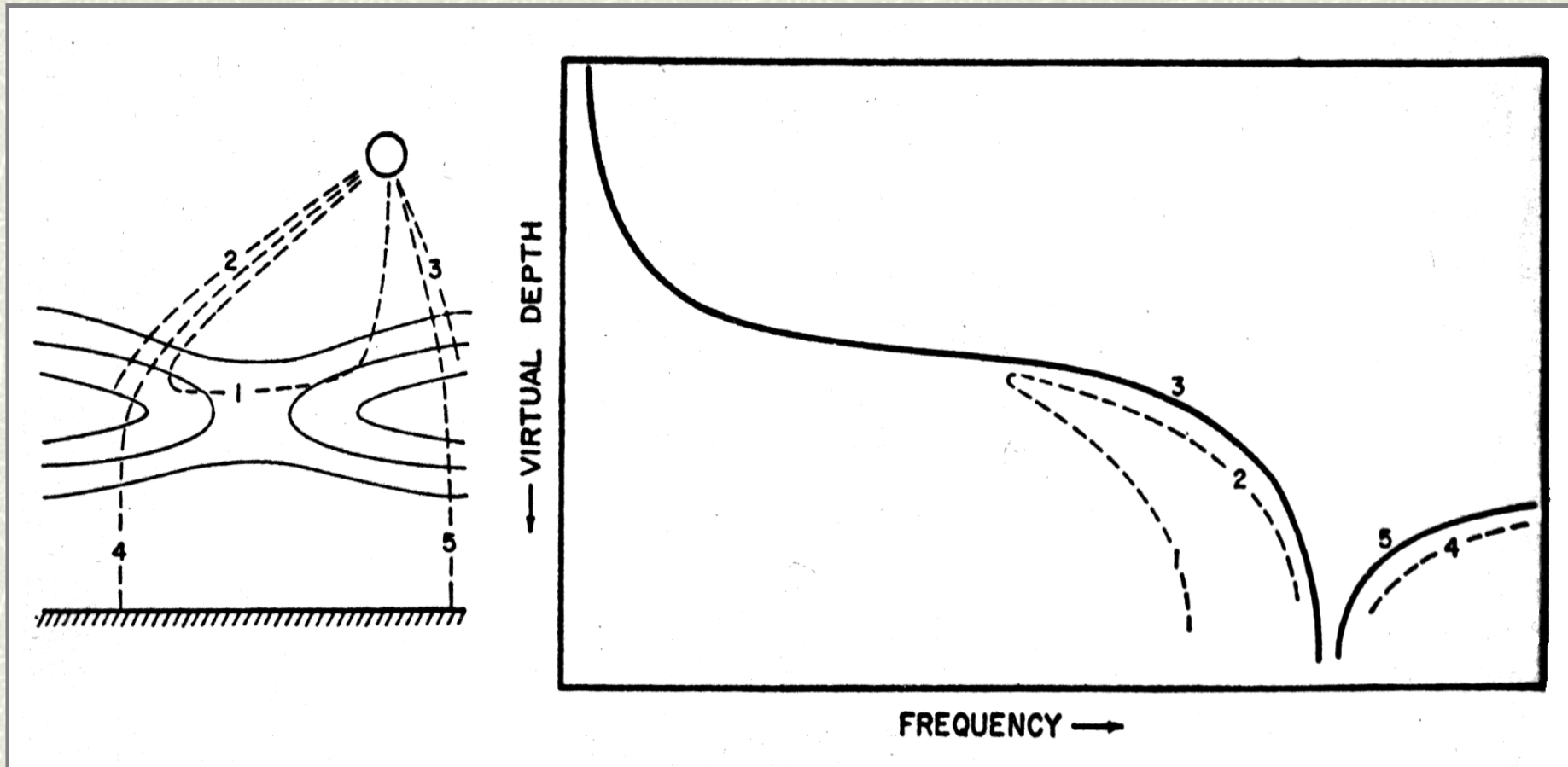
Волноводное распространение Экватор



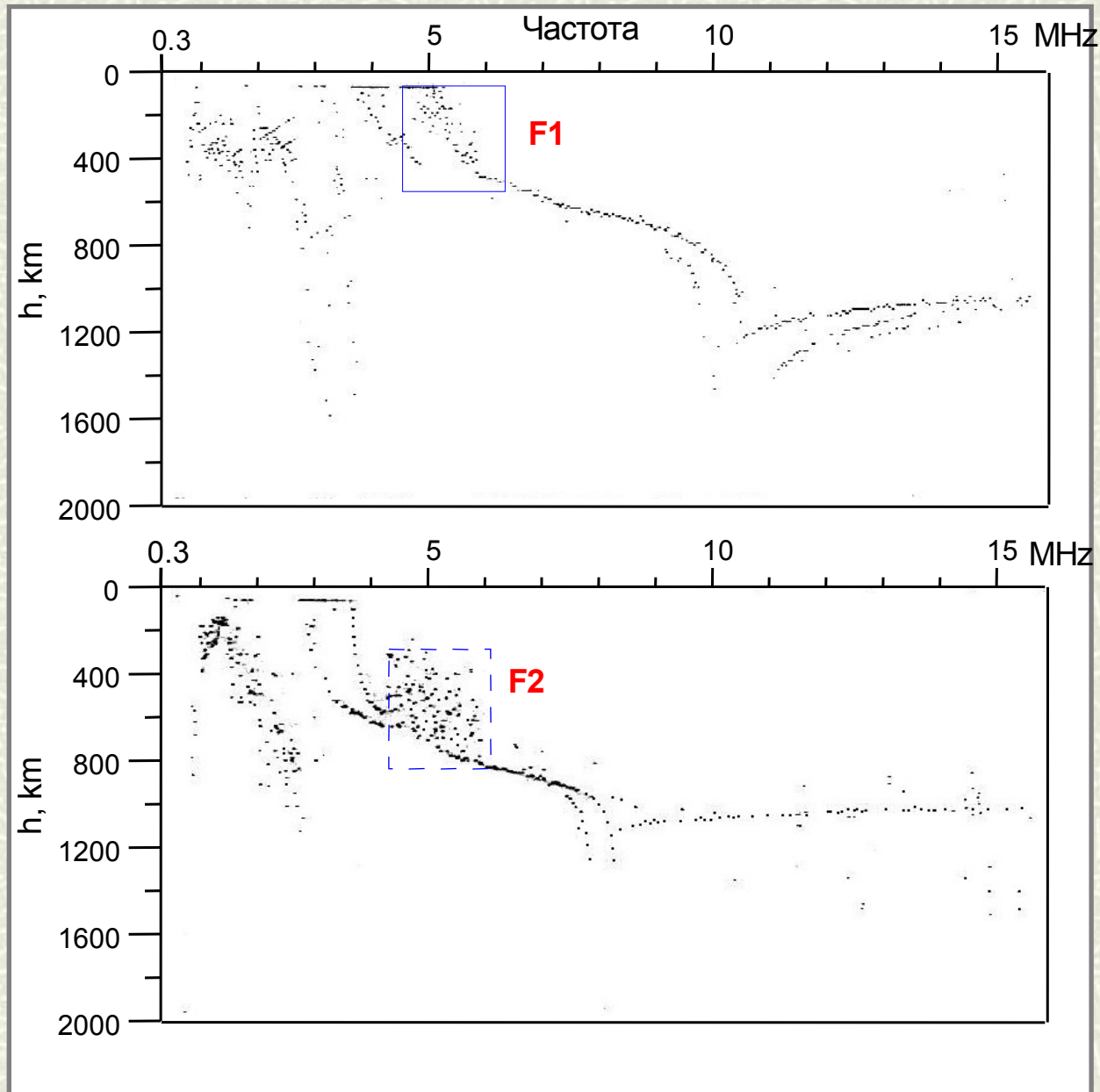
Волноводное распространение Высокие широты



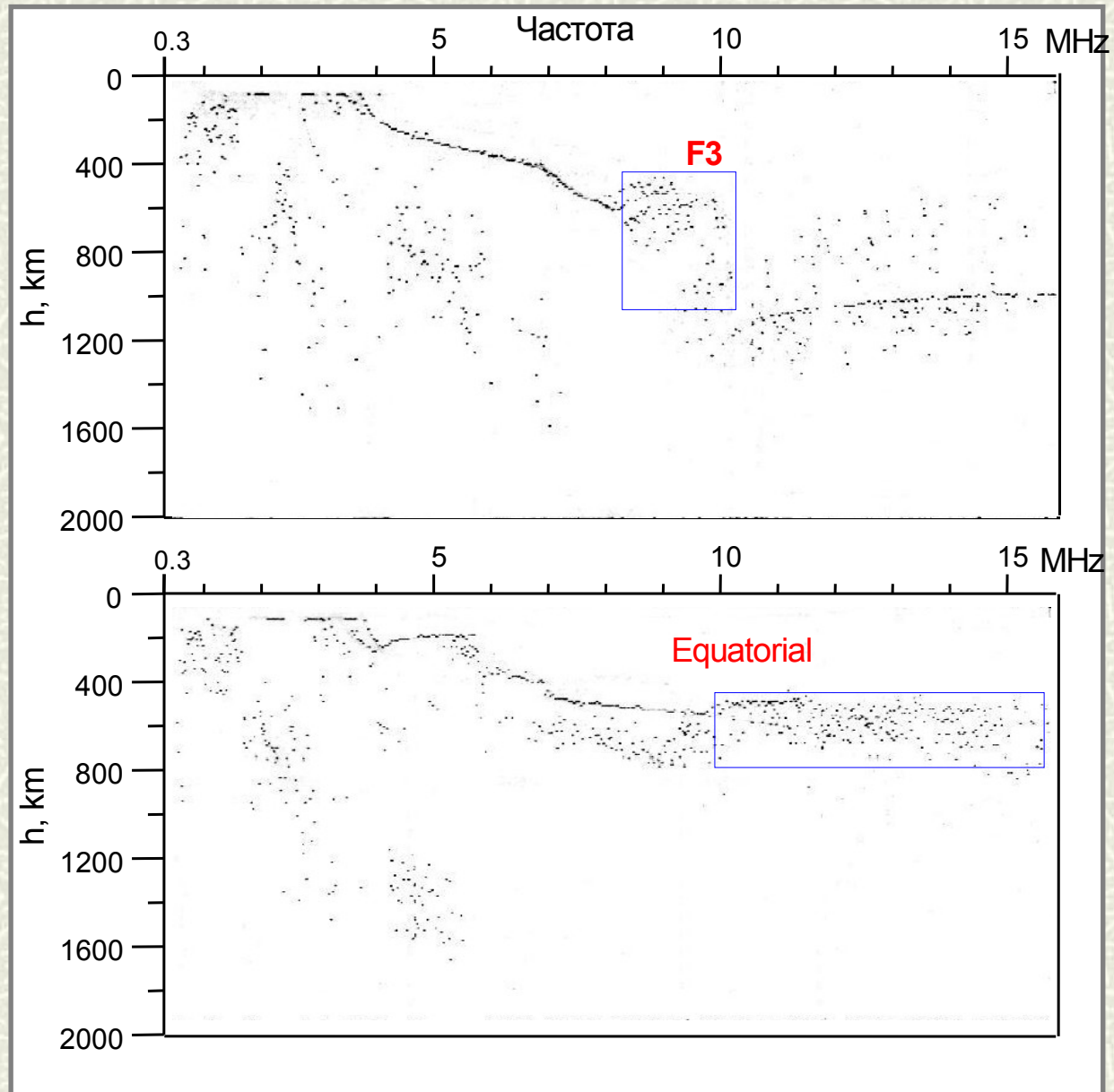
Дыры в ионосфере



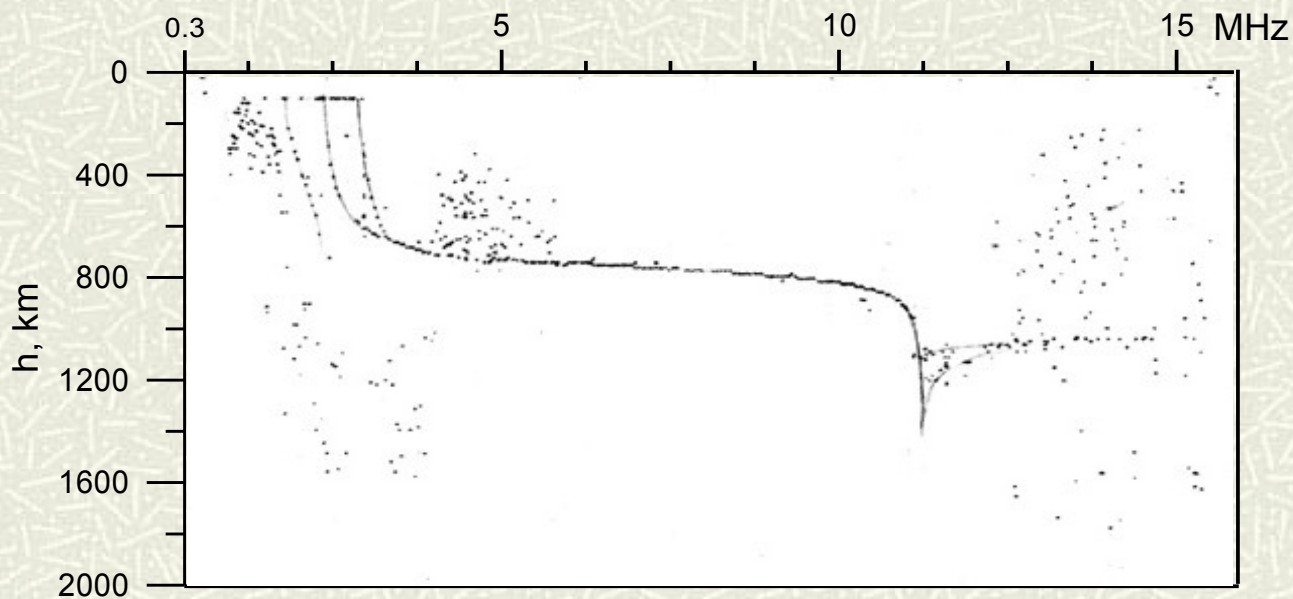
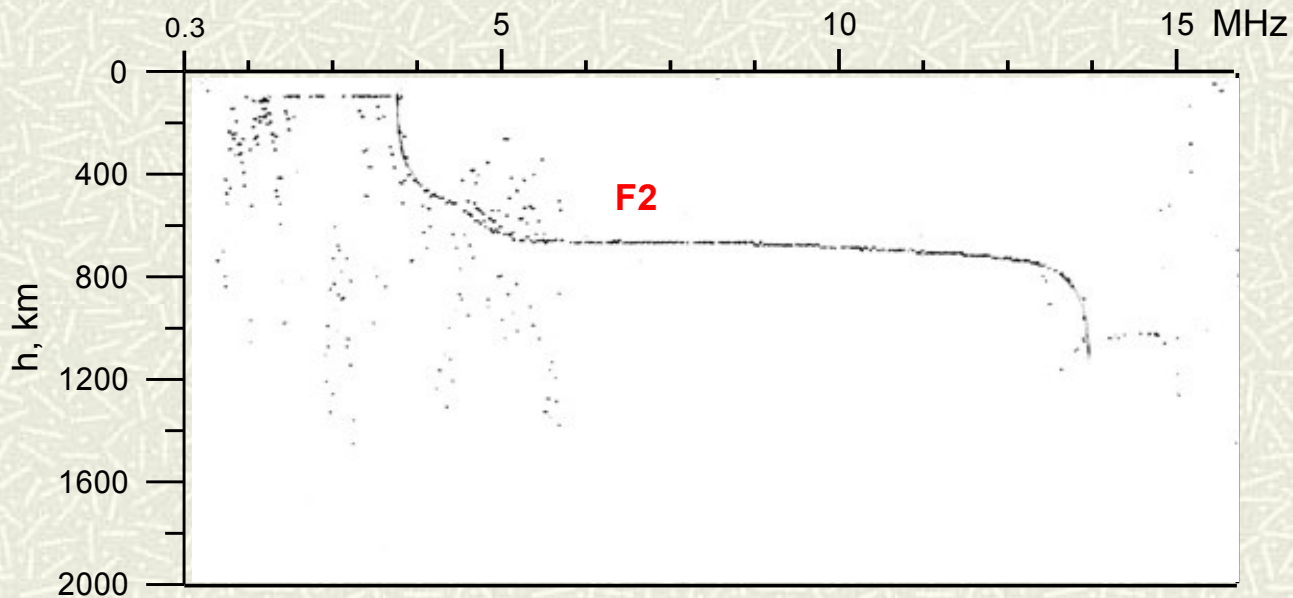
Типы F-рассеяния



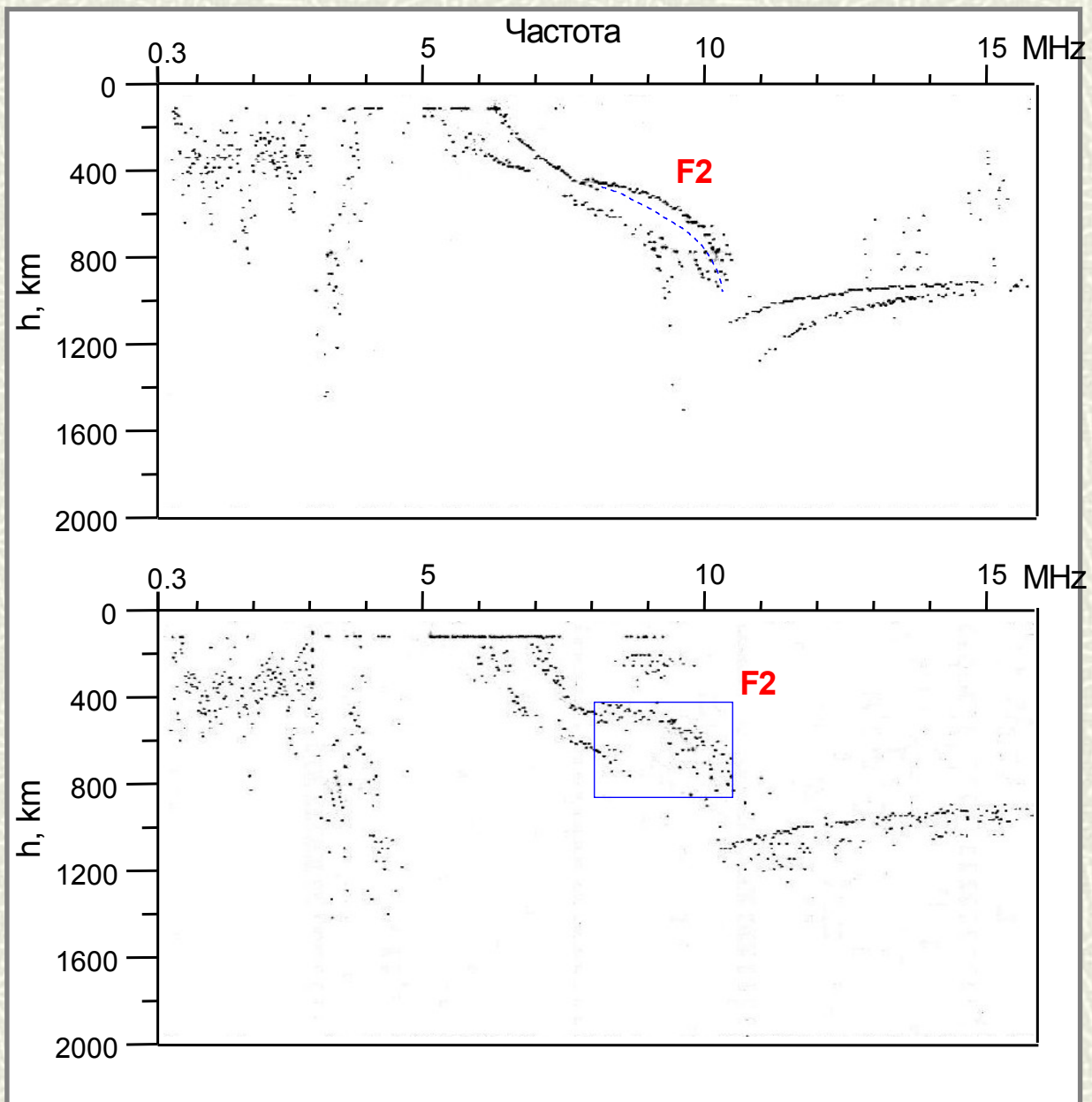
Типы F-рассеяния



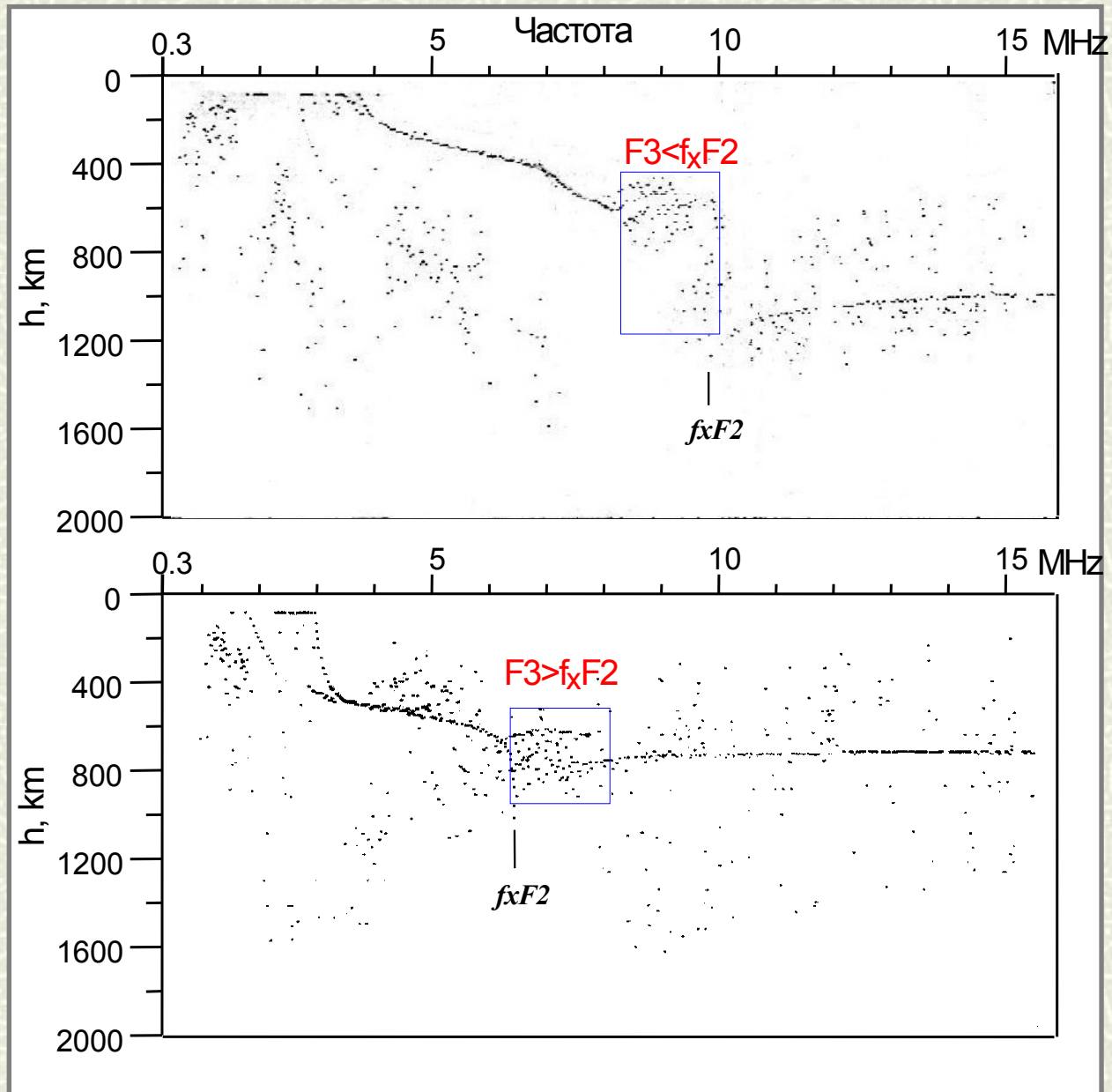
F2 тип рассеяния



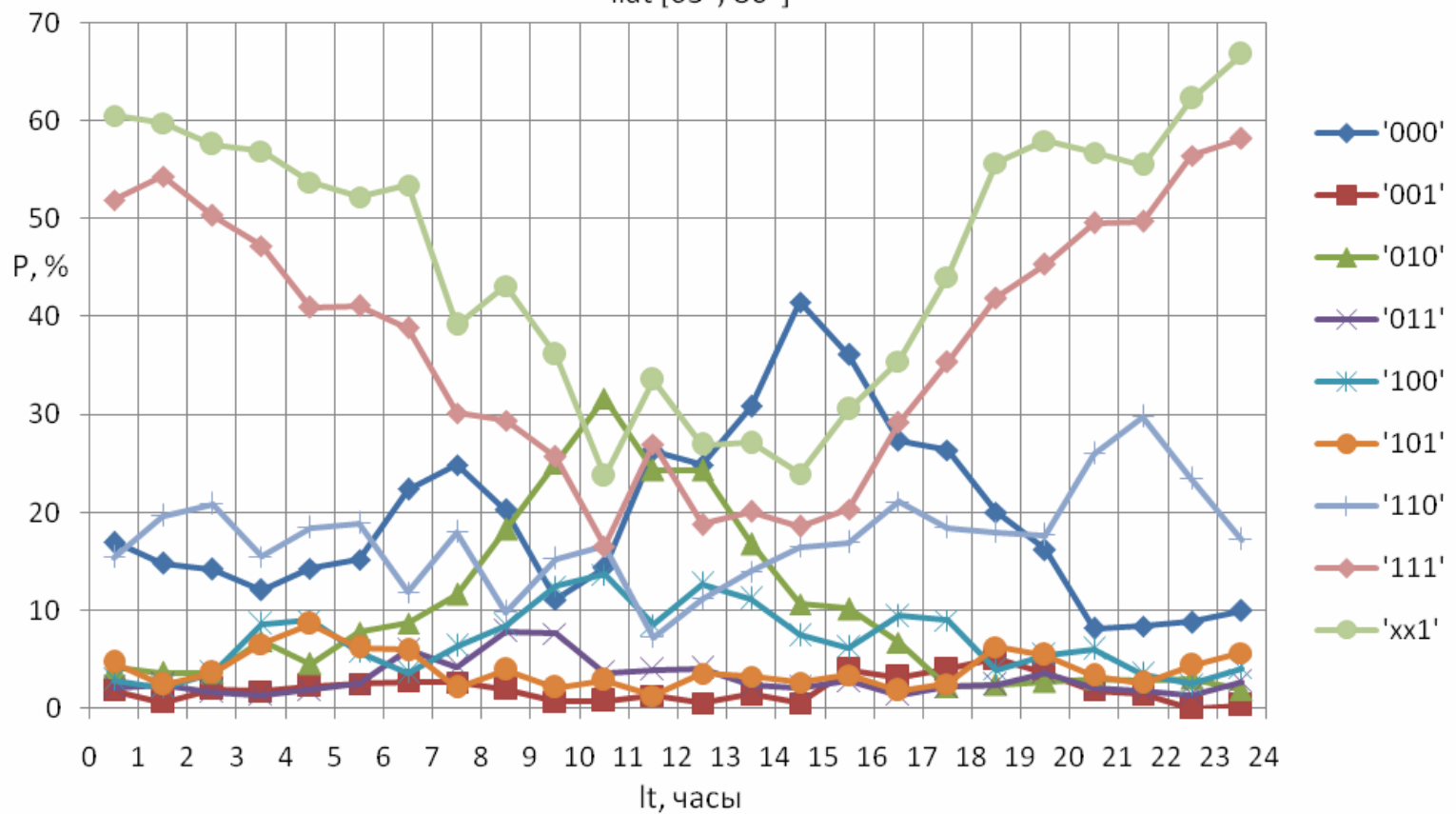
Тип F2-рассеяния



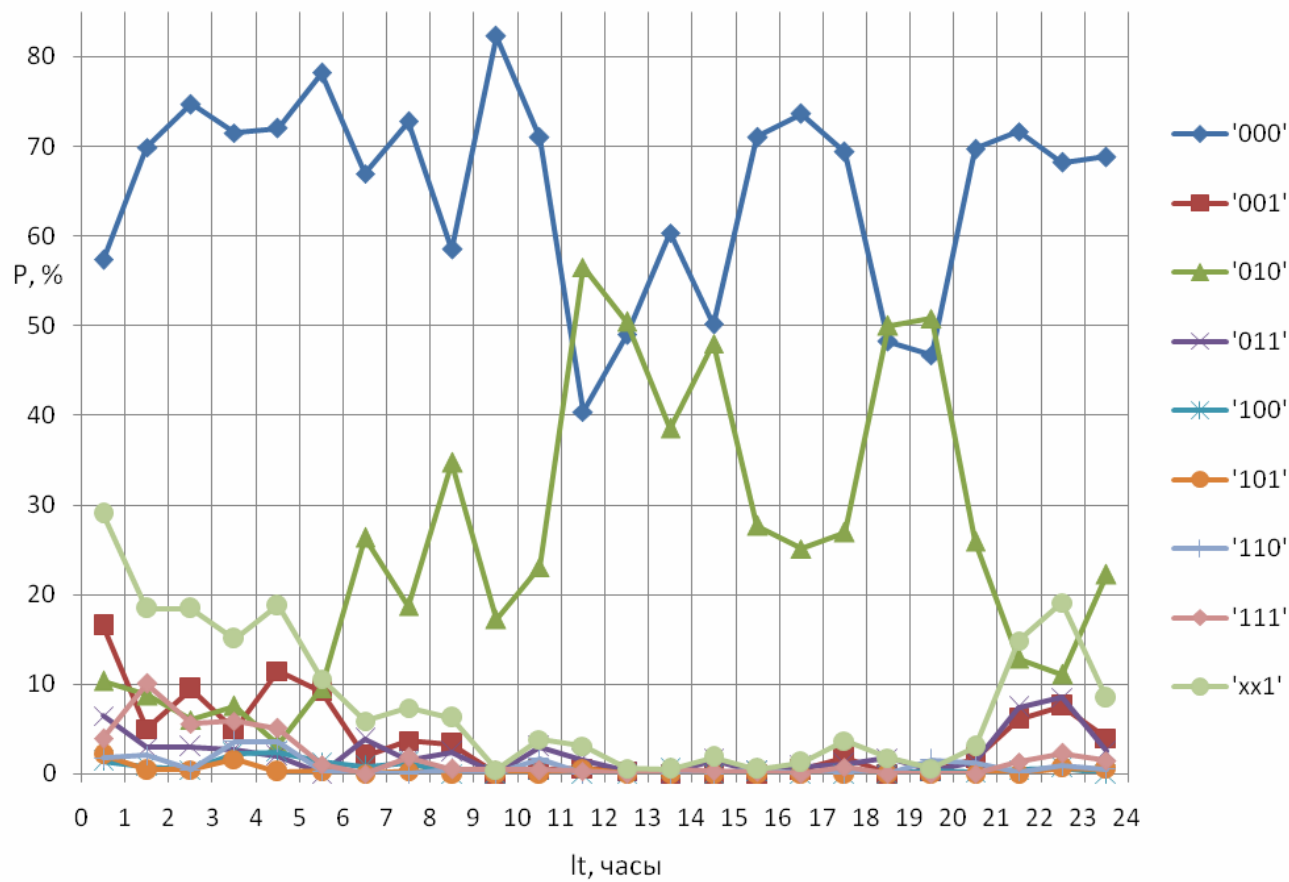
Тип F3-рассеяния

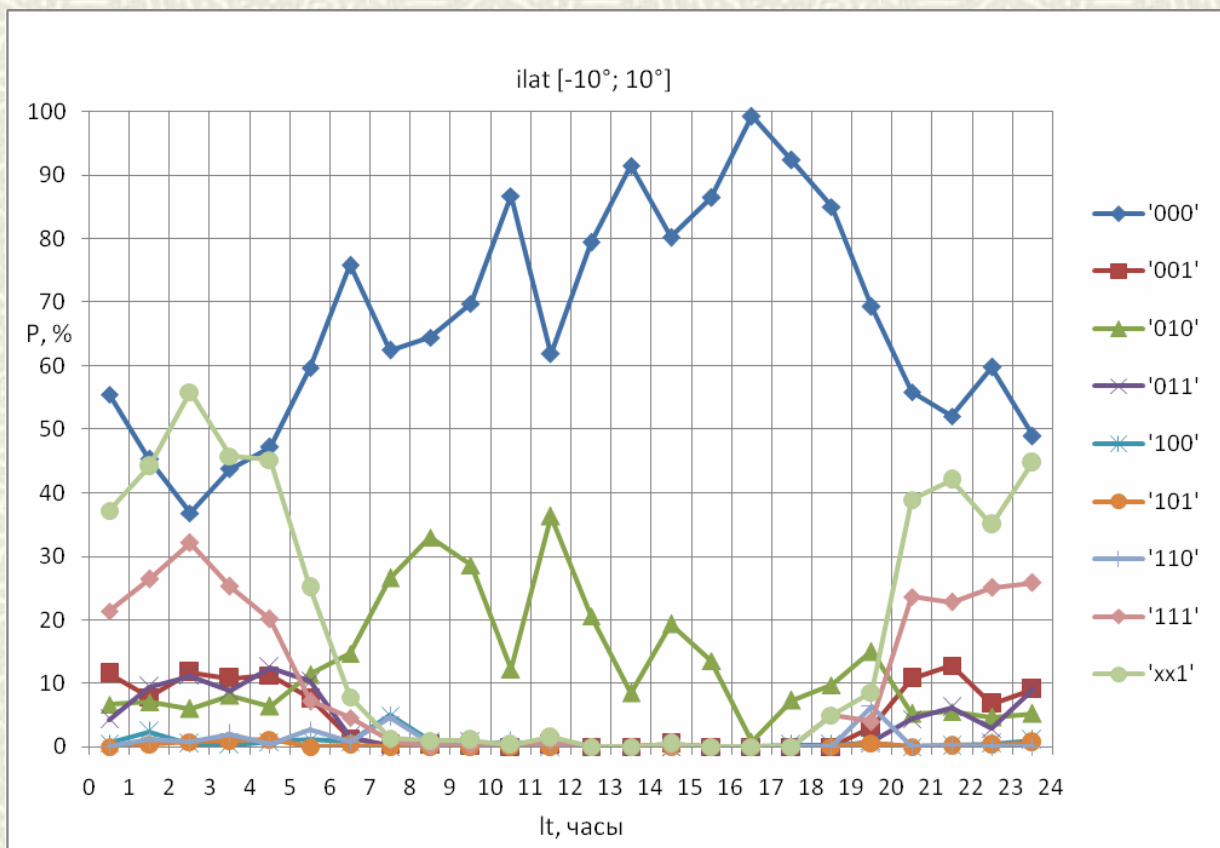


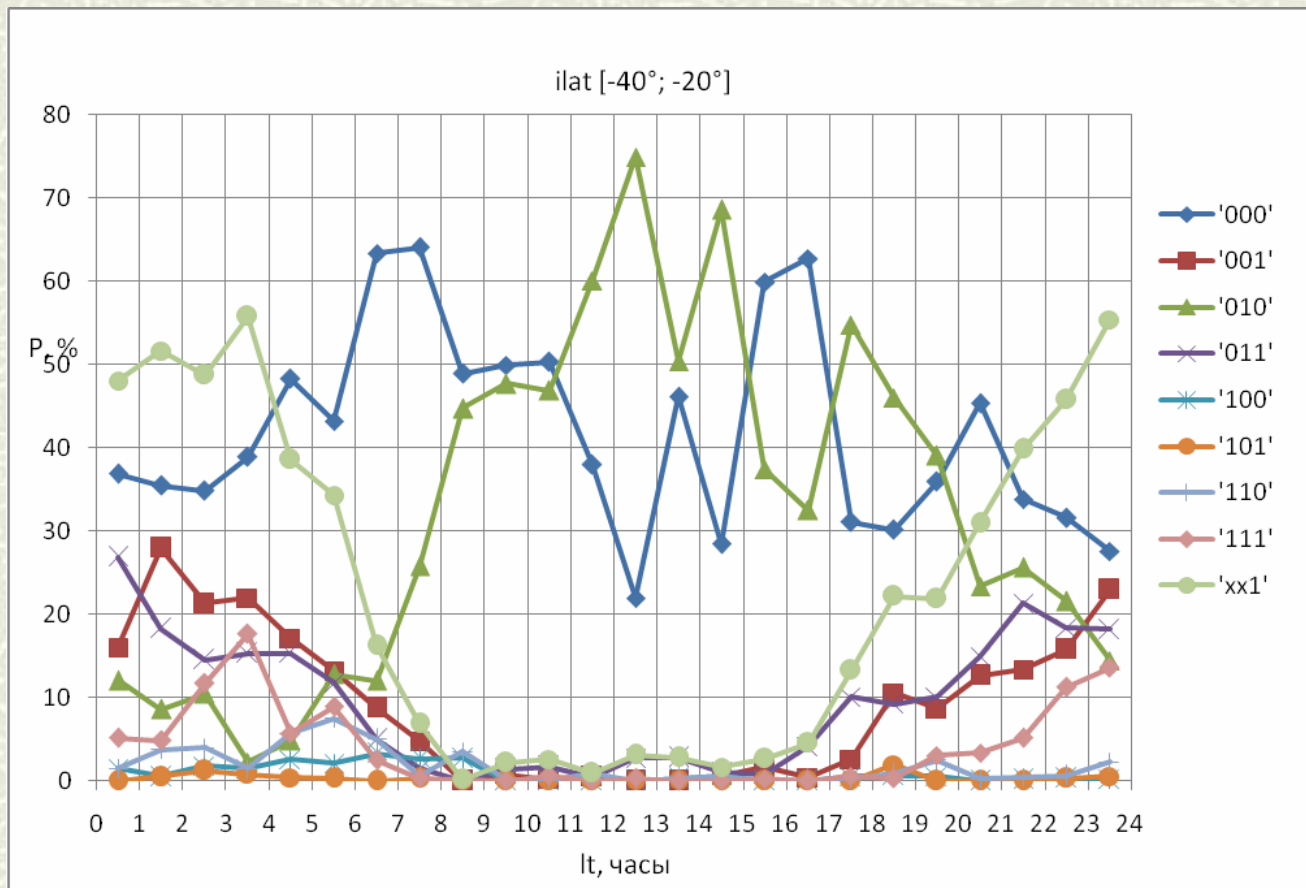
ilat [65°; 80°]

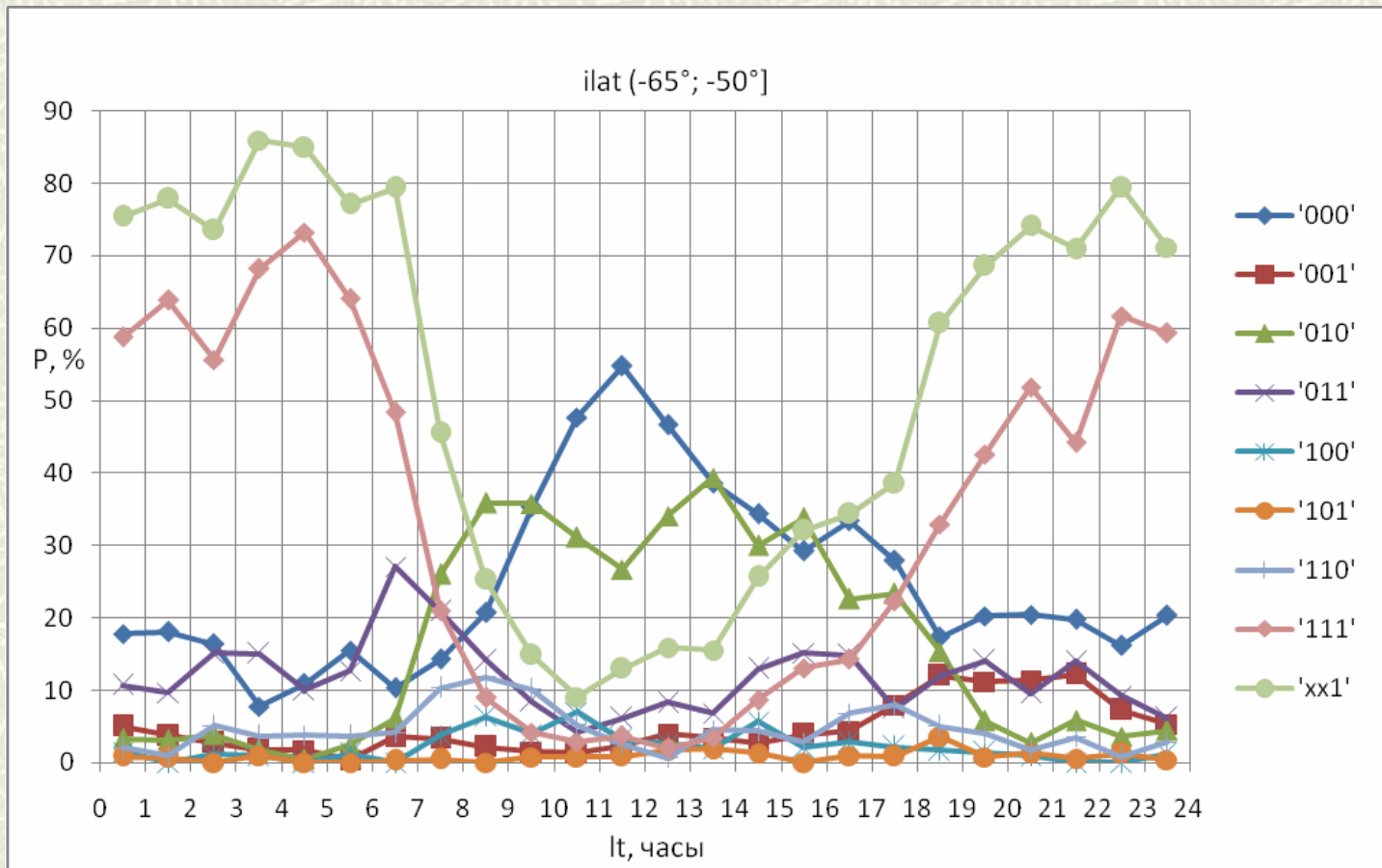


ilat [20°; 40°]





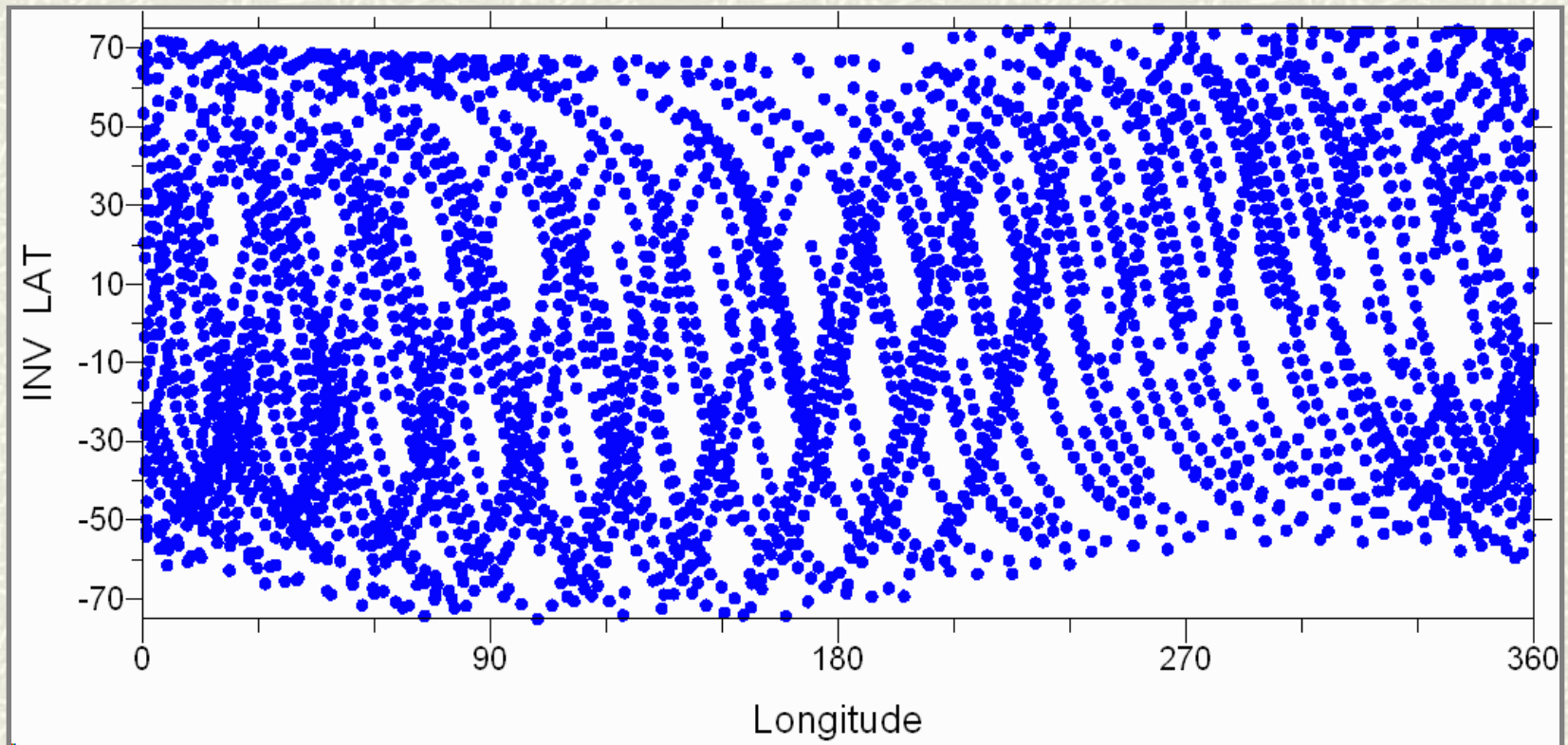




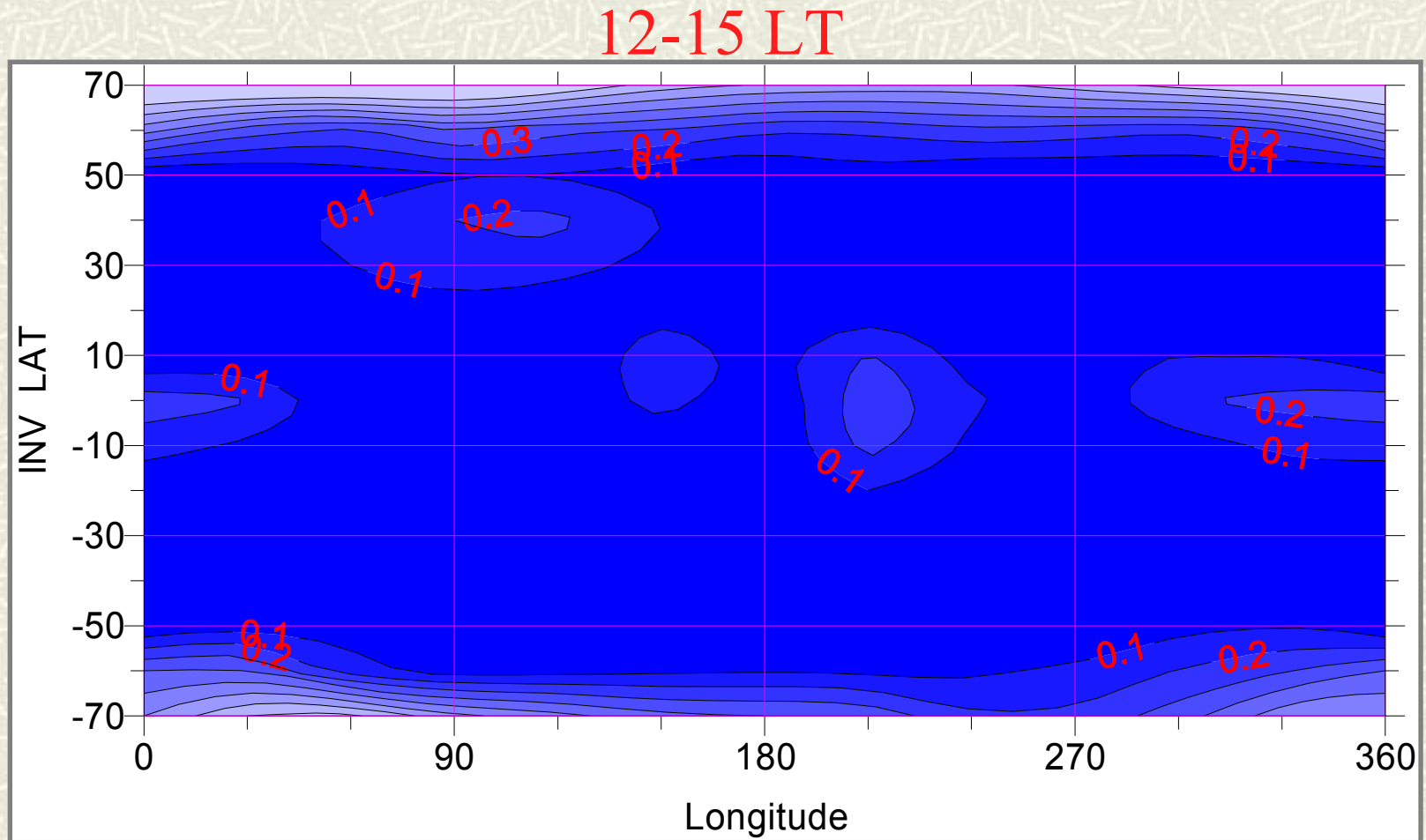
База данных для интервала 12-15LT

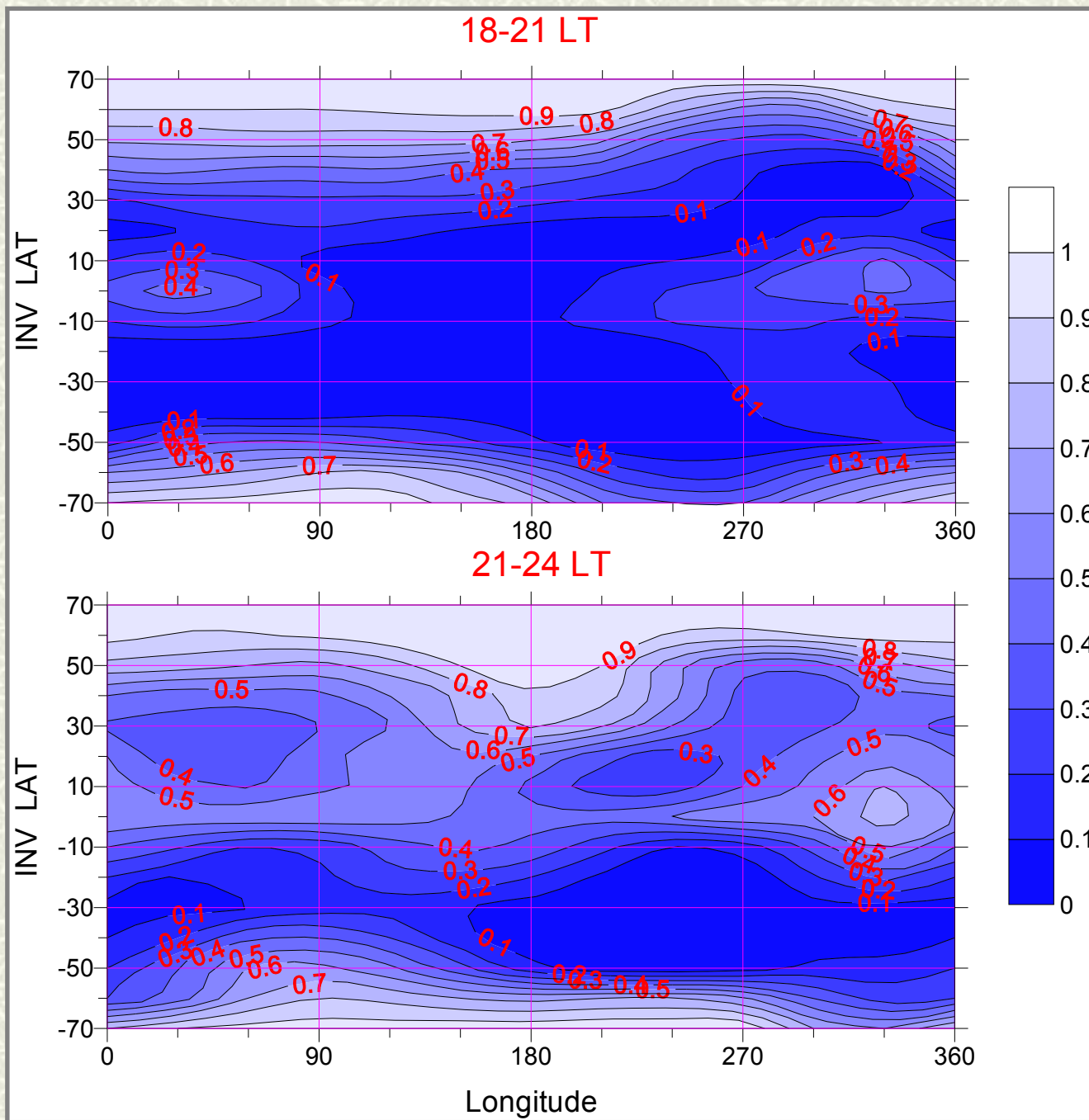
Зимнее солнцестояние, F10.7~200, Kp<3

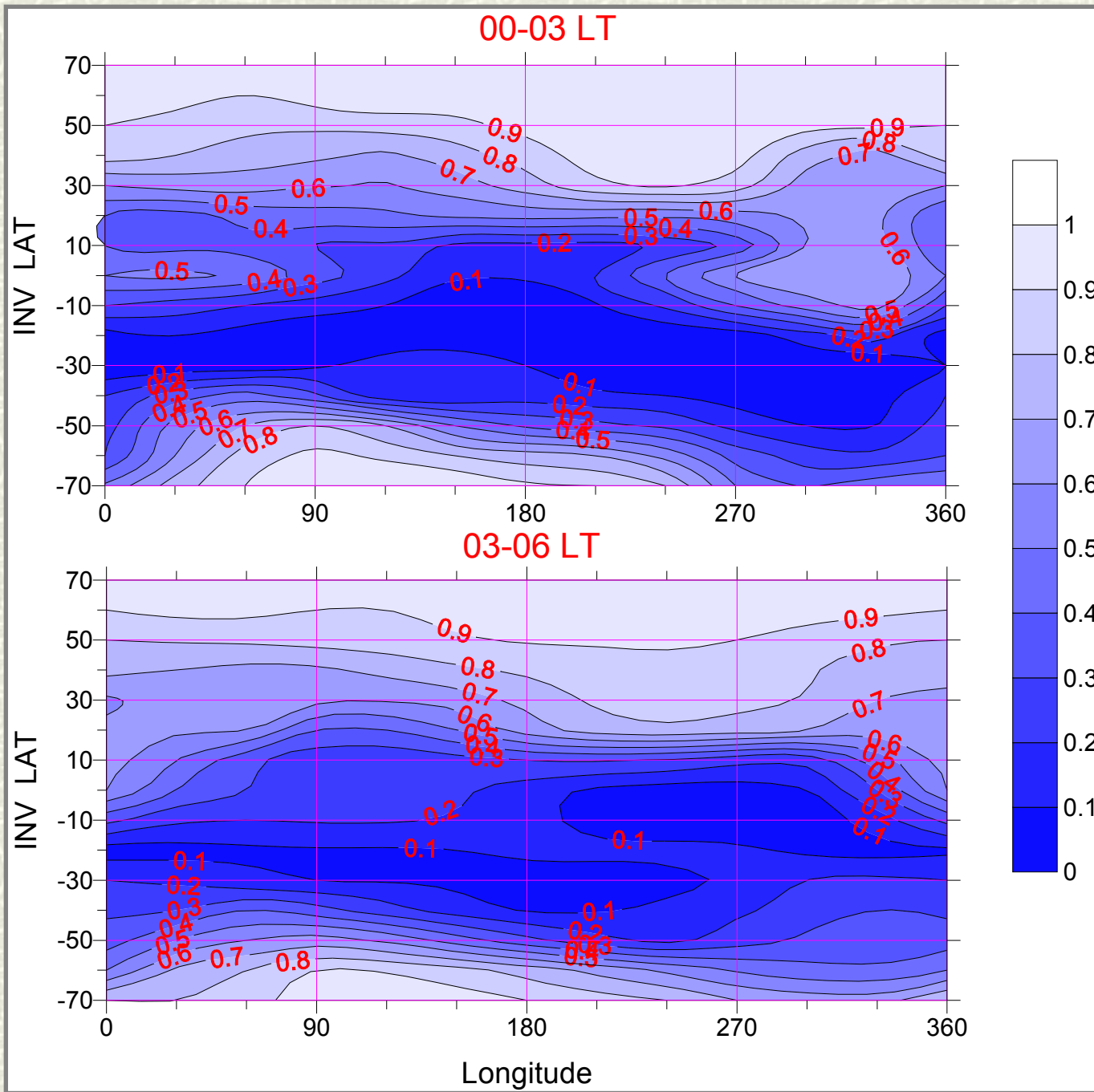
N = 30.000

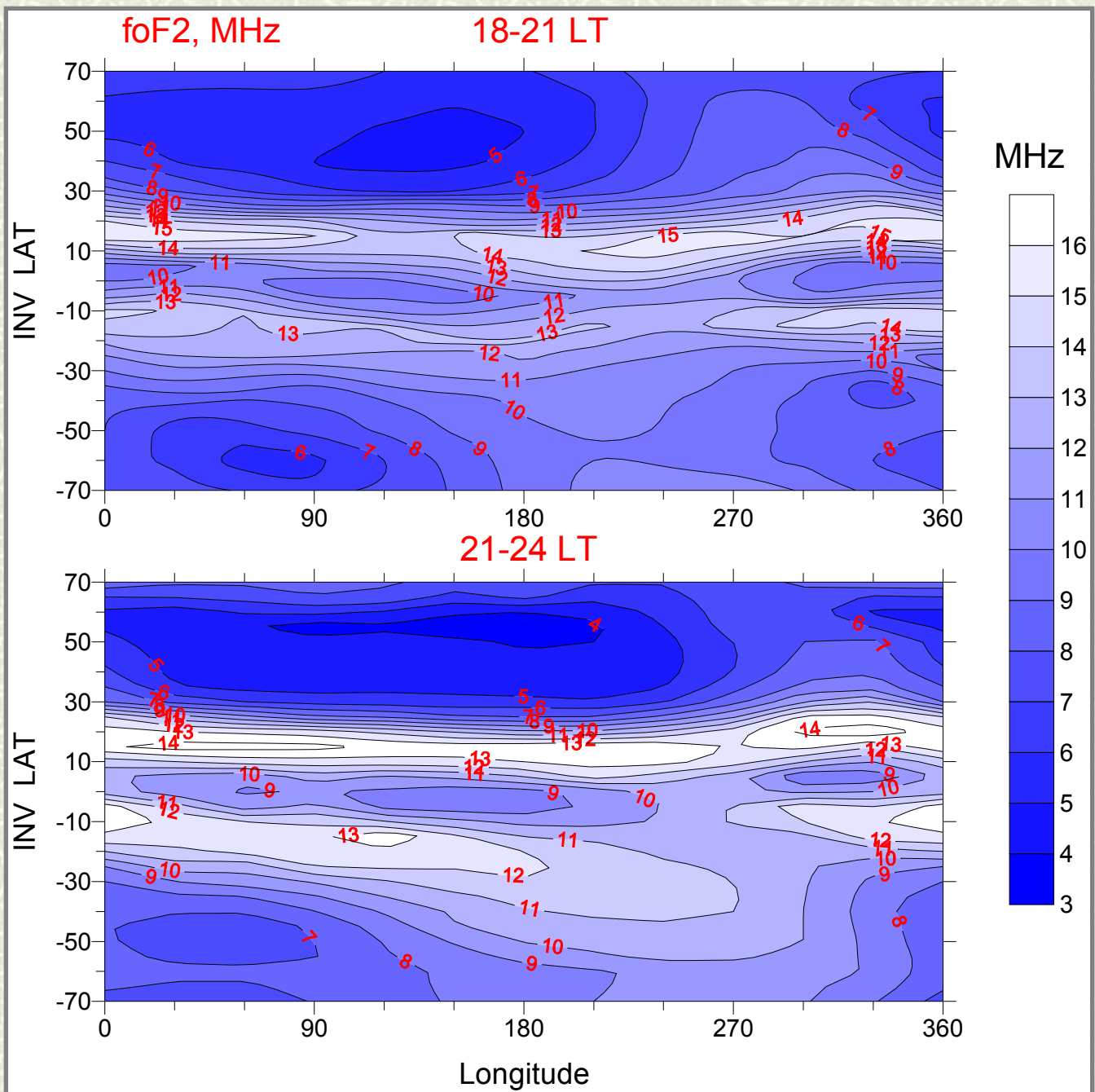


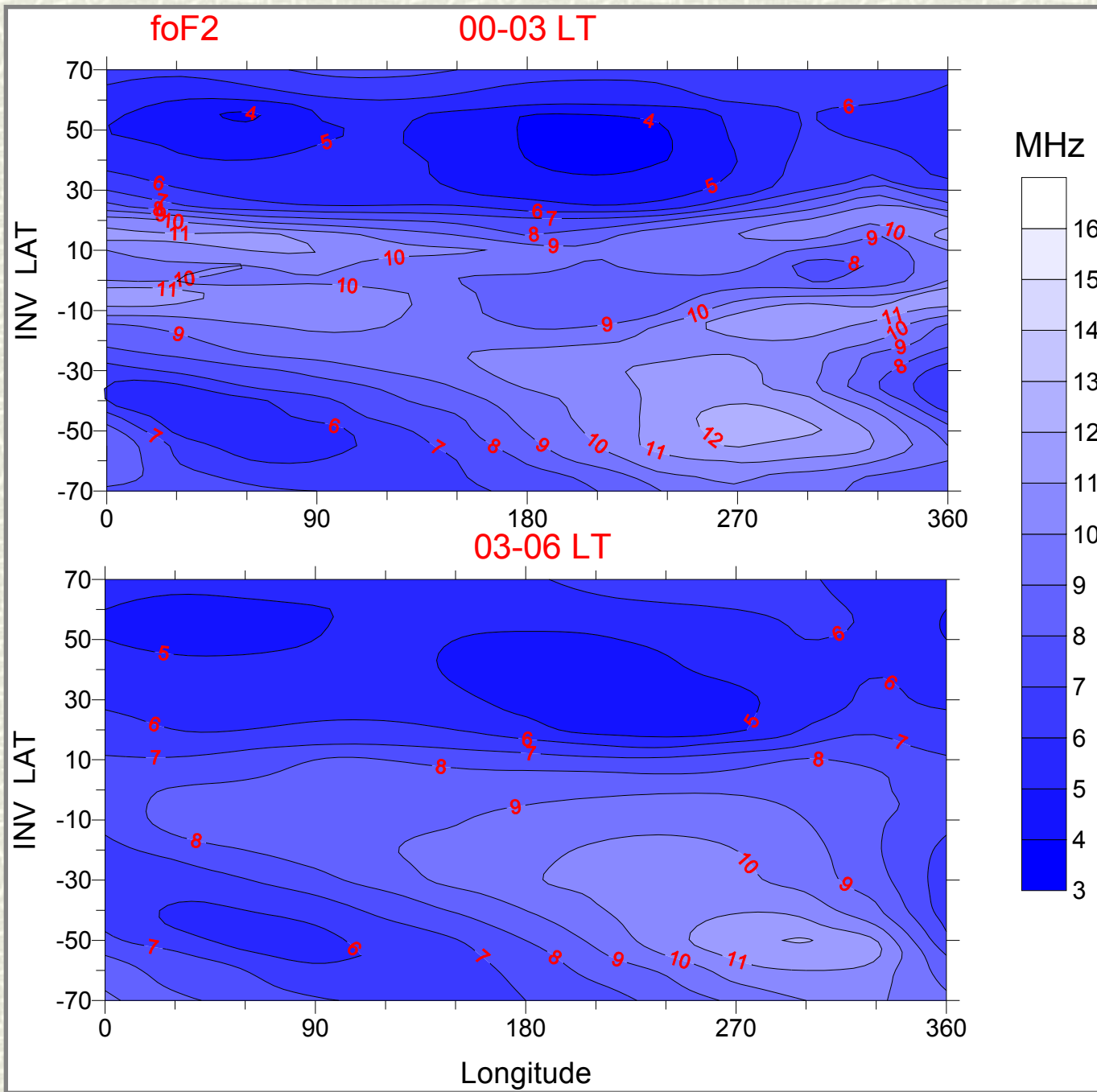
Глобальное распределение вероятности наблюдения частотного рассеяния



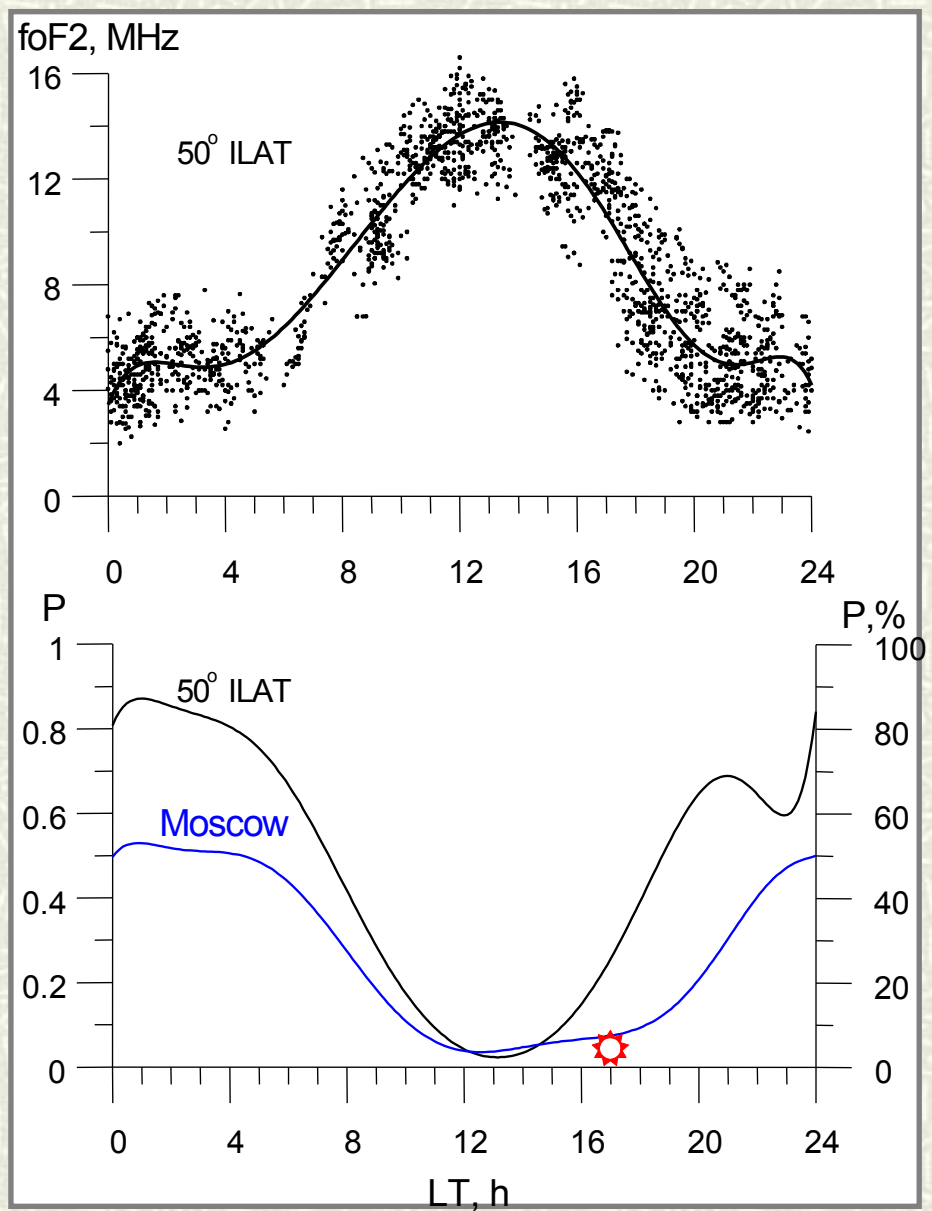




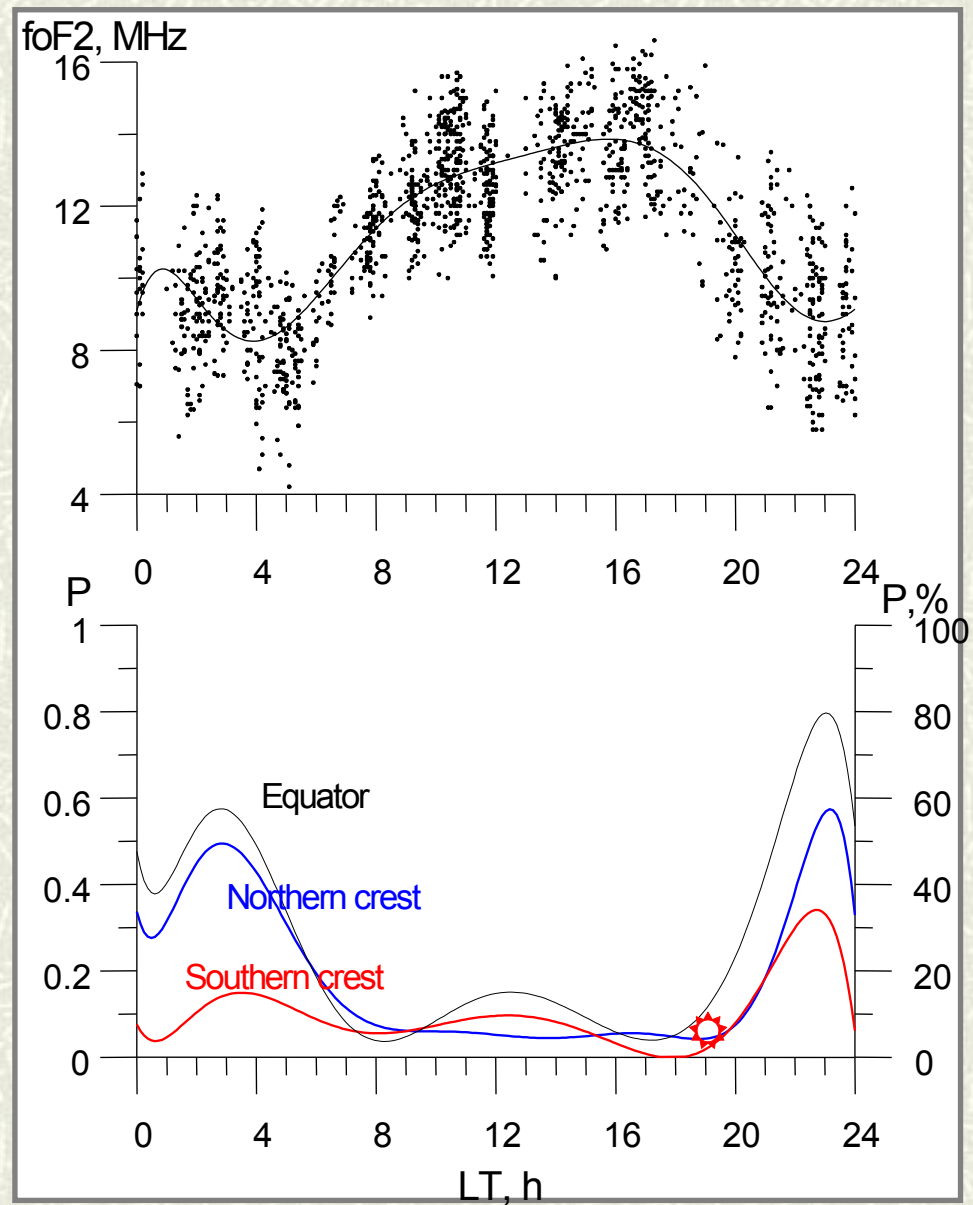




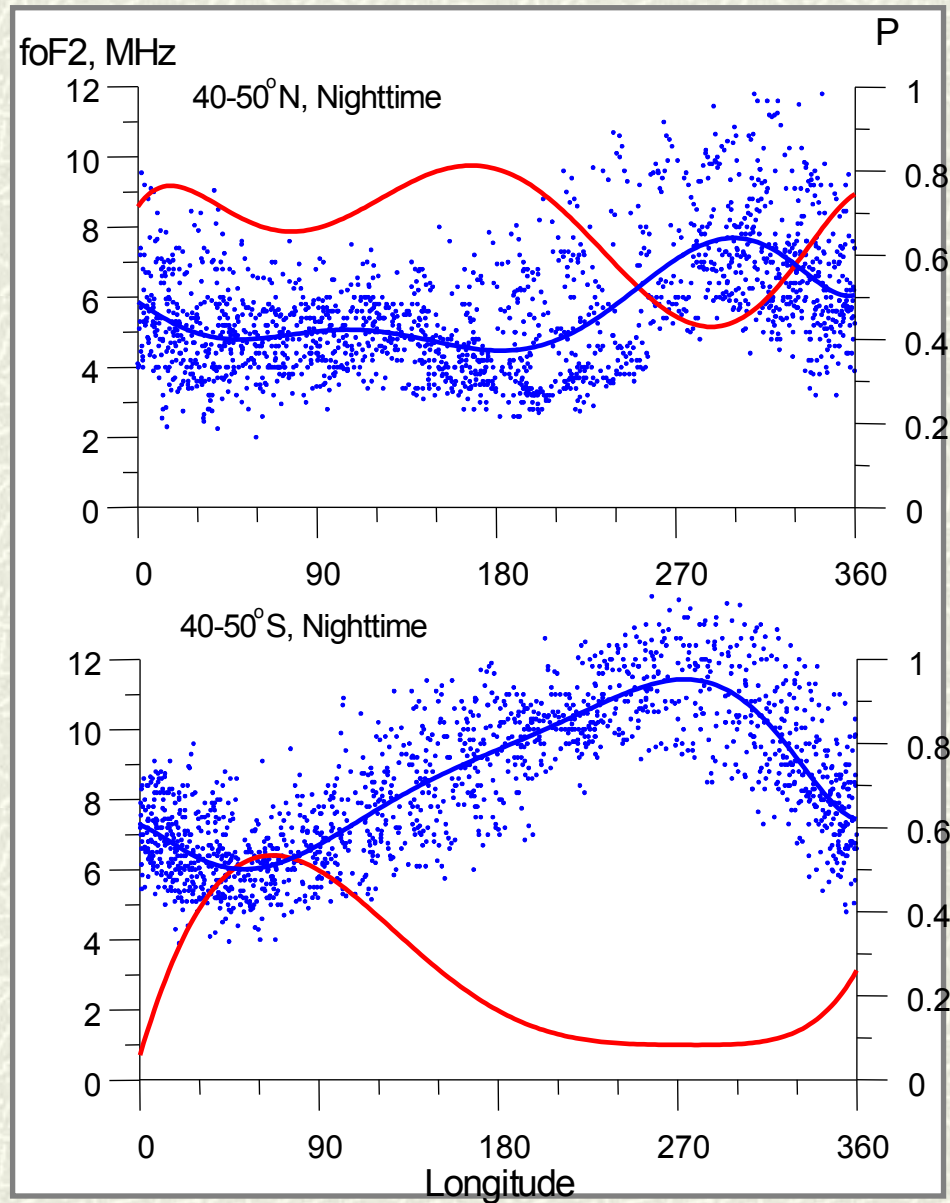
Суточные вариации P на средних широтах



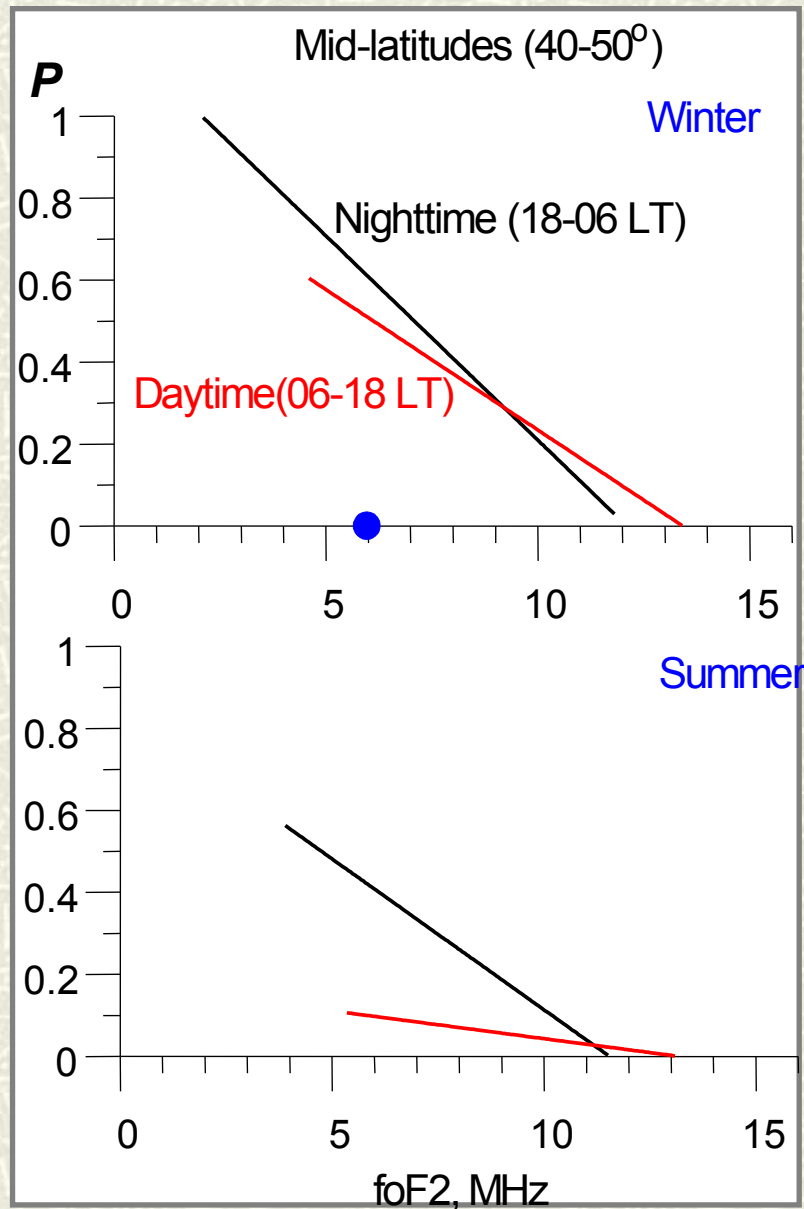
Экваториальная аномалия



Долготные вариации



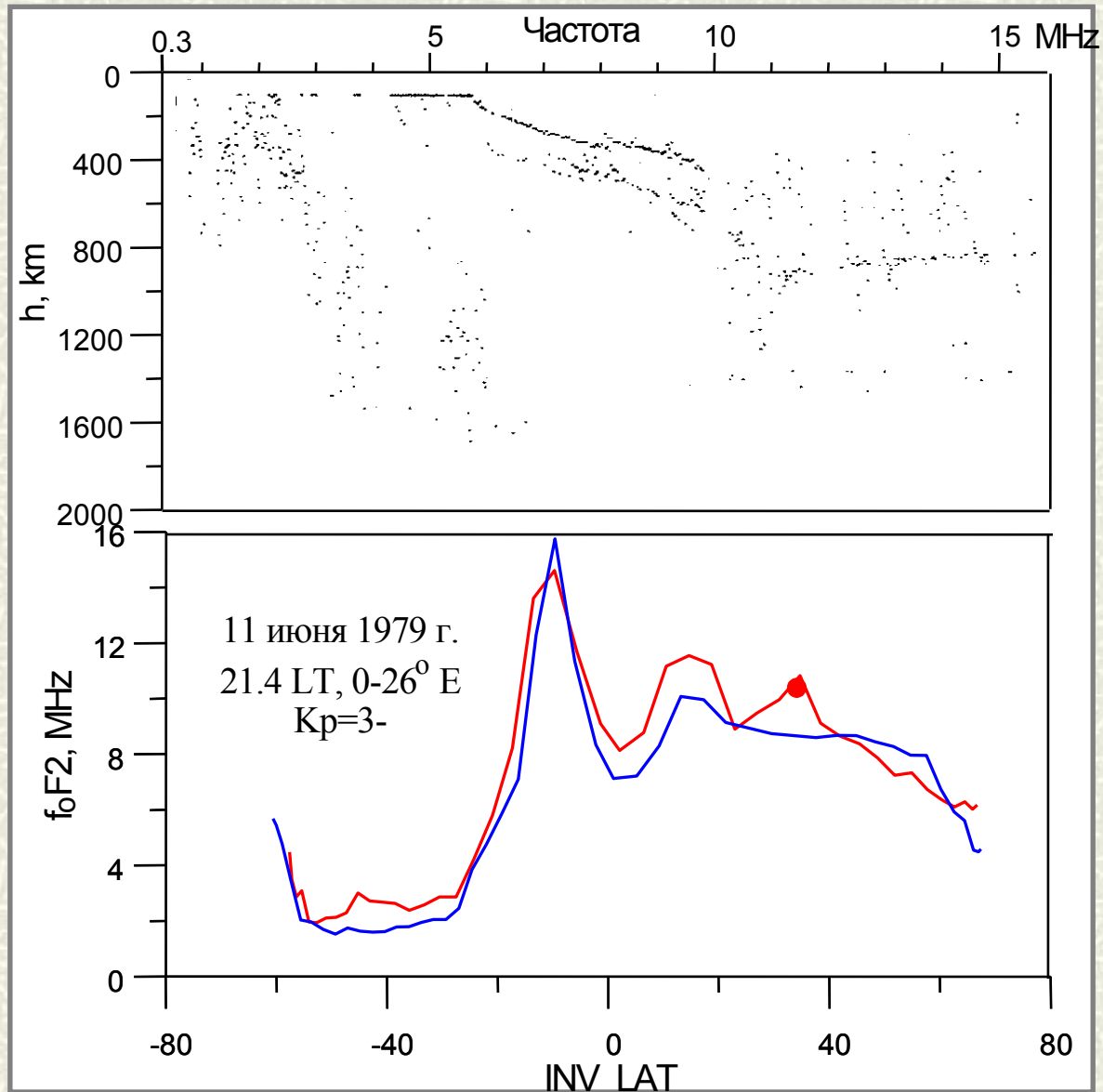
Зависимость от foF2



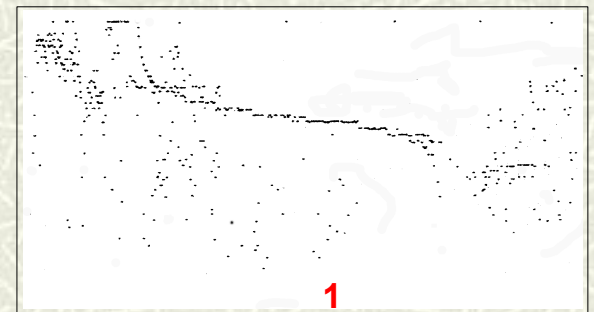
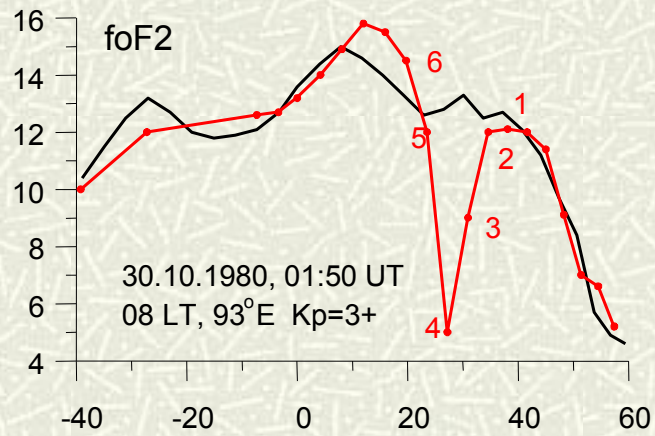
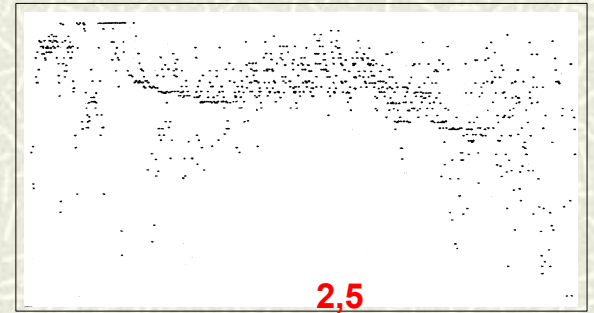
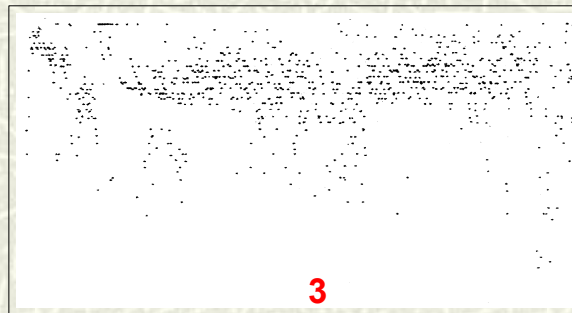
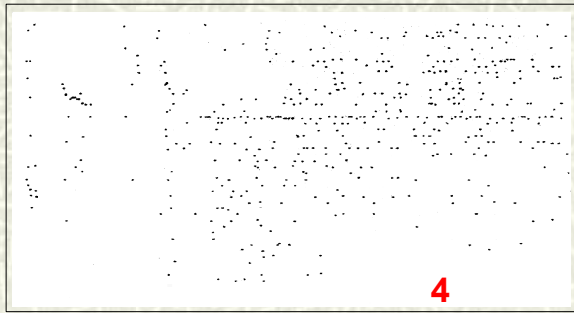
Основные результаты

- Интенсивное F-рассеяние появляется на авроральных, субавроральных и экваториальных широтах после захода Солнца и сохраняет глобальные характеристики в течение всей ночи.
- В зимних ночных условиях интенсивное F-рассеяние наблюдается и на средних широтах. В минимуме ГИП достигается локальный максимум.
- P сильно зависит от долготы.
- $P=0$ на средних широтах при $f_oF2 > 12-13$ MHz
- P коррелирует с h_mF2 .
- $P_{\text{topside}} > P_{\text{bottomside}}$.

F-рассеяние на крупномасштабной неоднородности



C



Градиентно-дрейфовая неустойчивость во внешней ионосфере

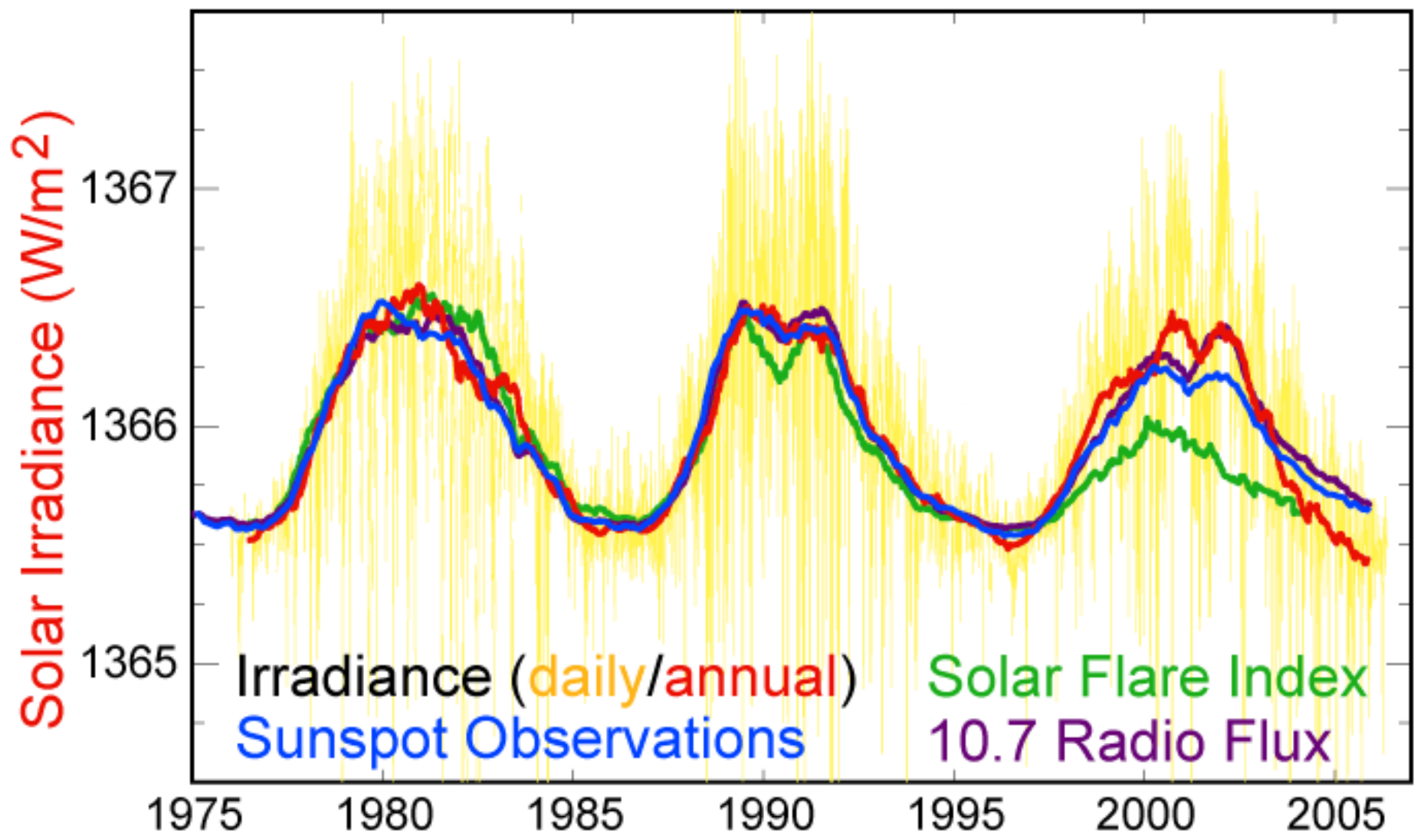
В настоящей работе мы будем использовать упрощенное квазигидродинамическое описание ионосферной плазмы [1]. Уравнения движения для электронов и ионов выглядят следующим образом:

$$m_e N \mathbf{v}_e = - \nabla p_e + m_e N \mathbf{g} - eN \left(\mathbf{E} + \frac{1}{c} [\mathbf{v}_e \times \mathbf{B}] \right) - m_e N \nu_{ei} (\mathbf{v}_e - \mathbf{v}_i) - m_e \nu_{en} N (\mathbf{v}_e - \mathbf{v}_n)$$

$$m_i N \mathbf{v}_i = - \nabla p_i + m_i N \mathbf{g} + eN \left(\mathbf{E} + \frac{1}{c} [\mathbf{v}_i \times \mathbf{B}] \right) - m_i N \nu_{ie} (\mathbf{v}_i - \mathbf{v}_e) - m_i \nu_{in} N (\mathbf{v}_i - \mathbf{v}_n)$$

Мы видим, что уравнения движения связаны между собой. Далее мы рассматриваем уравнения в системе отсчета нейтралов (). Здесь m_e и m_i - массы электронов и ионов соответственно, \mathbf{v}_e и \mathbf{v}_i - их скорости, принято условие квазинейтральности $N_e = N_i = N_n = N$, эффект разделения зарядов учитывается введением возмущенного электрического поля \mathbf{E} , ω_e и ω_i - частоты столкновений электронов с ионами и нейтралами соответственно, ω_{ie} и ω_{ei} - частоты столкновений ионов с электронами и нейтралами соответственно. Частоты столкновений ω_{ie} и ω_{ei} связаны между собой следующим соотношением $\omega_{ie} = \omega_{ei} m_e / m_i$.

Solar Cycle Variations



Sunspot Cycles 23/24 10.7cm Radio Flux Prediction (March 2009)

