

# Результаты внешнего радиозондирования арктических и антарктических регионов ионосферы с КА «Ионосфера М» № 1, 2 в 2025 году

Котонаева Н.Г., Гришина Ю.В.

Институт прикладной геофизики имени Е.К. Федорова

# Методы исследования ионосферы методом радиозондирования в КВ-диапазоне

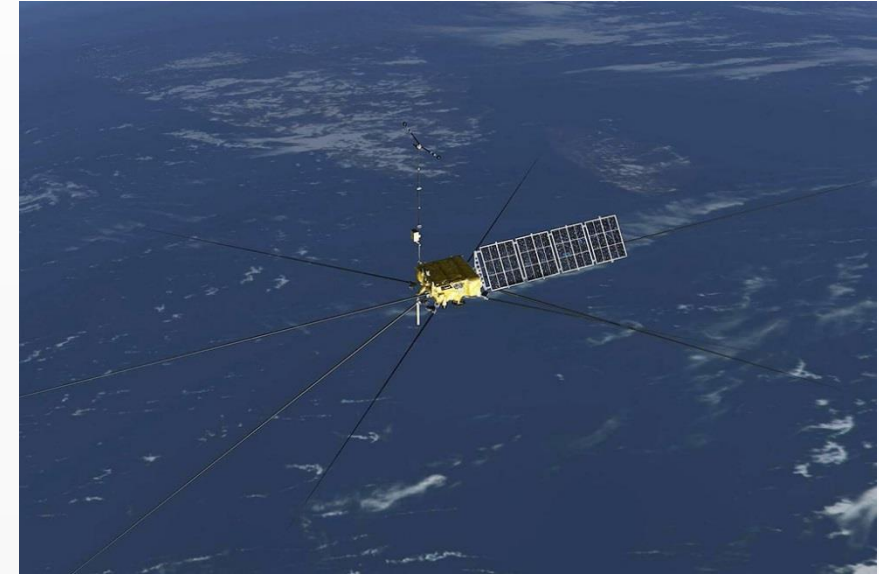
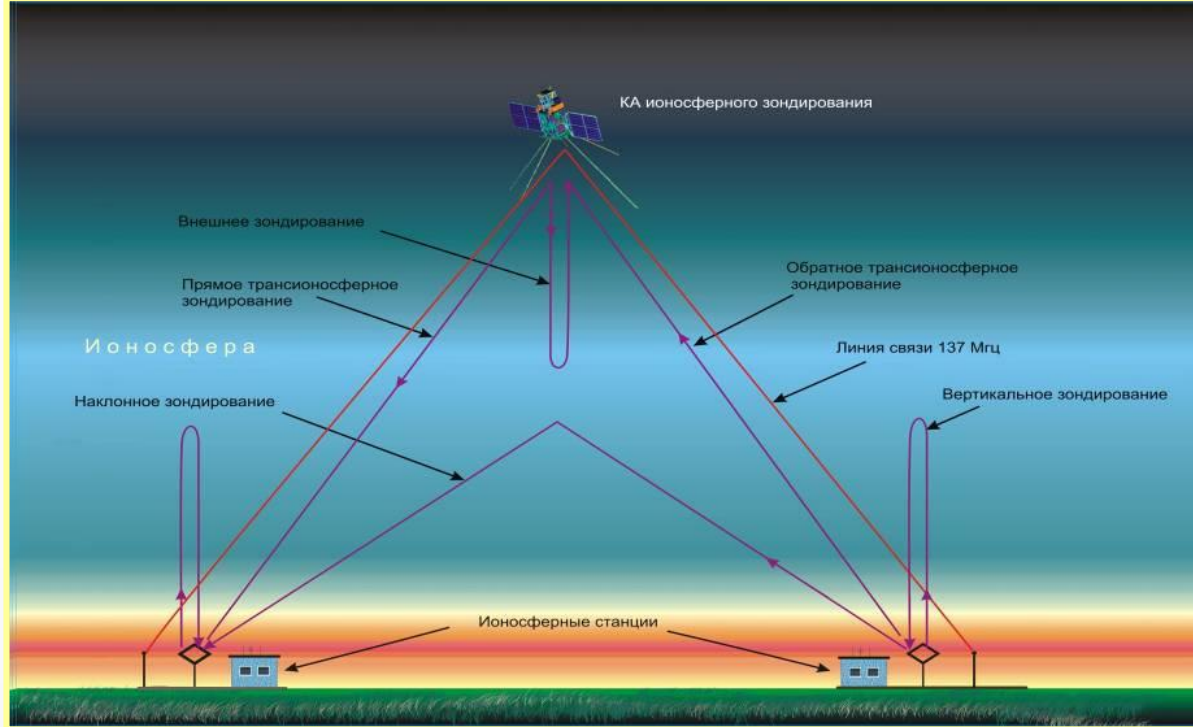
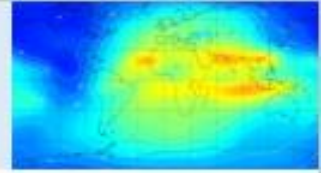
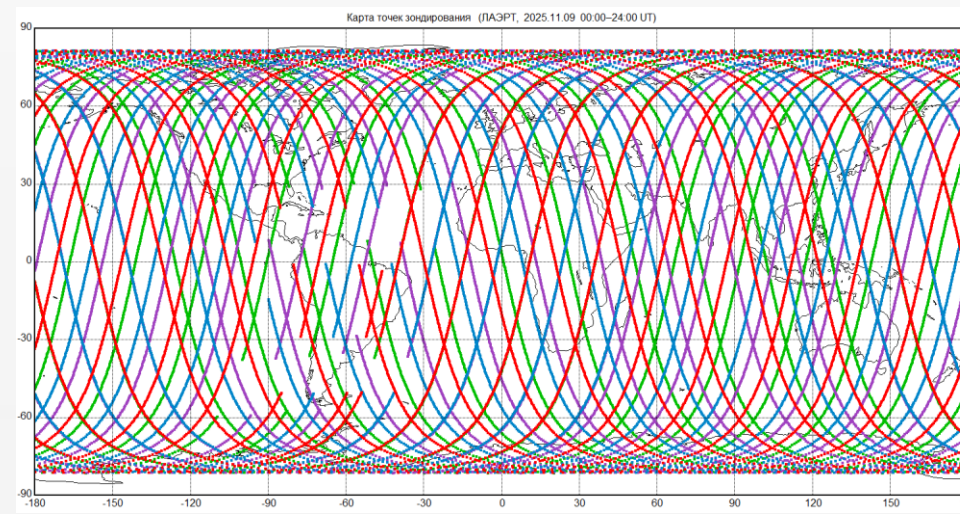
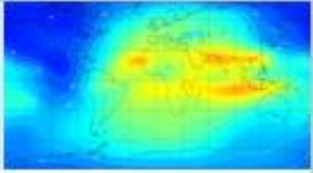


Фото с сайта RGRU



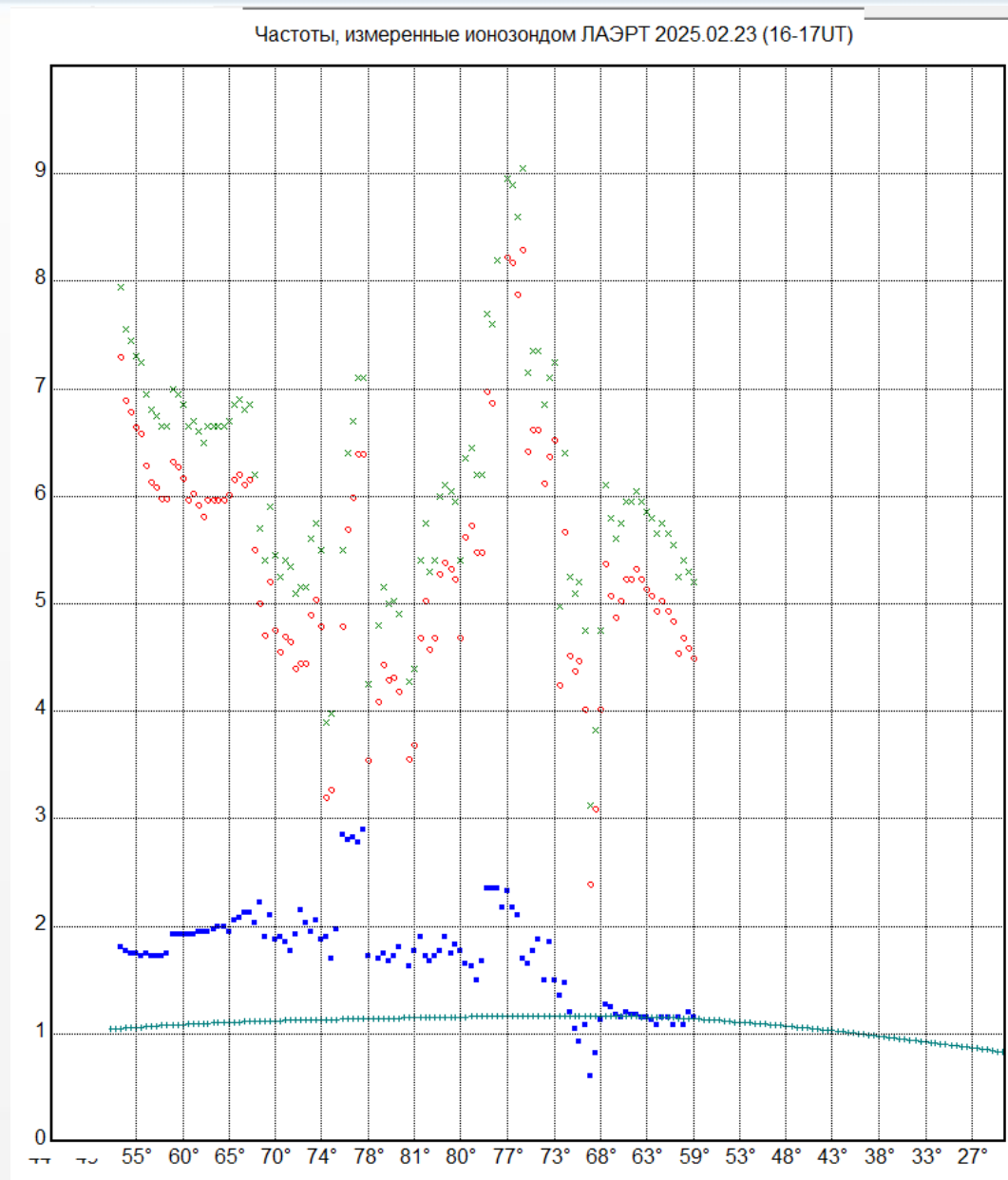
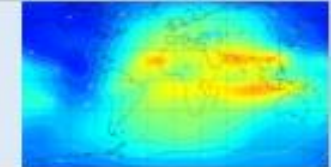


- 1 Главный ионосферный провал - область с уменьшенной электронной концентрацией, располагается преимущественно на ночной и утренней сторонах в интервале инвариантных широт  $50^\circ \div 60^\circ$ .
2. Полярный пик – область повышенной электронной концентрации на дневной стороне, располагается в интервале инвариантных широт  $70^\circ \div 80^\circ$ .
3. Авроральный пик – область повышенной электронной концентрации на ночной стороне, располагается в интервале инвариантных широт  $65^\circ \div 75^\circ$  и формирует высокоширотную стенку ионосферного провала.
4. Полярная полость – область пониженной электронной концентрации, расположенная к полюсу от аврорального и полярного пика.
5. Язык ионизации – область, при котором повышенная электронная концентрация в области полярного пика простирается через полюс с дневной стороны на ночную.

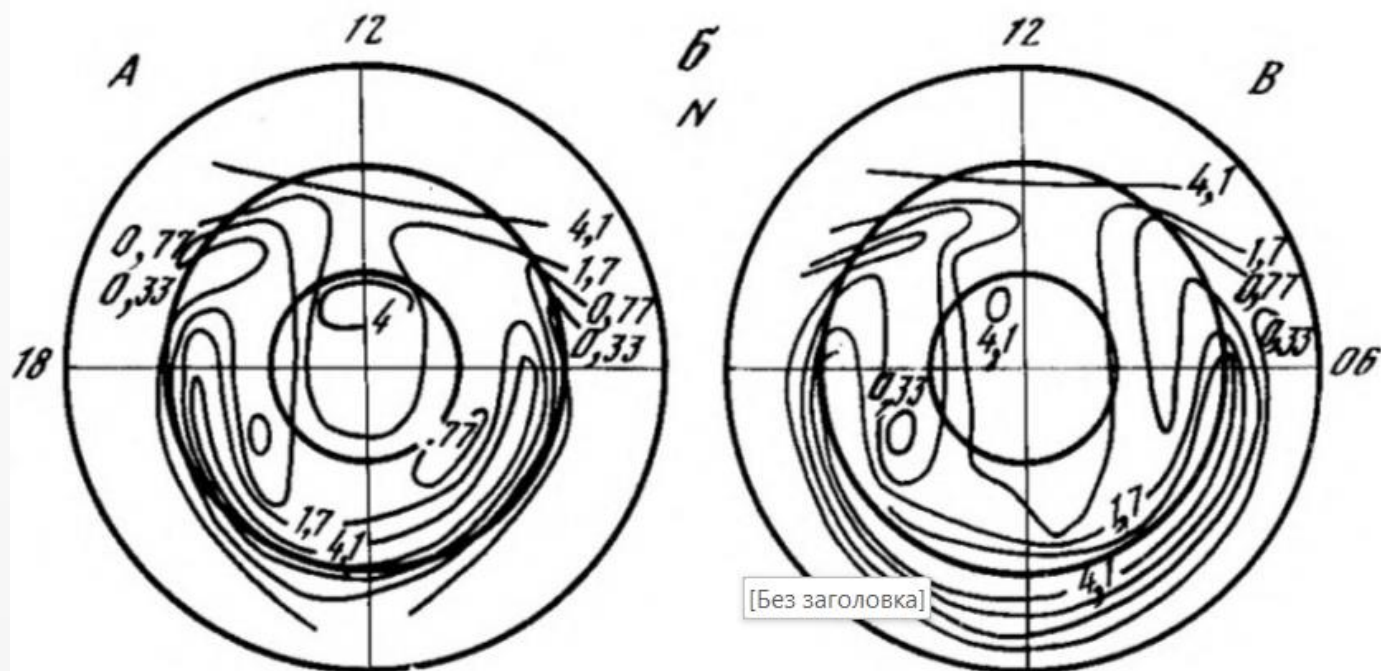
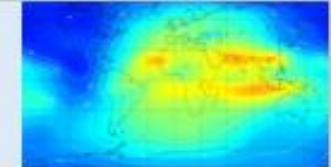
Nishida A. Average structure and storm-time change of polar topside ionosphere at sunspot minimum. // J. Geophys. Res. 1967. V. 72, N 23 P. 6051 – 6061.

Мизун Ю.Г. Полярная ионосфера. Л.: Наука, 1980. 216 с.

# Типичное распределение плазменных частот над северным полюсом в феврале-марте 2025 г



# Языки ионизации в различных исследованиях

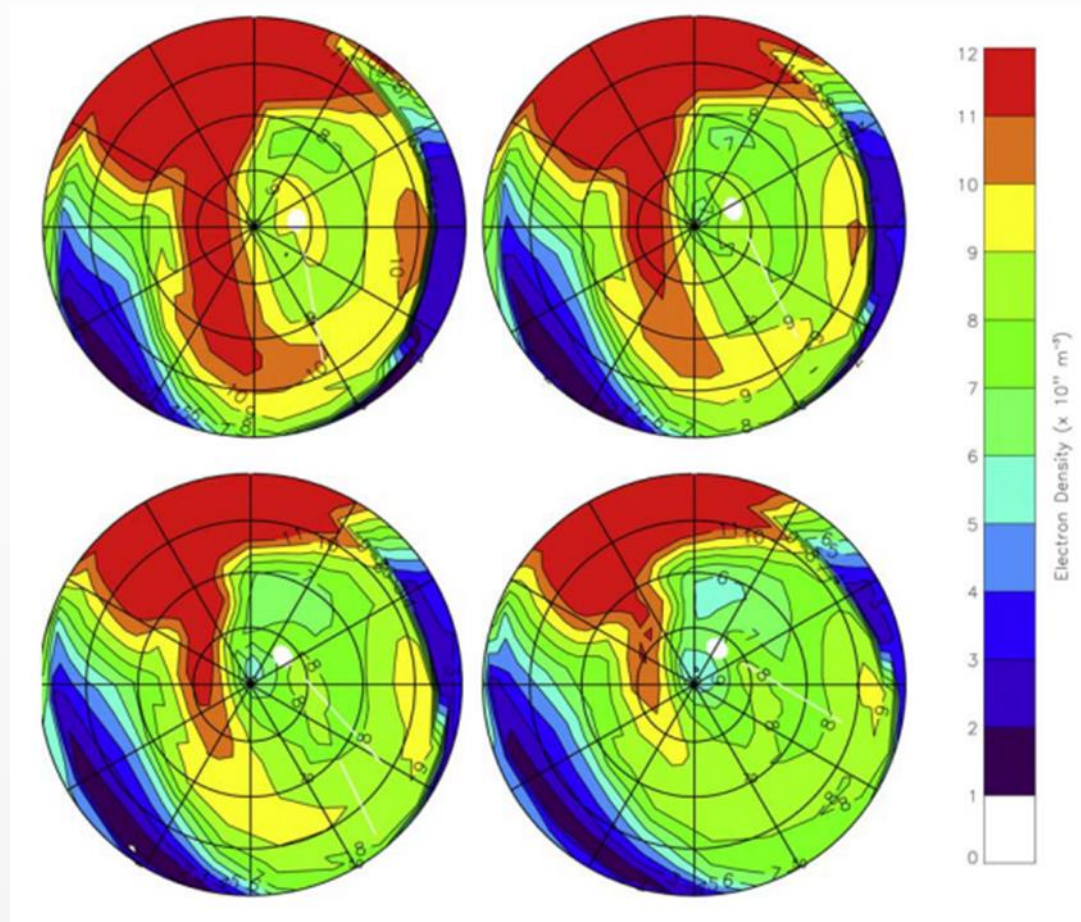
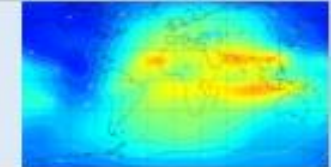


Температура электронов распределяется не в строгом соответствии с солнечной освещенностью, а имеет язык, вытянутый с дневной стороны

Рассчитанные распределения концентрации электронов ( $\cdot 10^{-4}$ ) на высоте 300 км  
Жеребцов Г.А. Физические процессы в полярной ионосфере. Москва 1988

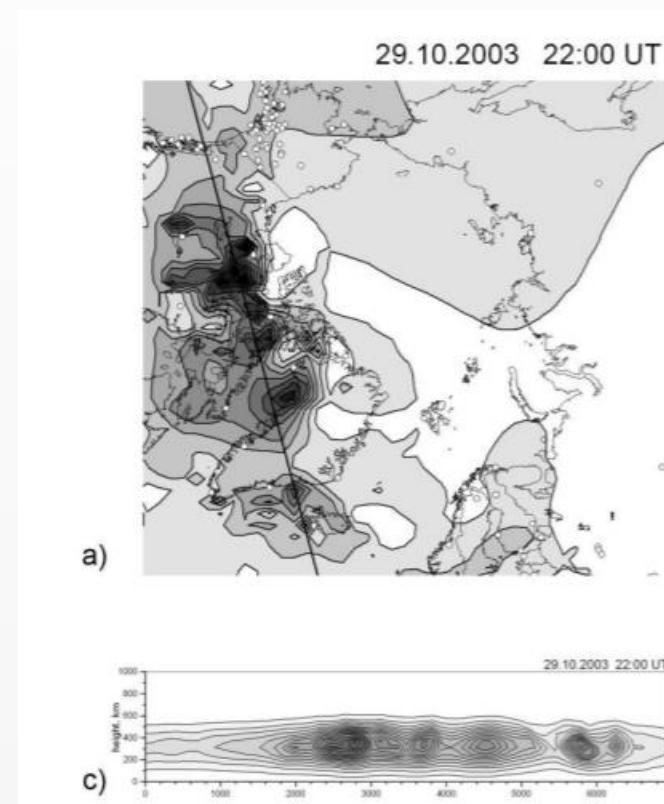


# Языки ионизации в различных исследованиях



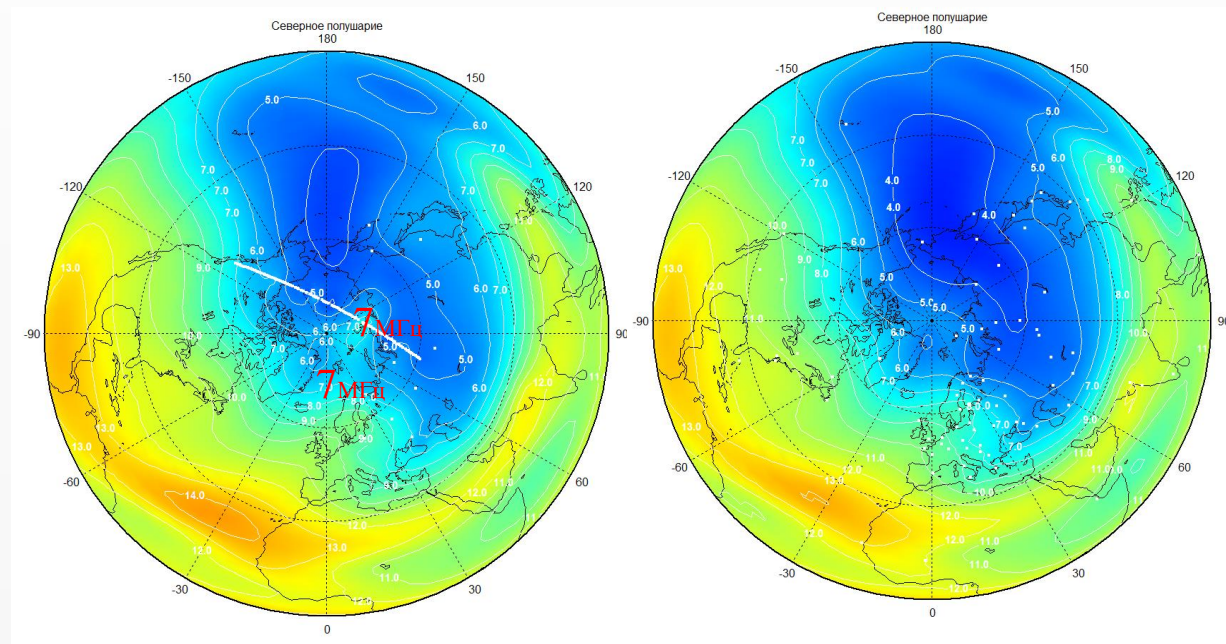
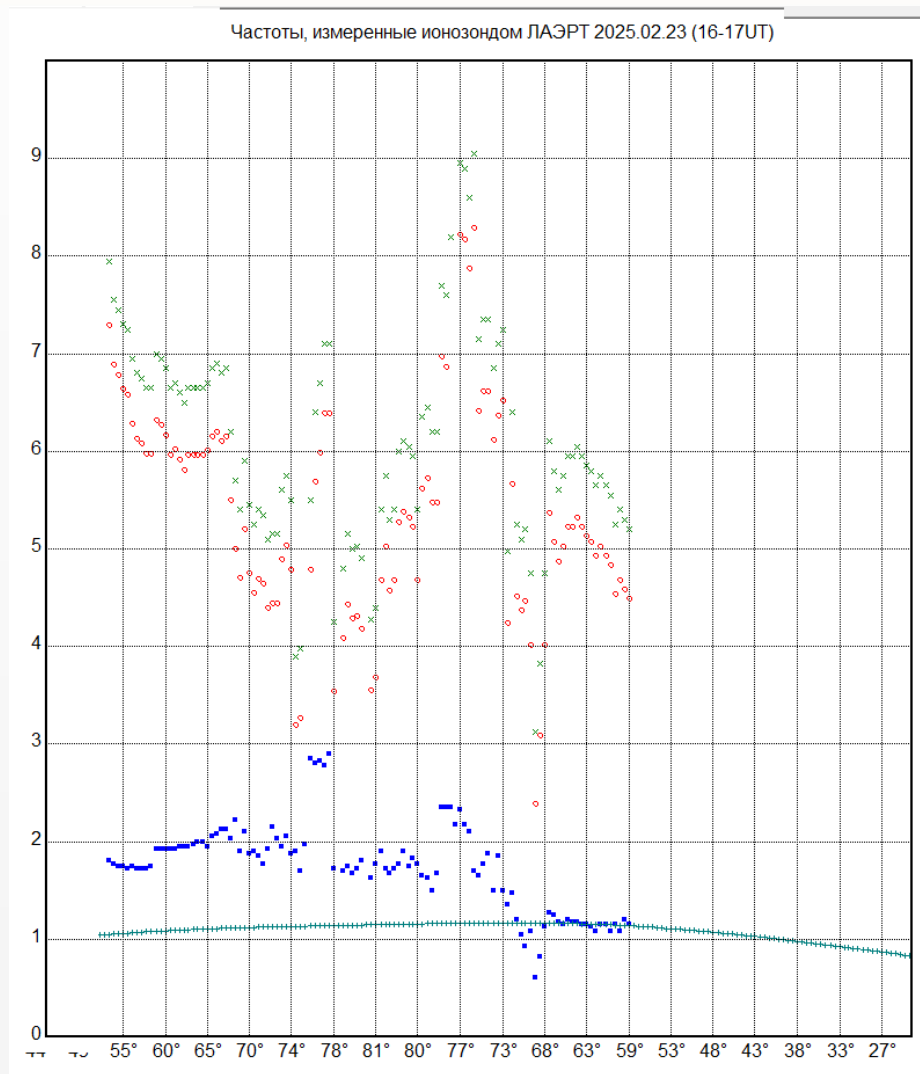
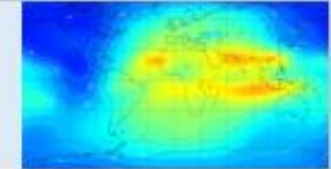
Middleton et al., The role of the tongue-of-ionization in the formation of the poleward wall of the main trough in the European post-midnight sector // JGR, 113, № 2, 2008

Karpachev A.T. Dynamics of main and ring ionospheric troughs/ «Atmosphere, ionosphere, safety» Proceedings of VII International Conference. 2020



И.А. Нестеров, В.Е. Куницын, Е.С. Андреева  
Радиотомографические исследования ионосферы по  
данным навигационных спутниковых систем  
IV ВСЕРОССИЙСКИЕ АРМАНДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ  
Муром, 27–29 мая 2014 года

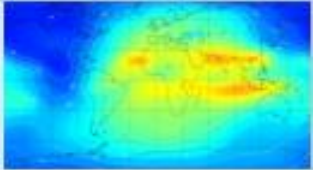
# Распределения плазменных частот вдоль орбиты КА «Ионосфера»



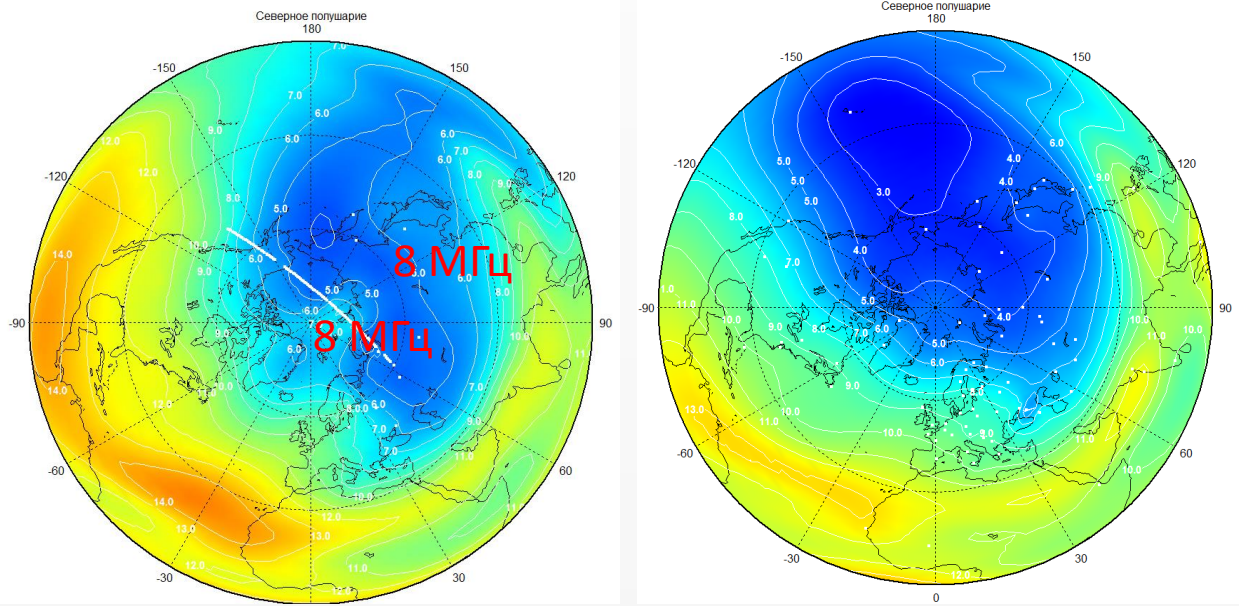
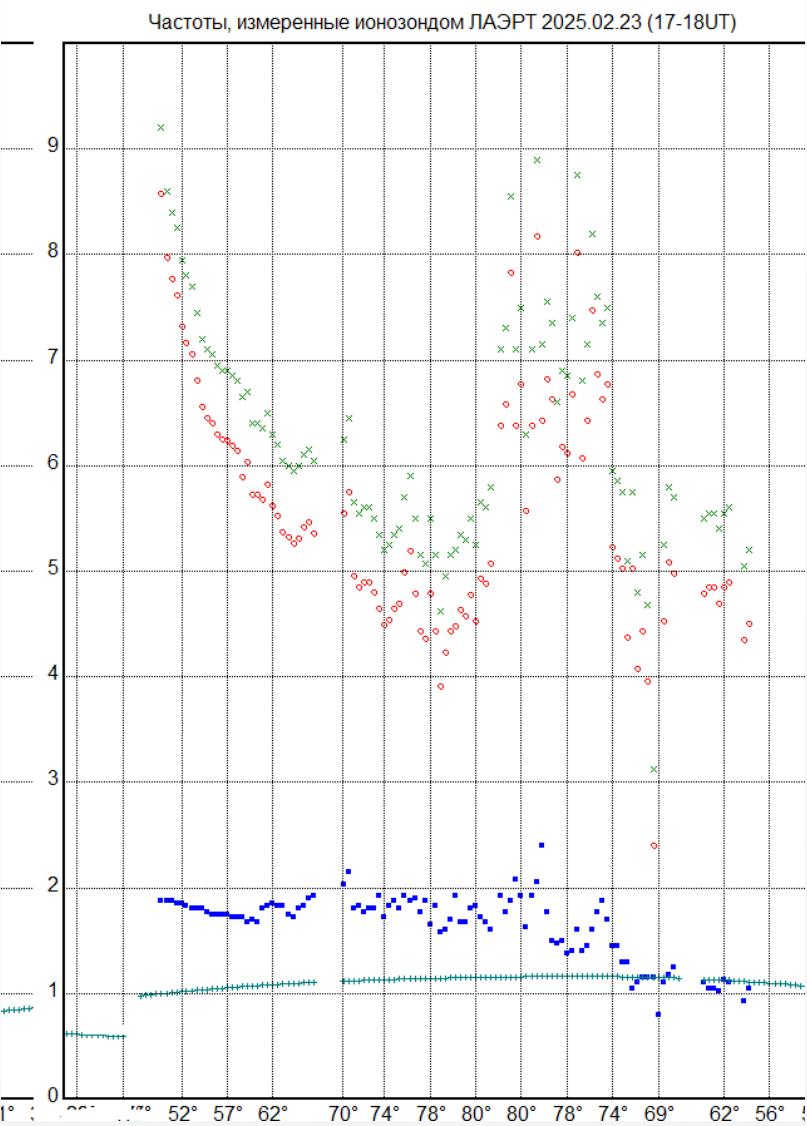
Слева: распределение критической частоты слоя F2 с учетом наземных и спутниковых наблюдений (16-30 UT)  
Справа: распределение критической частоты слоя F2 в климатическом варианте модели SIMP

23 февраля 2025 г.





# Распределения плазменных частот вдоль орбиты КА «Ионосфера». Февраль

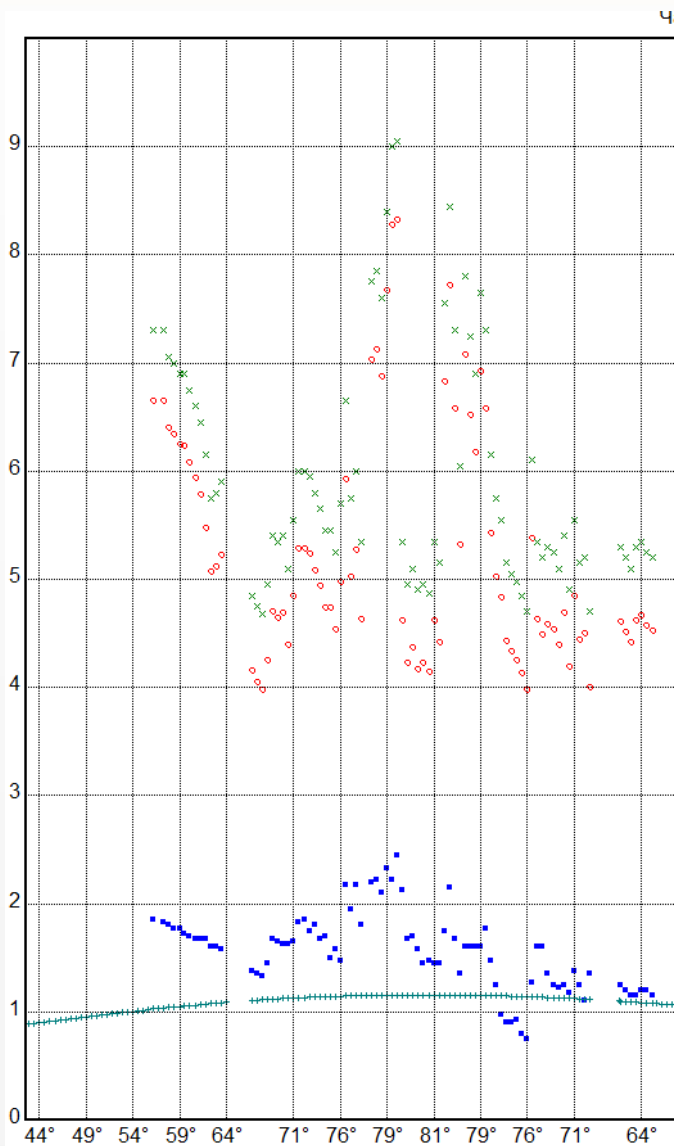
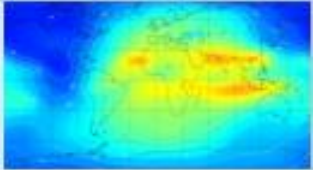


Слева: распределение критической частоты слоя F2 с учетом наземных и спутниковых наблюдений 23 февраля 2025 г. (17-30 UT)

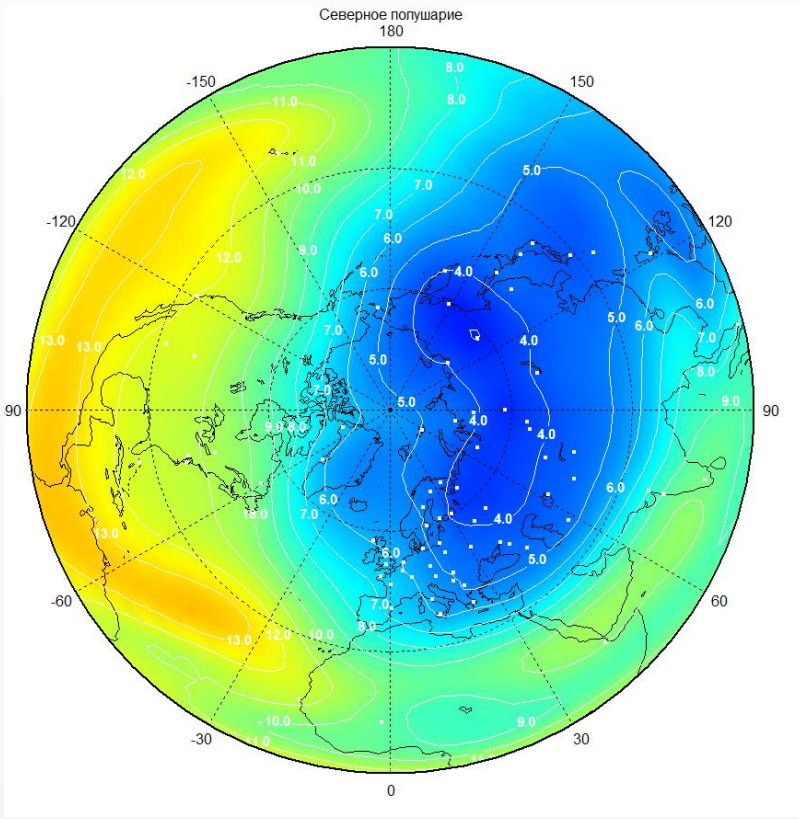
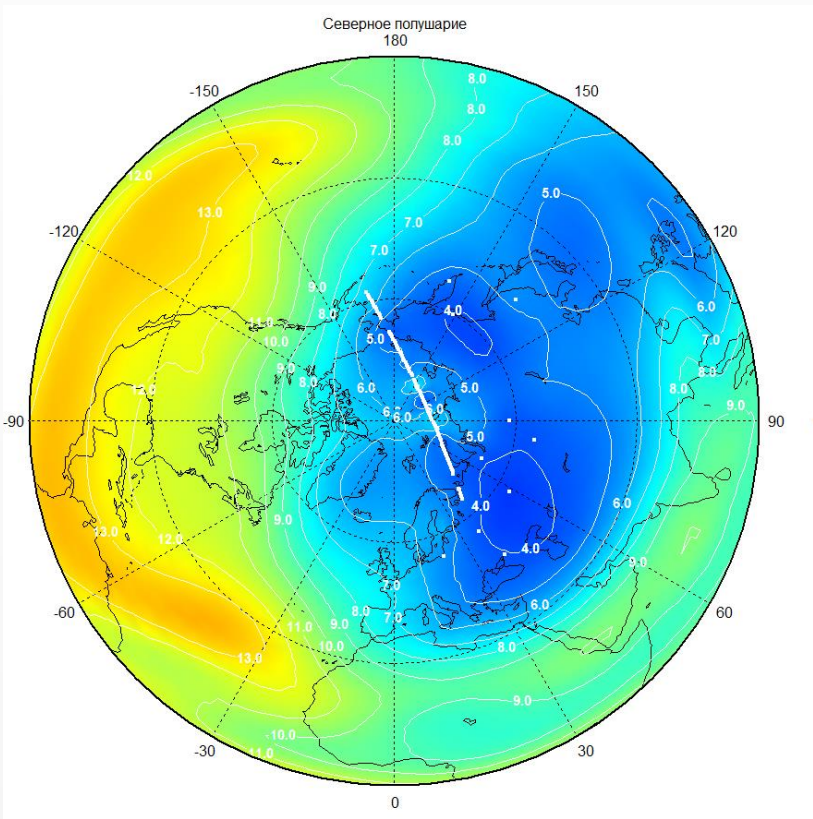
Справа: распределение критической частоты слоя F2 в климатическом варианте модели SIMP



# Распределения плазменных частот вдоль орбиты КА «Ионосфера». Февраль

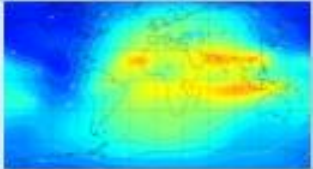


22 февраля 2025 г 19:00-19:15

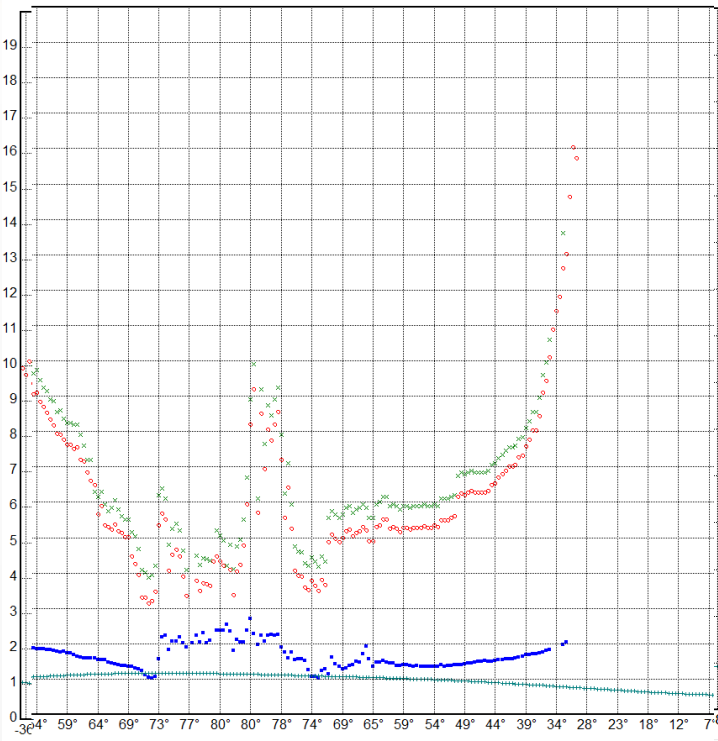


Слева: распределение критической частоты слоя F2 с учетом наземных и спутниковых наблюдений (19-15 UT)  
Справа: распределение критической частоты слоя F2 в климатическом варианте модели SIMP

# Распределения плазменных частот вдоль орбиты КА «Ионосфера». Февраль

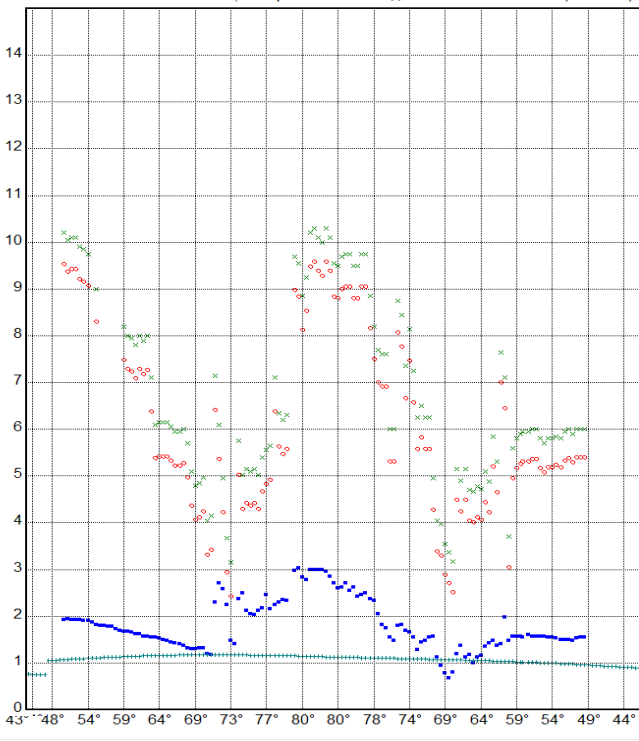


Измеренные ионозондом ЛАЭРТ 2025.02.23 (22-23UT)

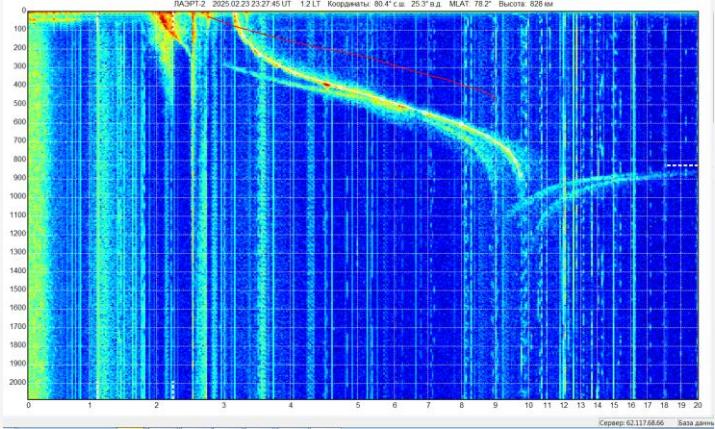
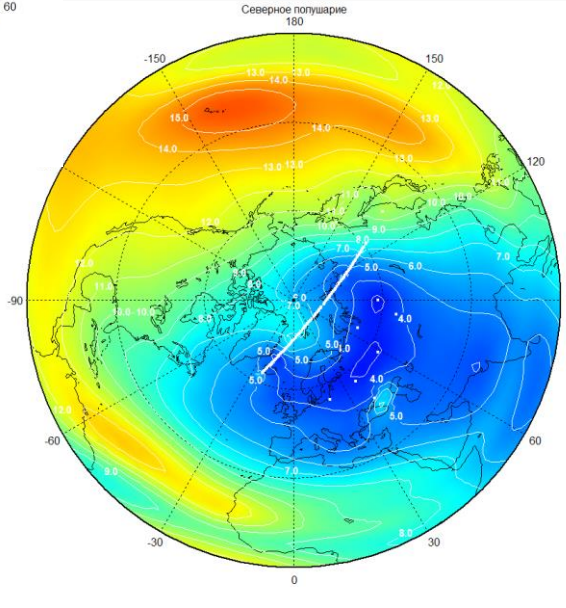
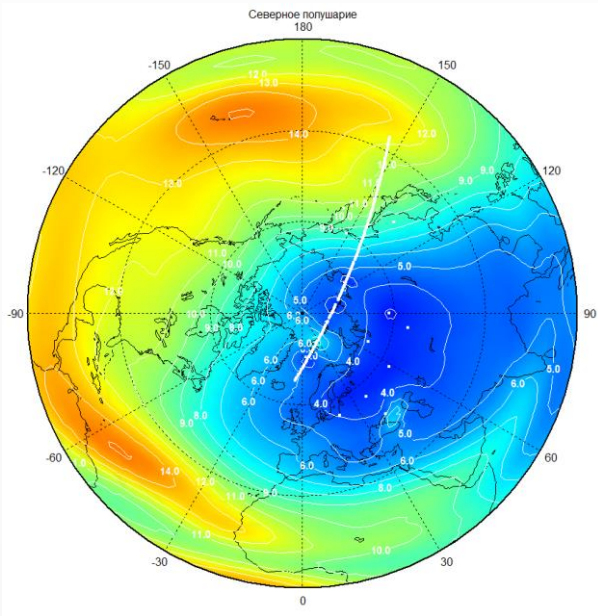


22 февраля 2025 г 22:15-22:40

Частоты, измеренные ионозондом ЛАЭРТ 2025.02.23 (23-00UT)

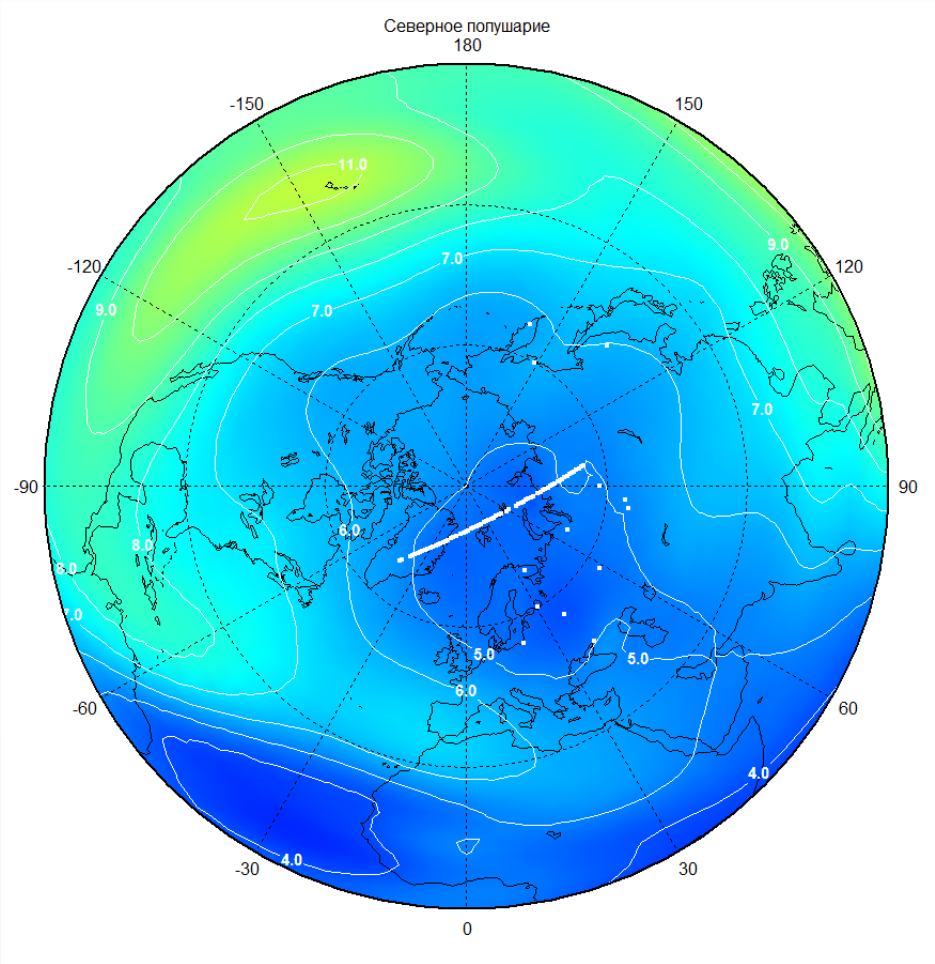
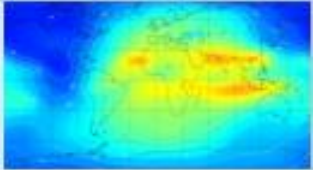


22 февраля 2025 г 23:15-23:40

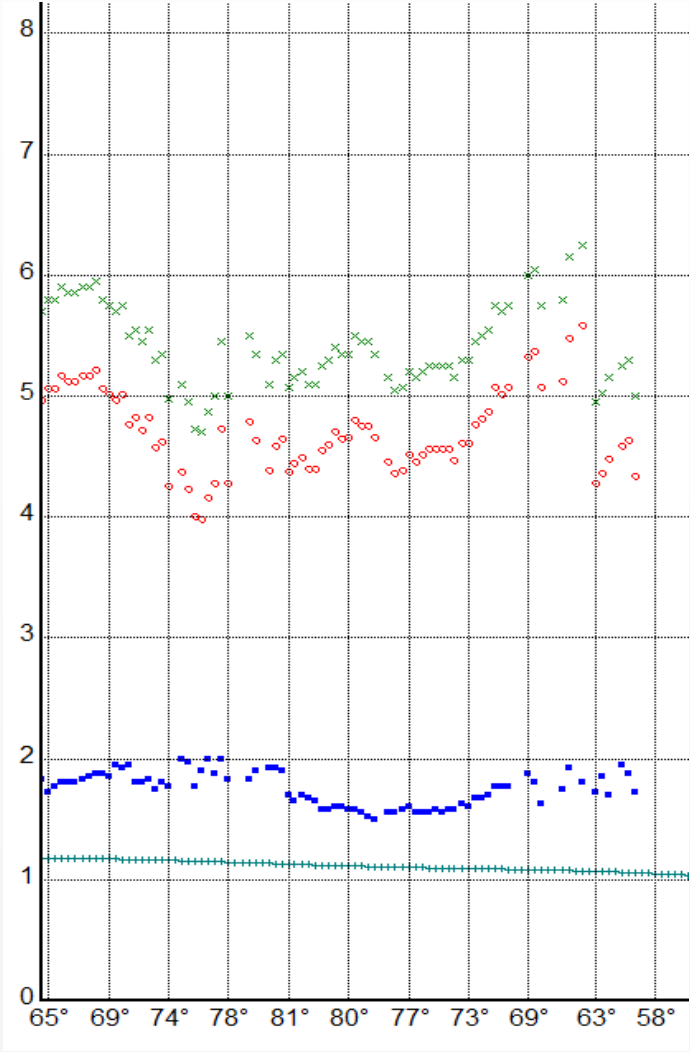




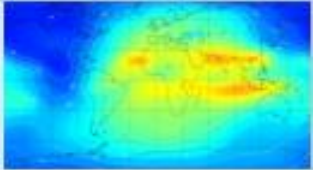
# Распределения плазменных частот вдоль орбиты КА «Ионосфера». Июль



9 июля 2025 1:00



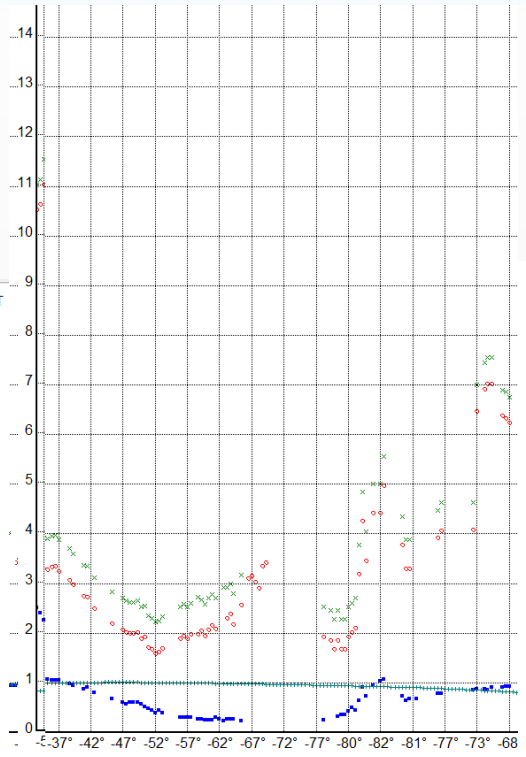
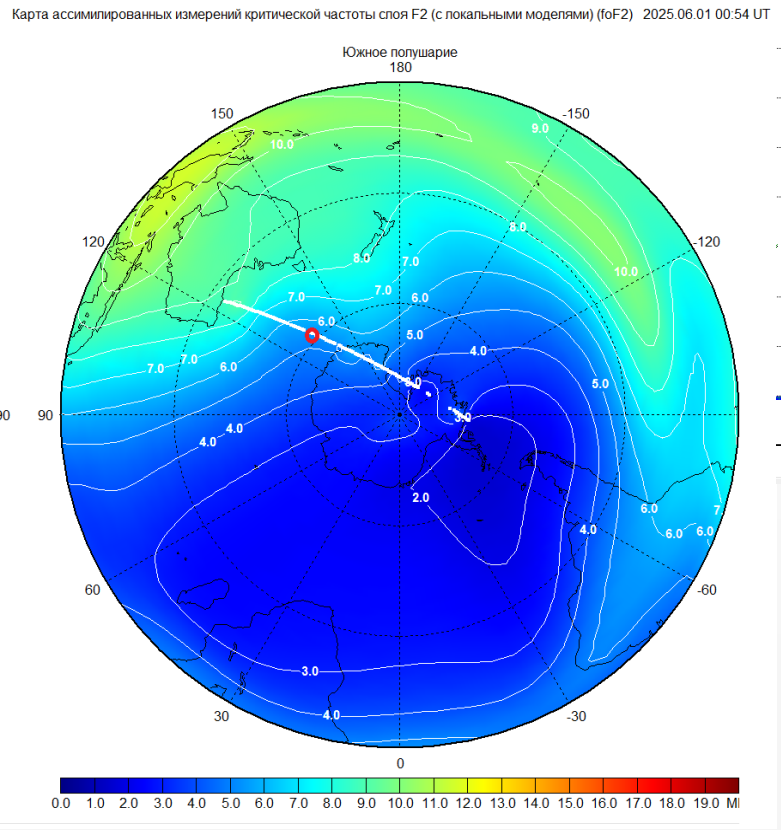
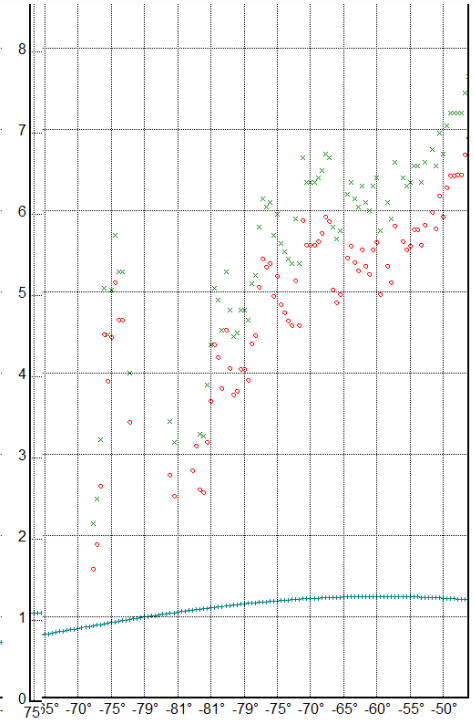




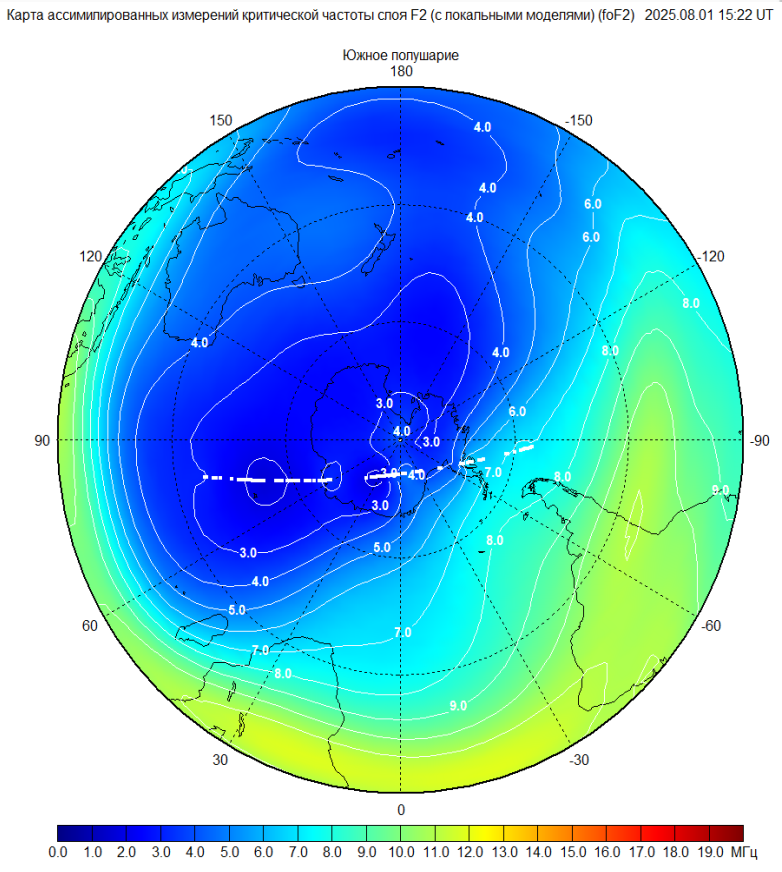
# Распределения плазменных частот вдоль орбиты КА «Ионосфера».

## Антарктика. Июнь

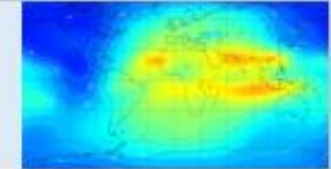
1 июня 2025 г. Южный полюс



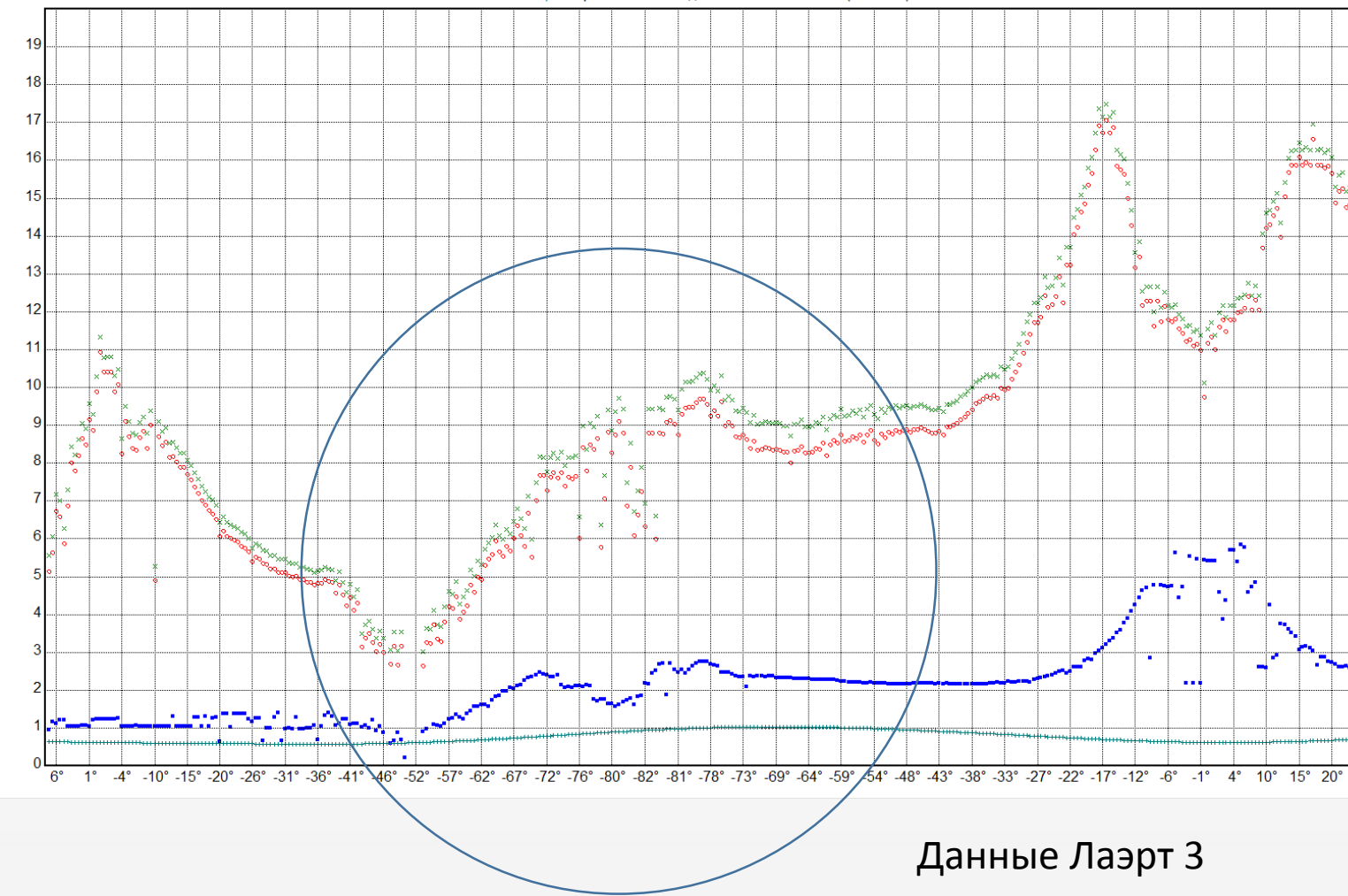
1 августа 2025 г. Южный полюс



# Распределение критических частот вдоль орбиты в южном полушарии. Октябрь 2025

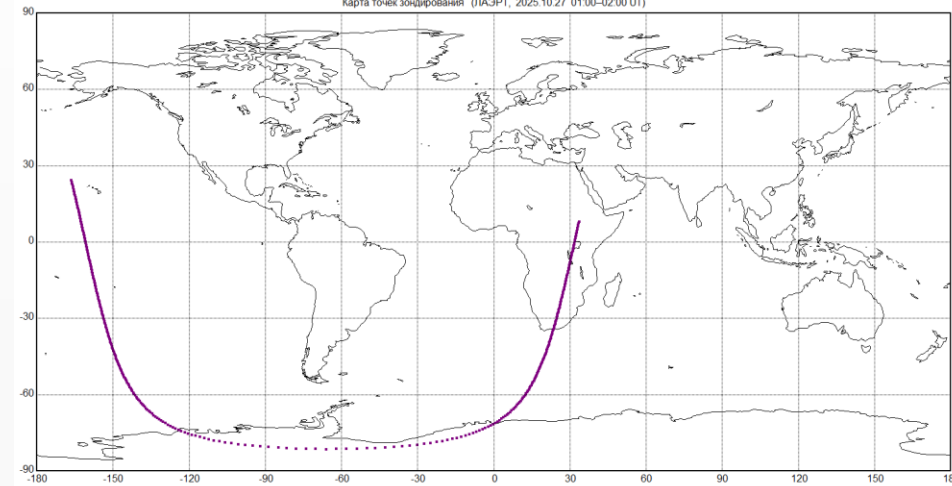


Частоты, измеренные ионозондом ЛАЭРТ 2025.10.27 (01-02UT)

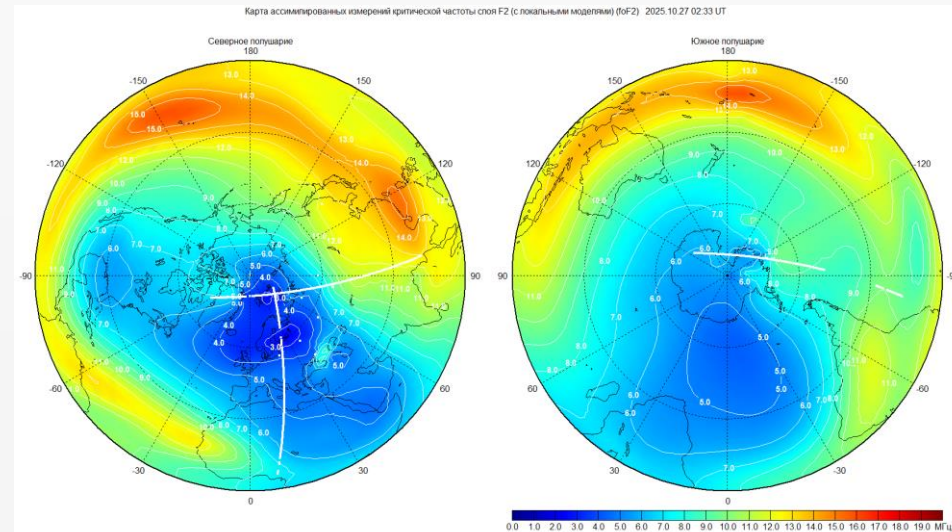


Данные Лаэрт 3

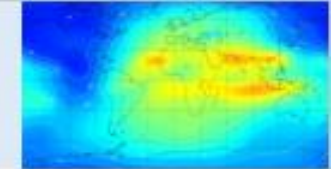
Карта точек зондирования (ЛАЭРТ, 2025.10.27 01:00-02:00 UT)



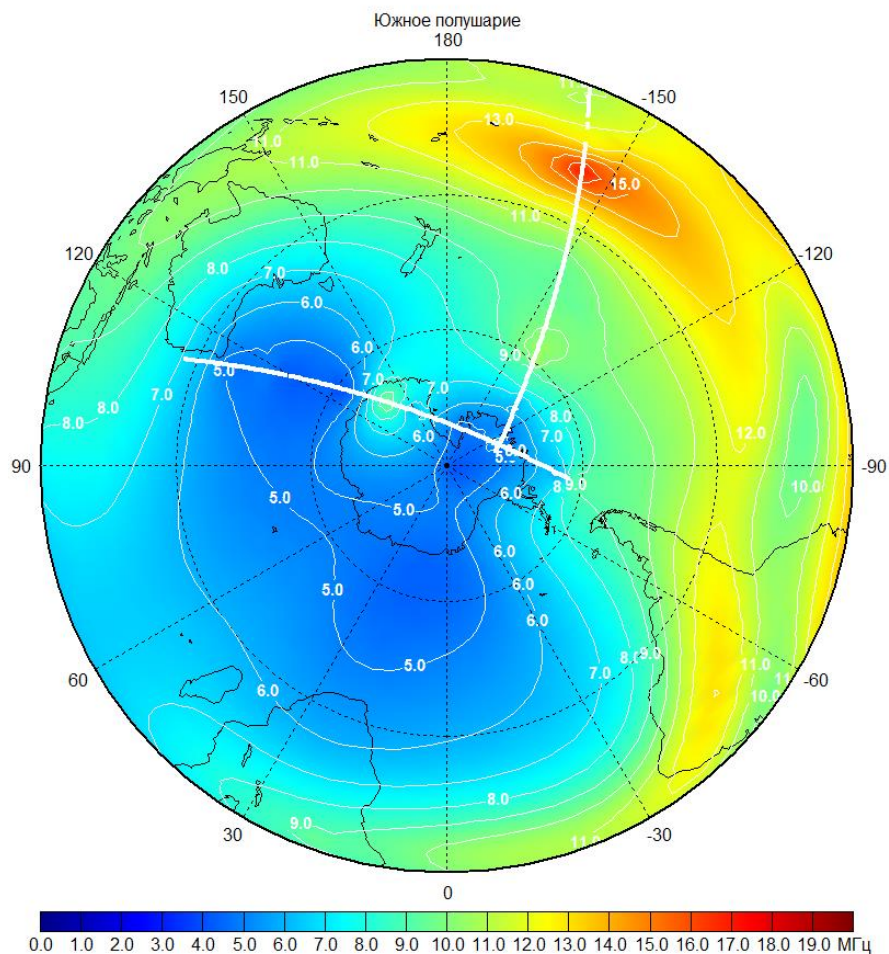
Карта ассимезировань измерений критической частоты слоя F2 (с локальными моделями) (foF2) 2025.10.27 02:33 UT



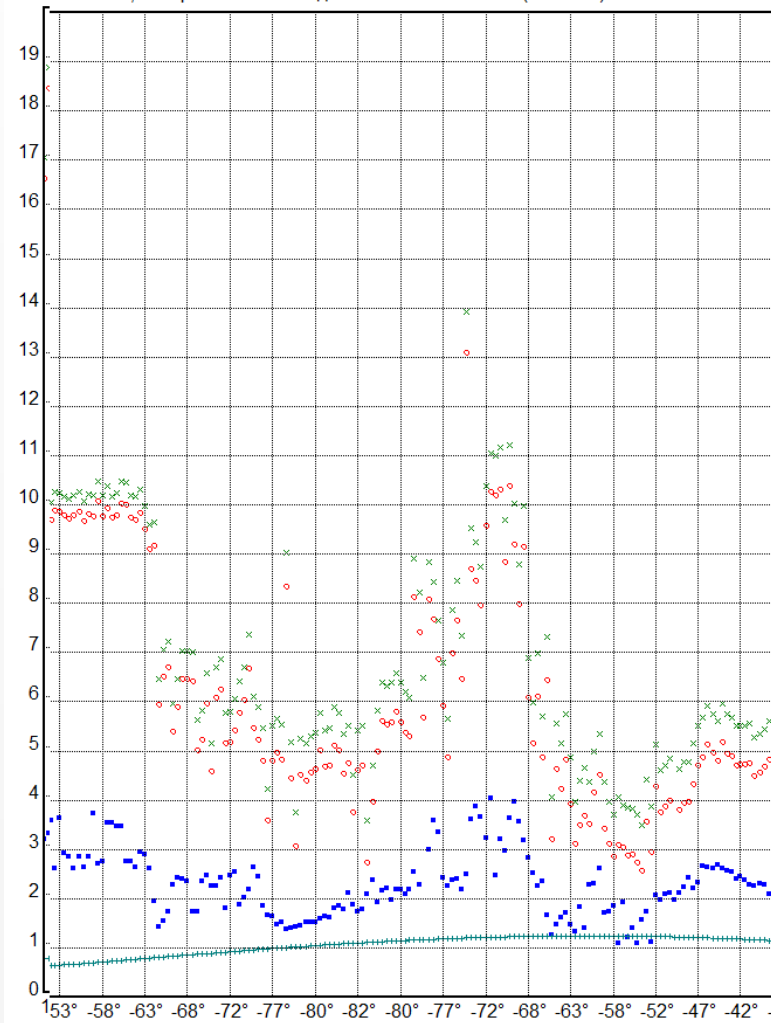
# Распределение критических частот вдоль орбиты в южном полушарии. Ноябрь 2025



Карта ассимилированных измерений критической частоты слоя F2 (с локальными моделями) (foF2) 2025.11.06 01:36 UT

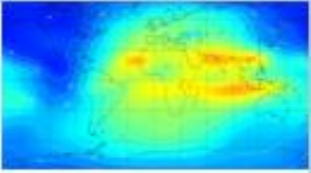


Частоты, измеренные ионозондом ЛАЭРТ 2025.11.06 (01-02UT)





# Выводы



Результаты радиозондирования с КА «Ионосфера –М» № 1, 2, 3, 4 подтверждают наличие ионосферных структур, определенных физическими моделями.

Методы ассимиляции данных в модельные распределения позволяют визуализировать такие ионосферные структуры как языки ионизации.

Полученные результаты демонстрируют существенное несовершенство эмпирических моделей в Арктической зоне и необходимость создания новых моделей в этом регионе.