



Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова
(ФГБУ «ИПГ»)

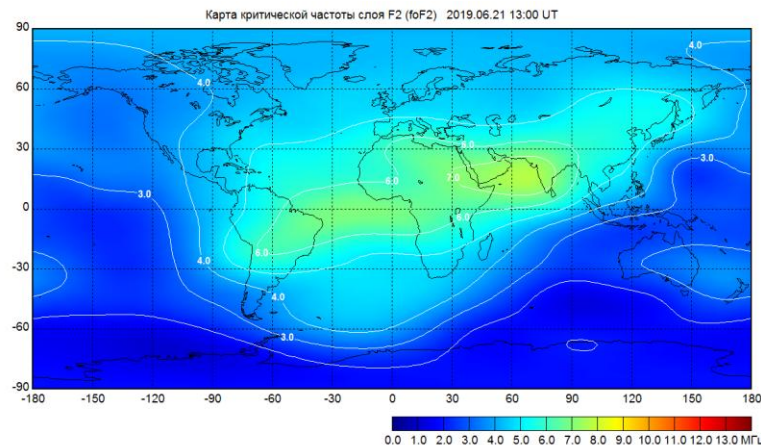


Программно-аппаратное обеспечение для космического и наземного
радиозондирования ионосферы

Романов И.В., Цыбуля К.Г.

2025г.

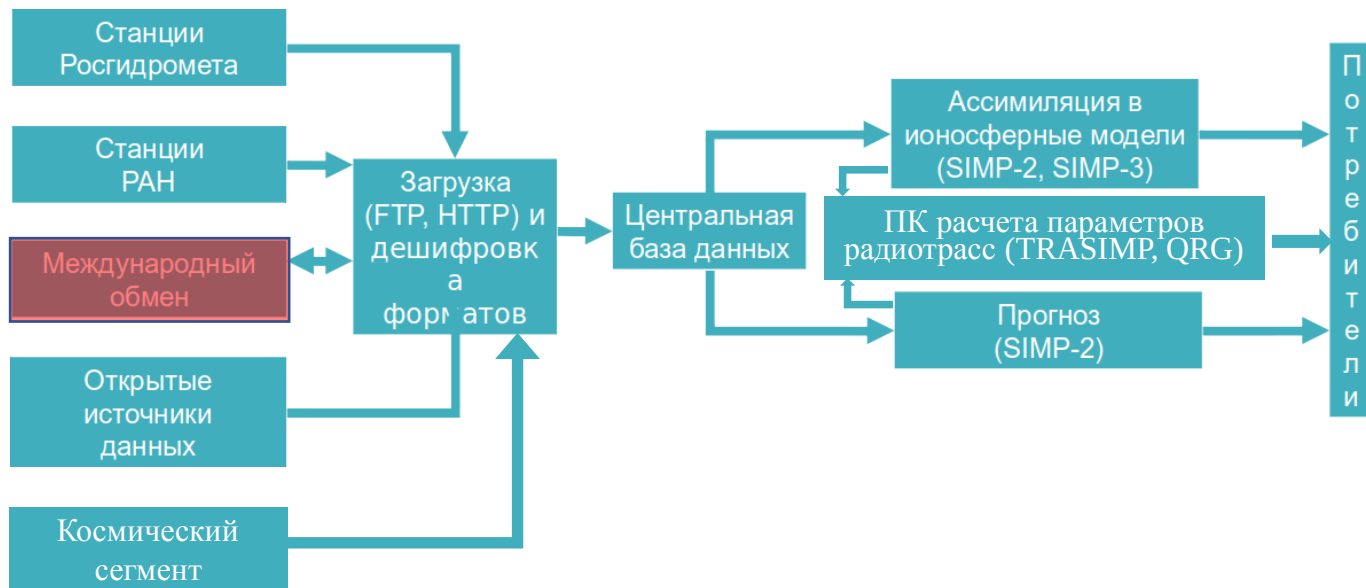
Динамическая модель foF2



- Медиана построена по данным 234 ионозондов за период 1957-2020 гг., а также данным спутников Интеркосмос-19, CHAMP, GRACE, COSMIC
- 8 долготных и 12 широтных гармоник для высокой и низкой солнечной активности
- Учет магнитной активности и специфики полярной области
- Проведено обновление коэффициентов разложения для учета данных последнего десятилетия

В Росгидромете в настоящий момент реализуется система ионосферного мониторинга и прогноза SIMP-3, предназначенная для осуществления мониторинга и краткосрочного (1-24 часа) прогноза глобального состояния ионосферы преимущественно северного полушария. В ней реализована новая система ассимиляции данных для усвоения данных спутникового зондирования. Кроме современной системы ассимиляции данных данная модель является динамической, то есть в отличие от климатических моделей имеет поправку на уровень геомагнитной активности, что существенно повышает ее возможности в возмущенных геофизических условиях.

Общая схема потока данных мониторинга ионосферы



Глобальная сеть сбора ионосферных данных



Мировая сеть наземных ионозондов насчитывает более 105 шт.

Количество ионозондов передающие данные в Росгидромет 18 шт.

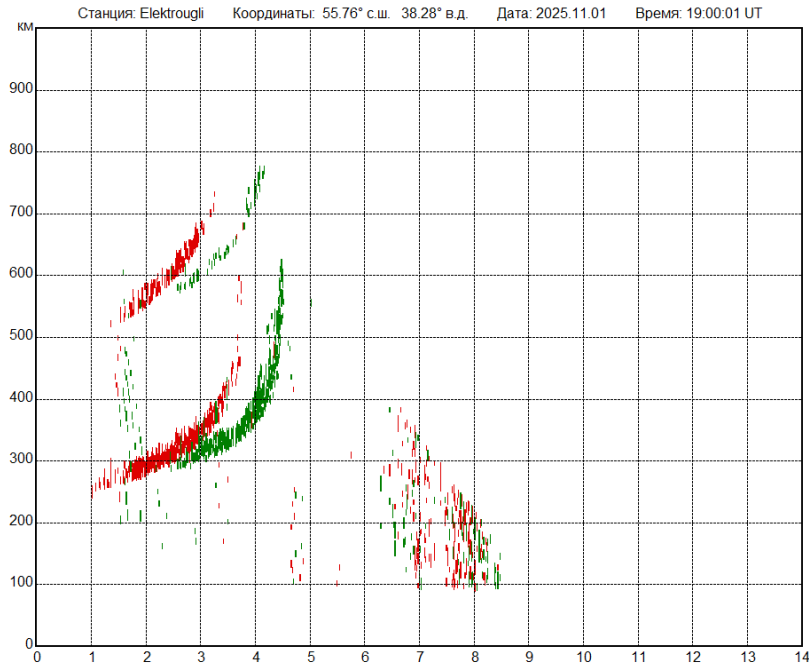




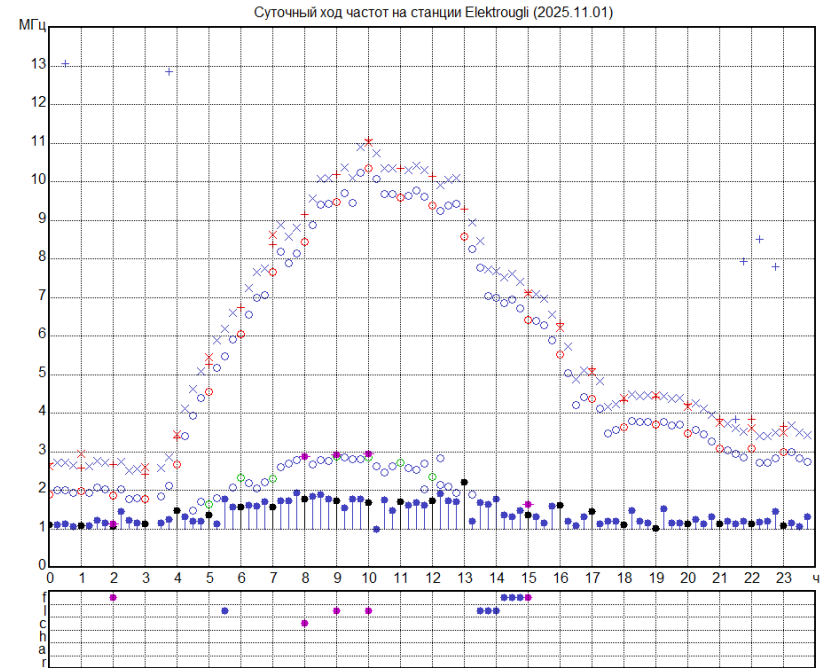
Ионозонд Парус-А



Излучающая антенна



Ионограмма Парус-А



Суточный ход критических частот

Объём полученных ионограмм наземной ионосферной наблюдательной сети

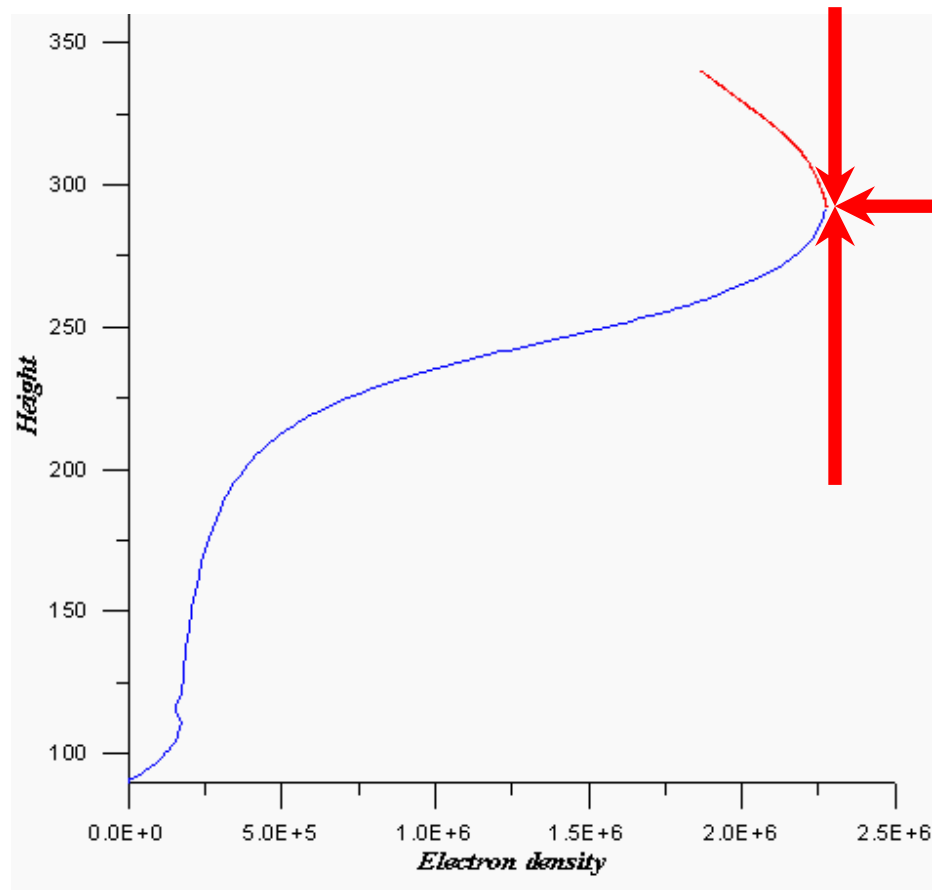


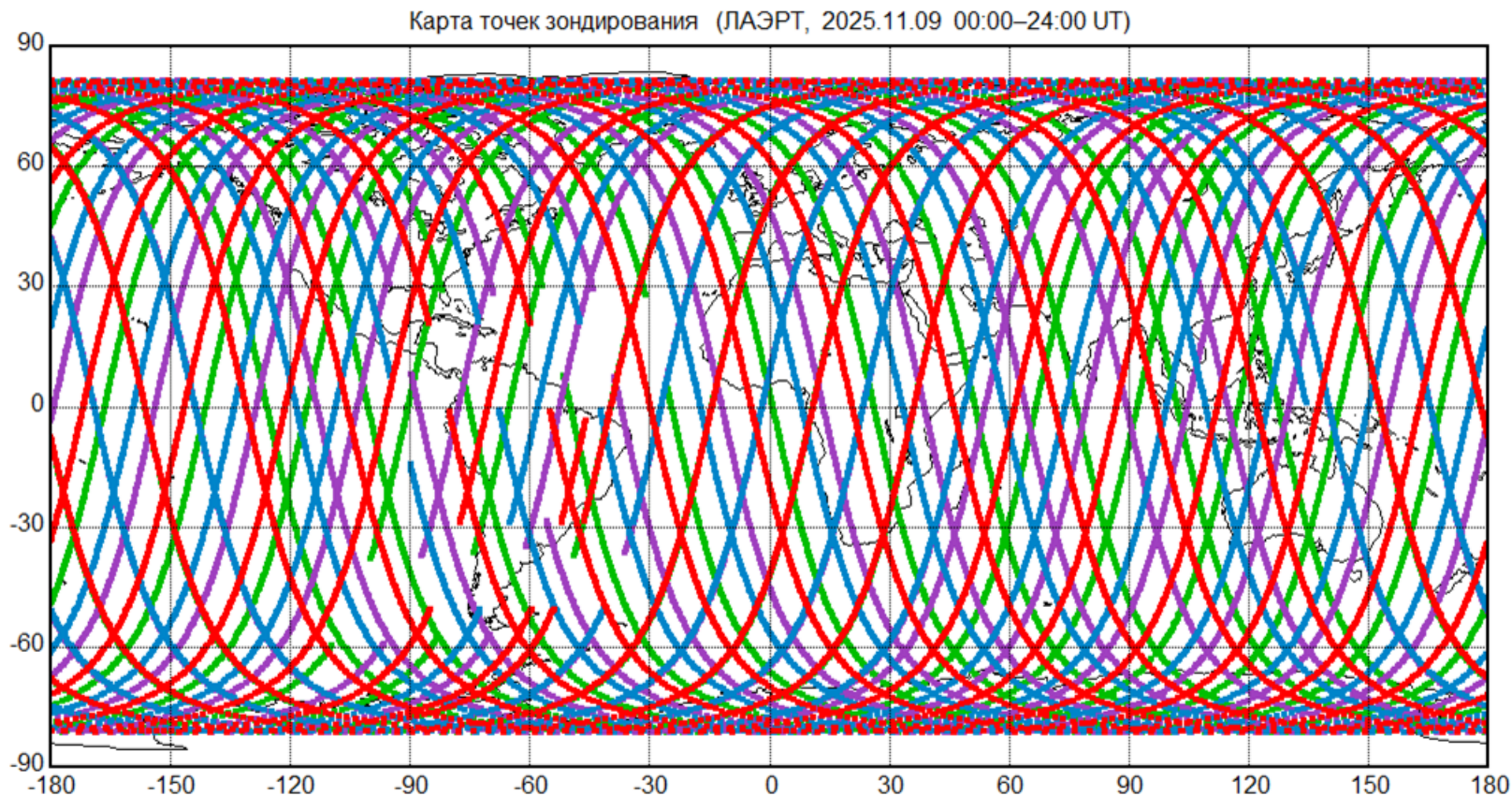
Всего: 33 970 000 ионограмм из них от ионозондов «Парус-А»: 3 707 000 шт.





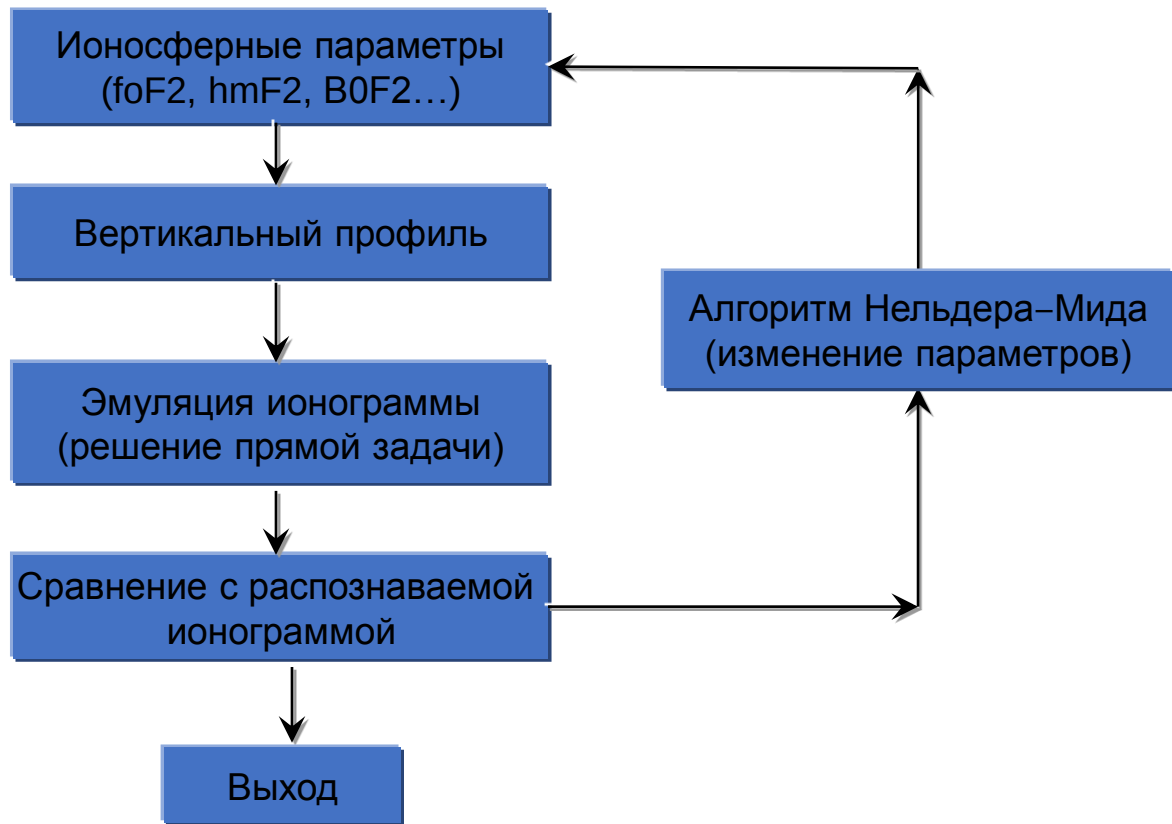
С точки зрения
определения критической
частоты космическое и
наземное зондирование
эквивалентны.







Параметры ограничиваются моделью.
Для профиля используются интерполяционные кубические полиномы Эрмита.



Объём полученных ионограмм ионозонда ЛАЭРТ



2 300 000 ионограмм на сентябрь 2025 г.



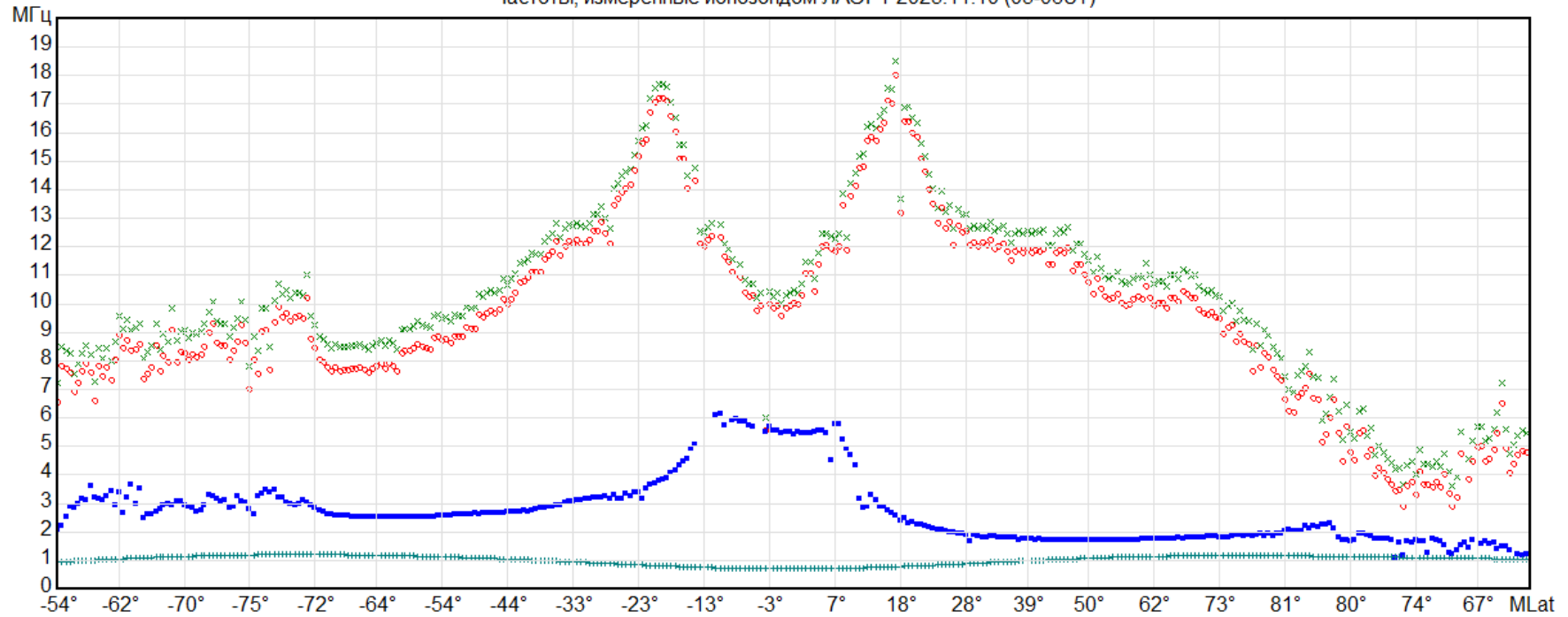


- 4 спутника
- 1 ионограмма каждые 10 с
- 2.5 с на обработку ионограммы
- Серверная платформа
- 4 процессора по 24 ядра
- Тактовая частота 2.40 ГГц

Автоматическое определение частот (f_{ps} , f_oF2 , f_xF2)



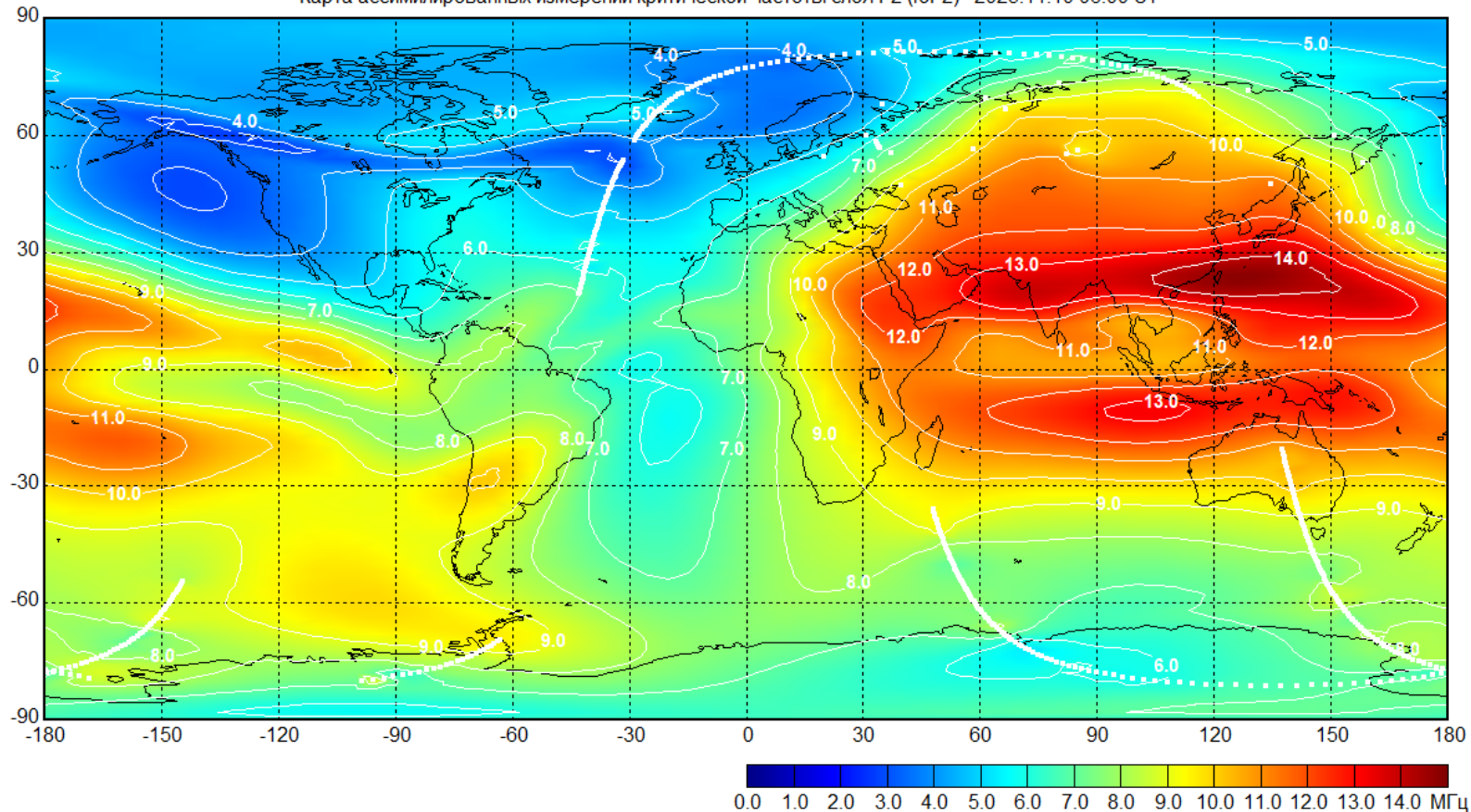
Частоты, измеренные ионозондом ЛАЭРТ 2025.11.10 (05-06UT)



Модель SIMP с ассимиляцией



Карта ассимилированных измерений критической частоты слоя F2 (foF2) 2025.11.10 06:00 UT





Космические и наземные средства мониторинга ионосферы Земли предоставляют инструменты для точного определения и прогнозирования параметров ионосферной плазмы, что критически важно для обеспечения потребителей ионосферной информации.

В условиях прекращения поступления ионосферной информации из-за рубежа, для обеспечения точного прогноза параметров в ионосферной модели особенно в труднодоступных регионах России и за её границами необходимо поддержание и развитие наземных и космических средств измерений.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

**Институт прикладной геофизики имени
академика Е.К. Федорова (ФГБУ "ИПГ")**

129128, г. Москва, ул. Ростокинская, д. 9

тел./факс 7(499)187-81-86

<http://ipg.geospace.ru> <http://space-weather.ru>

<http://meteorf.ru/about/structure/niu/347/>