

Региональная адаптация модели NeQuick2 по данным ГНСС зондирования

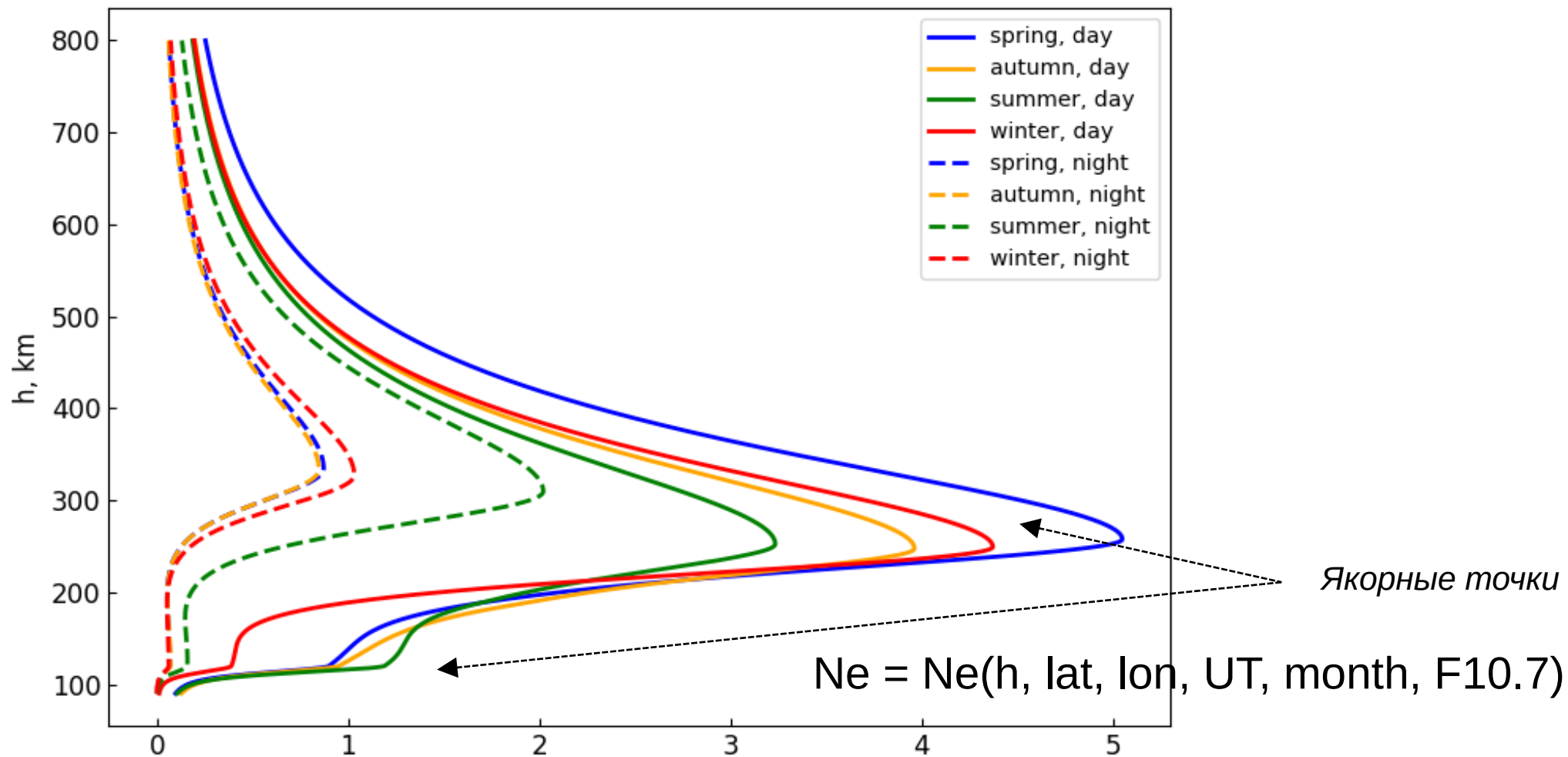
Павлов И. А.^{1,2,3}, Падохин А.М.^{1,2,3}

¹Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН (ИЗМИРАН), Москва, Россия

²Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия

³Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

Модель NeQuick2



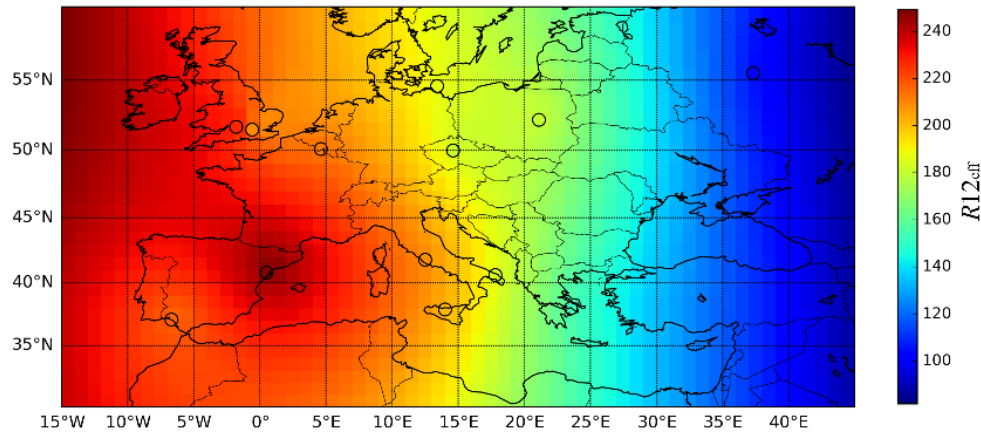
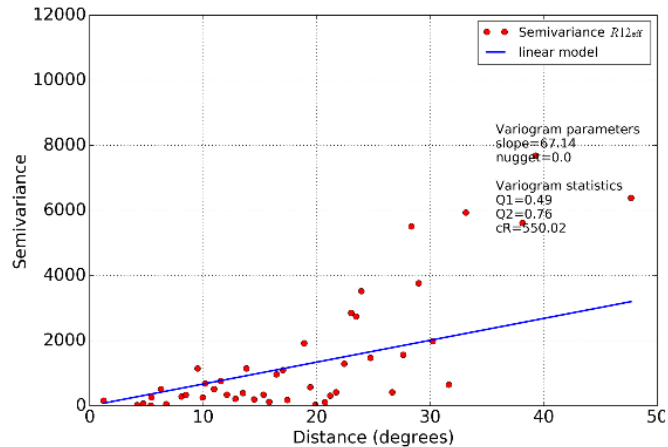
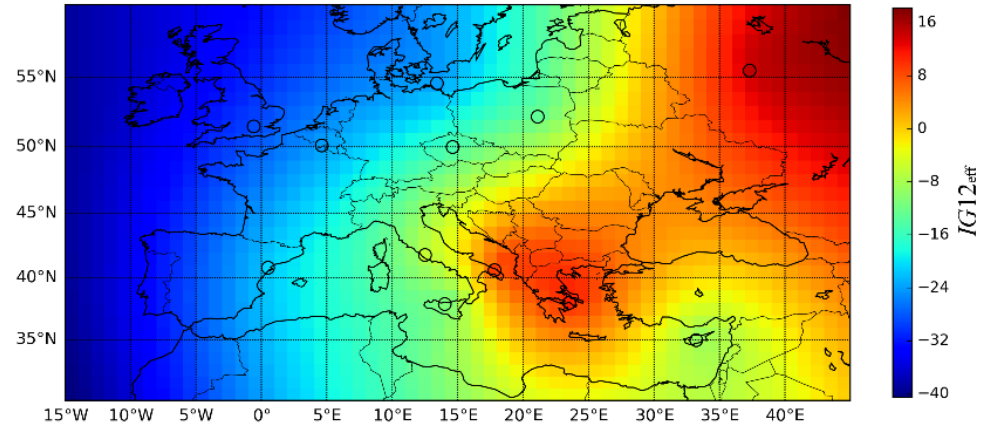
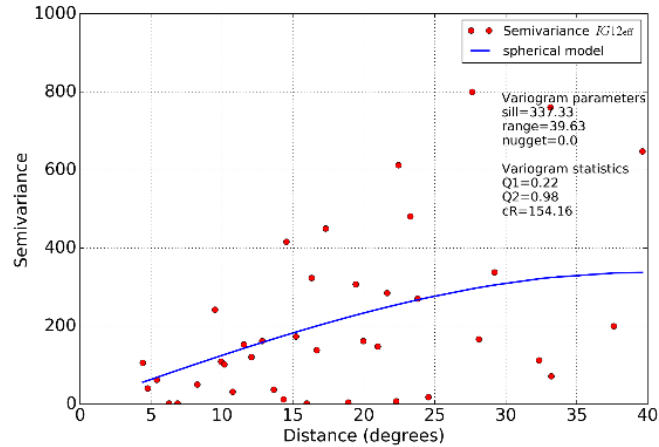
IRI-UP – IRI update

1. Используются данные ионозондов — foF2 и M(3000)F2
2. Находятся эффективные значения управляющих индексов IG12, R12, минимизацией отклонения модели от данных
3. Получение пространственного распределения эффективных значений индексов интерполяцией универсальным кригингом
4. В исходную модель подаются обновленные индексы для получения обновленных значений выбранных ионосферных характеристик.

$$\Delta (IG_{12}) = (foF2_{data} - foF2_{model}(IG_{12}))^2$$

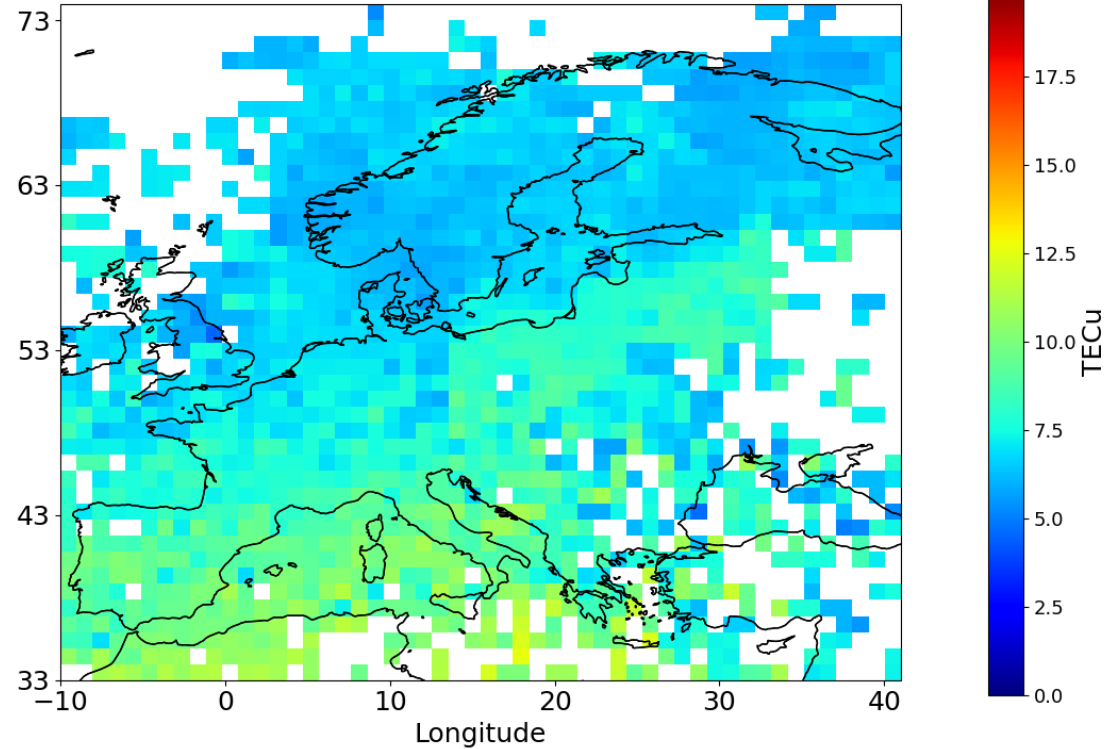
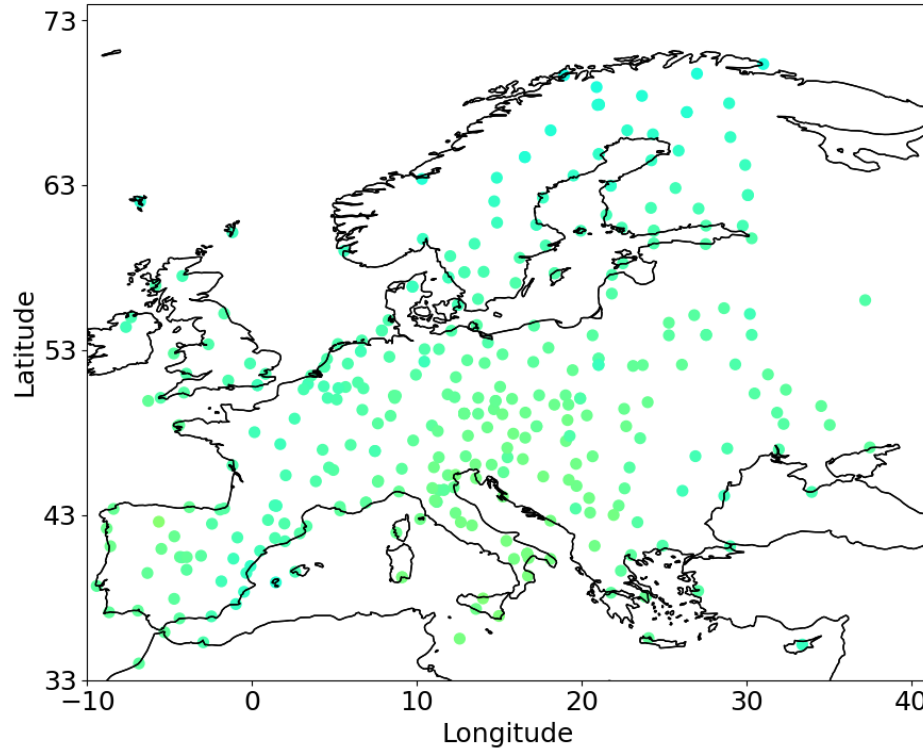
$$\Delta (R_{12}) = (M(3000)F2_{data} - M(3000)F2_{model}(R_{12}))^2$$

Выбор модели вариограммы



Оценка $vTEC$

2018-09-07 12:00:00

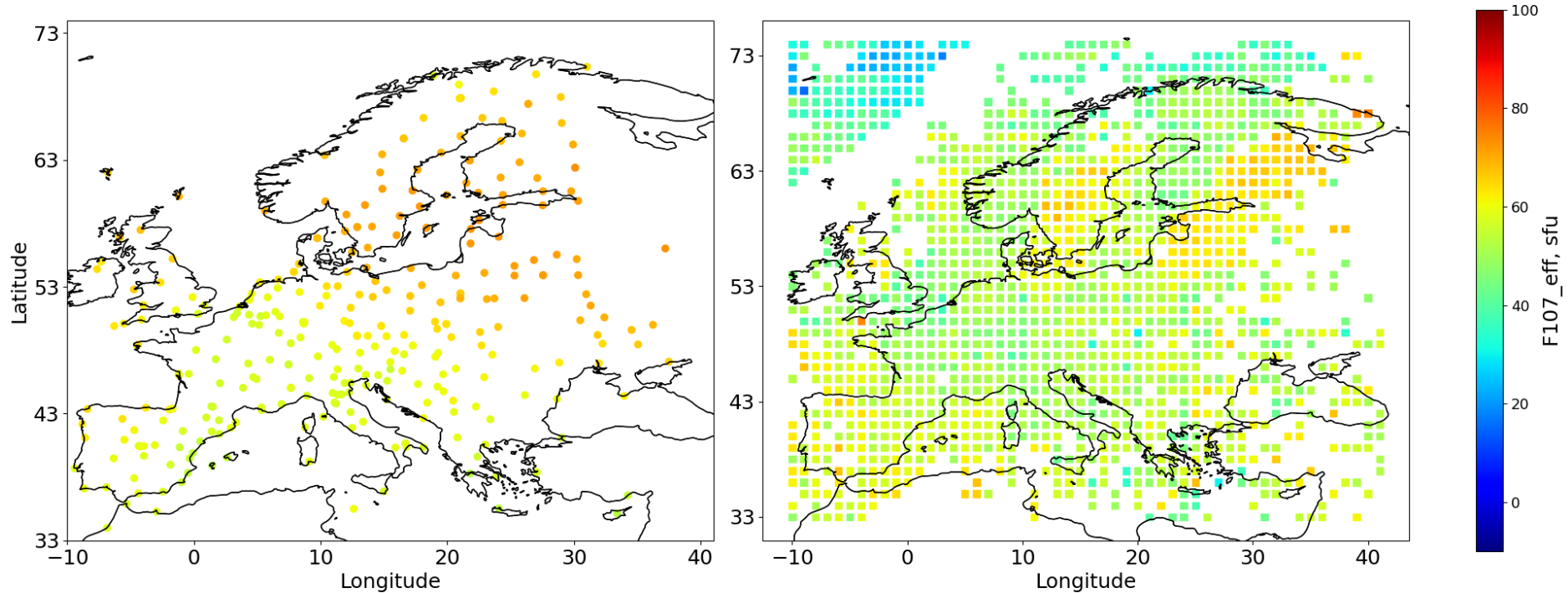


MIT Haystack Observatory. Madrigal database.
<http://millstonehill.haystack.mit.edu/>

<https://www.epncb.oma.be/>
Chen C. et al. Galileo and BeiDou AltBOC Signals and
Their Perspectives for Ionospheric TEC Studies //Sensors. – 2024

Переход к эффективному F107

2018-01-06 12:00:00



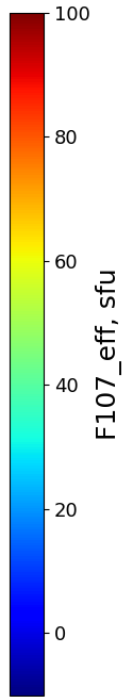
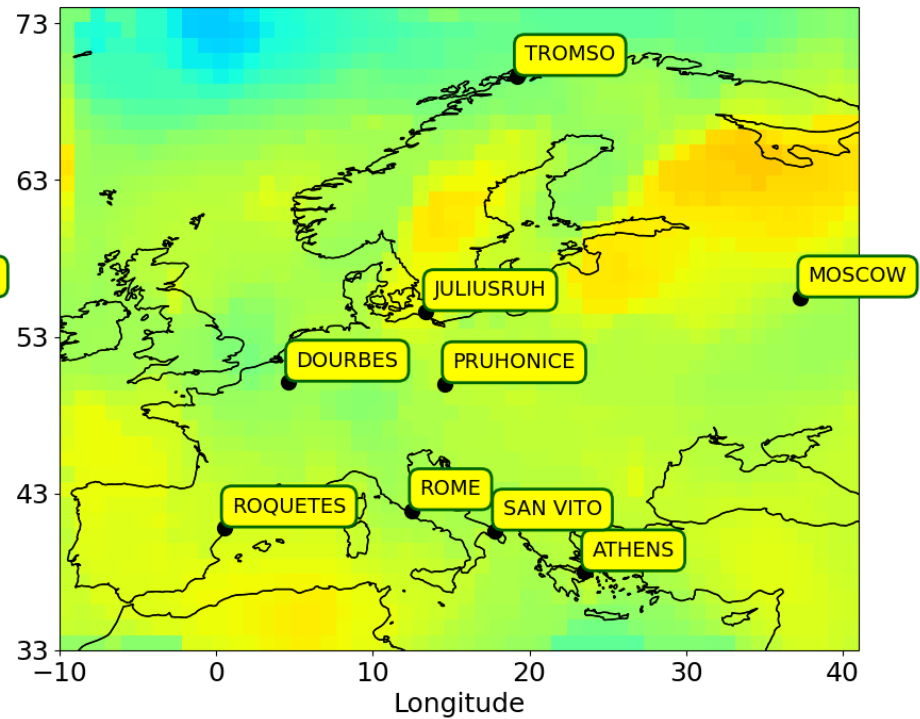
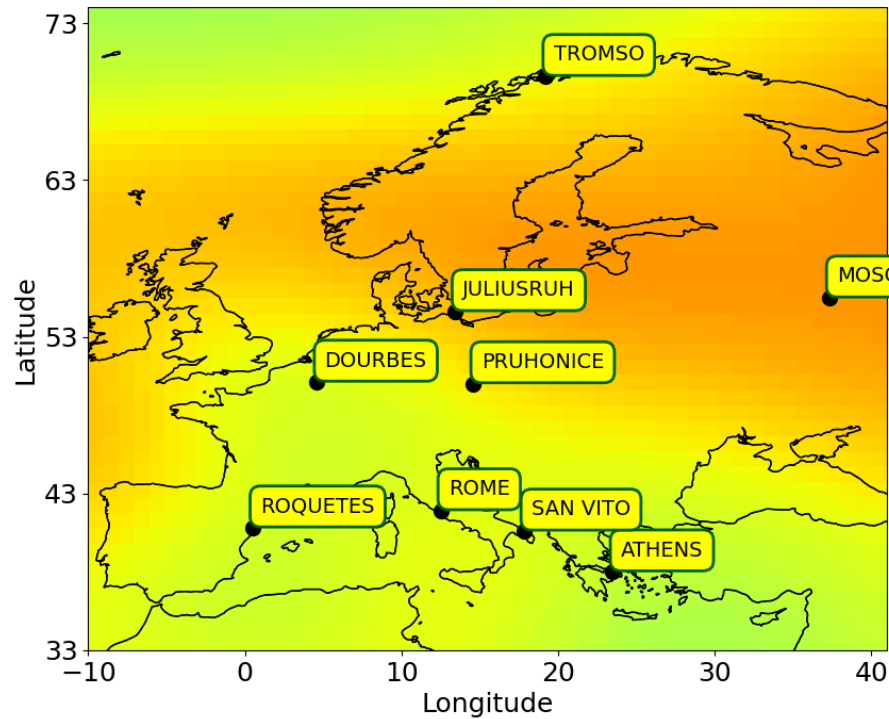
$$\min_{F\ 10.7} \|TEC_{data}(t) - TEC_{model}(t, F\ 10.7)\|^2$$

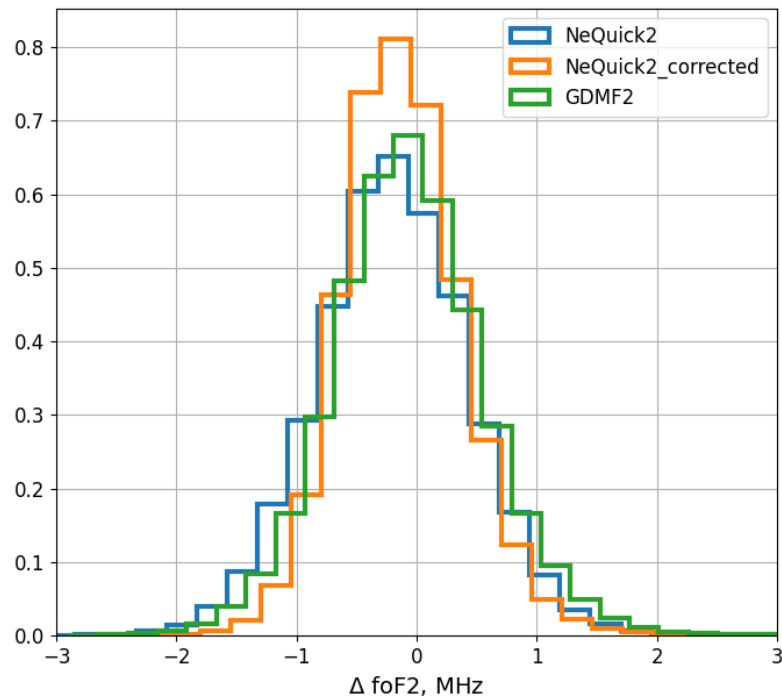
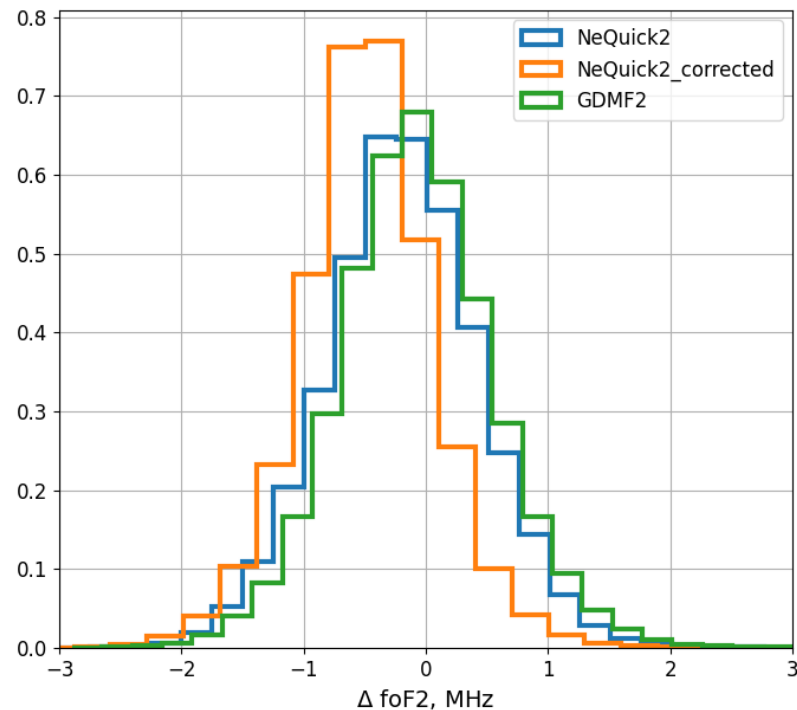
Карты эффективного F107

F107_eff(vTEC)

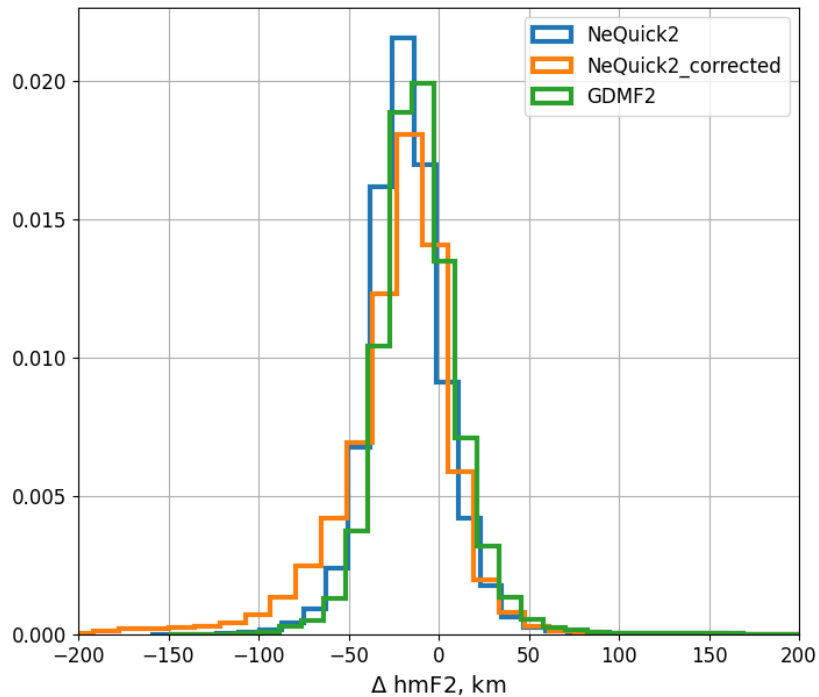
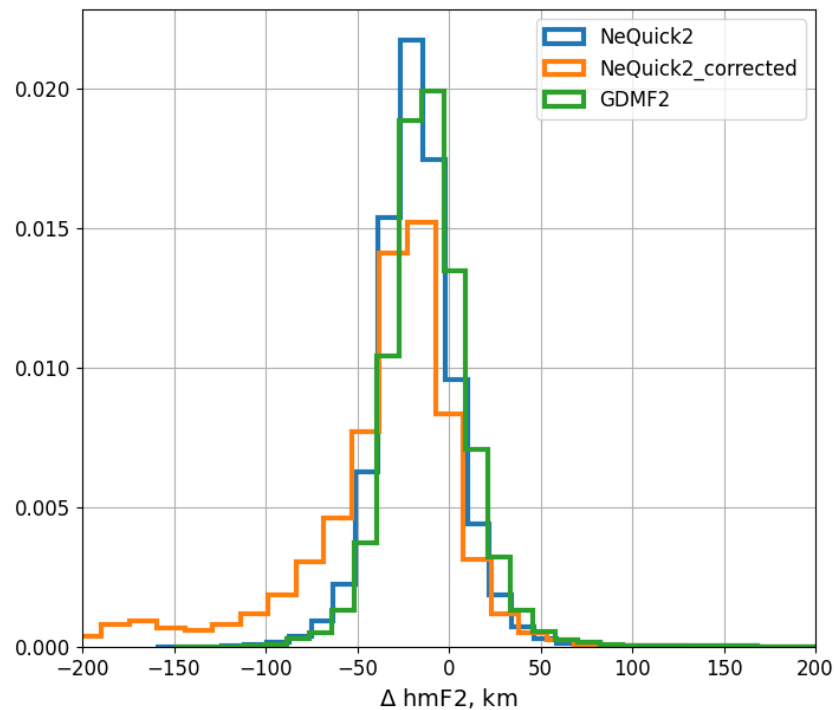
2018-01-06 12:00:00

F107_eff(Madrigal)



Madrigal, foF2**vTEC, foF2**

mad	NeQuick2	GDMF2	NeQuick2_cor (vTEC)	NeQuick2_cor (Madrigal)
MEAN, MHz	-0.19	-0.06	-0.48	-0.12
STD, MHz	0.64	0.64	0.56	0.51
MAE, MHz	0.52	0.50	0.59	0.41
RMSE, MHz	0.67	0.65	0.74	0.52

Madrigal, hmF2**vTEC, hmF2**

	NeQuick2	GDMF2	NeQuick2_cor (vTEC)	NeQuick2_cor (Madrigal)
MEAN, km	-16.69	-10.30	-35.74	-22.57
STD, km	23.79	24.62	45.40	34.18
MAE, km	22.81	20.02	40.73	28.87
RMSE, km	29.06	26.69	57.77	40.96

Одноточечная коррекция

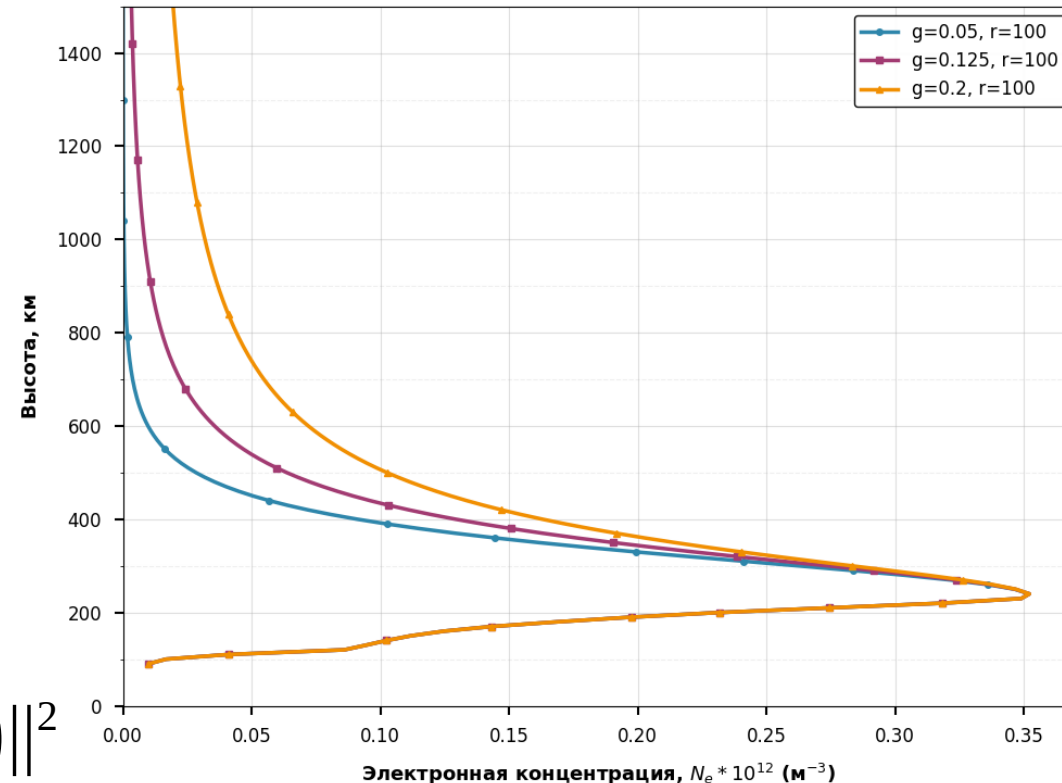
JULIUSRUH, 2018-03-20 13:00:00 UT

$$N_e(h) = \frac{4 NmF^2}{[1 + \exp(z)]^2} \exp(z)$$

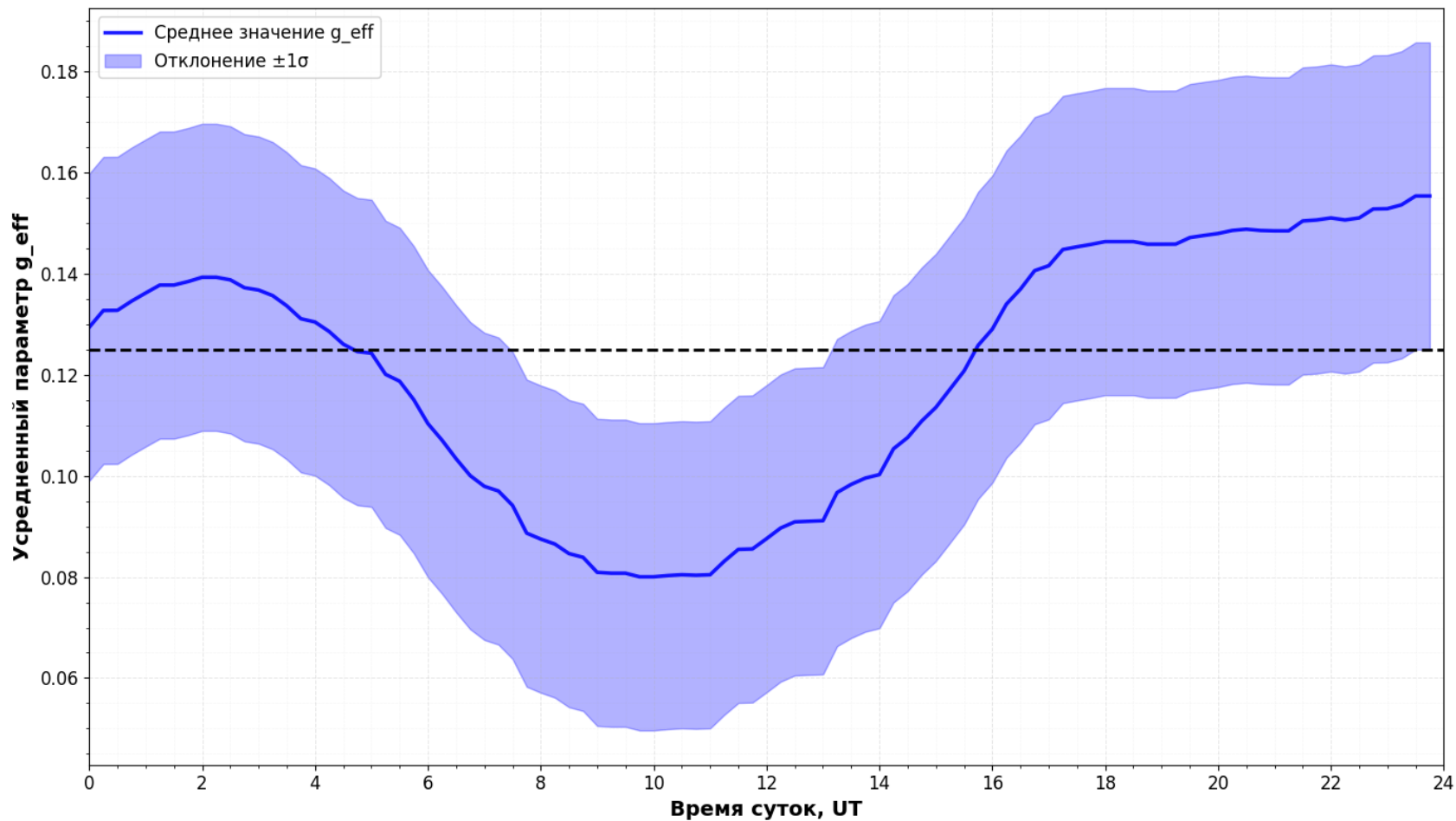
$$z = \frac{h - hmF^2}{H}$$

$$H = H_0 \left[1 + \frac{rg(h - hmF^2)}{rH_0 + g(h - hmF^2)} \right]$$

$$\min_{r, g} \| TEC_{data}(t) - TEC_{model}(t, r, g) \|^2$$

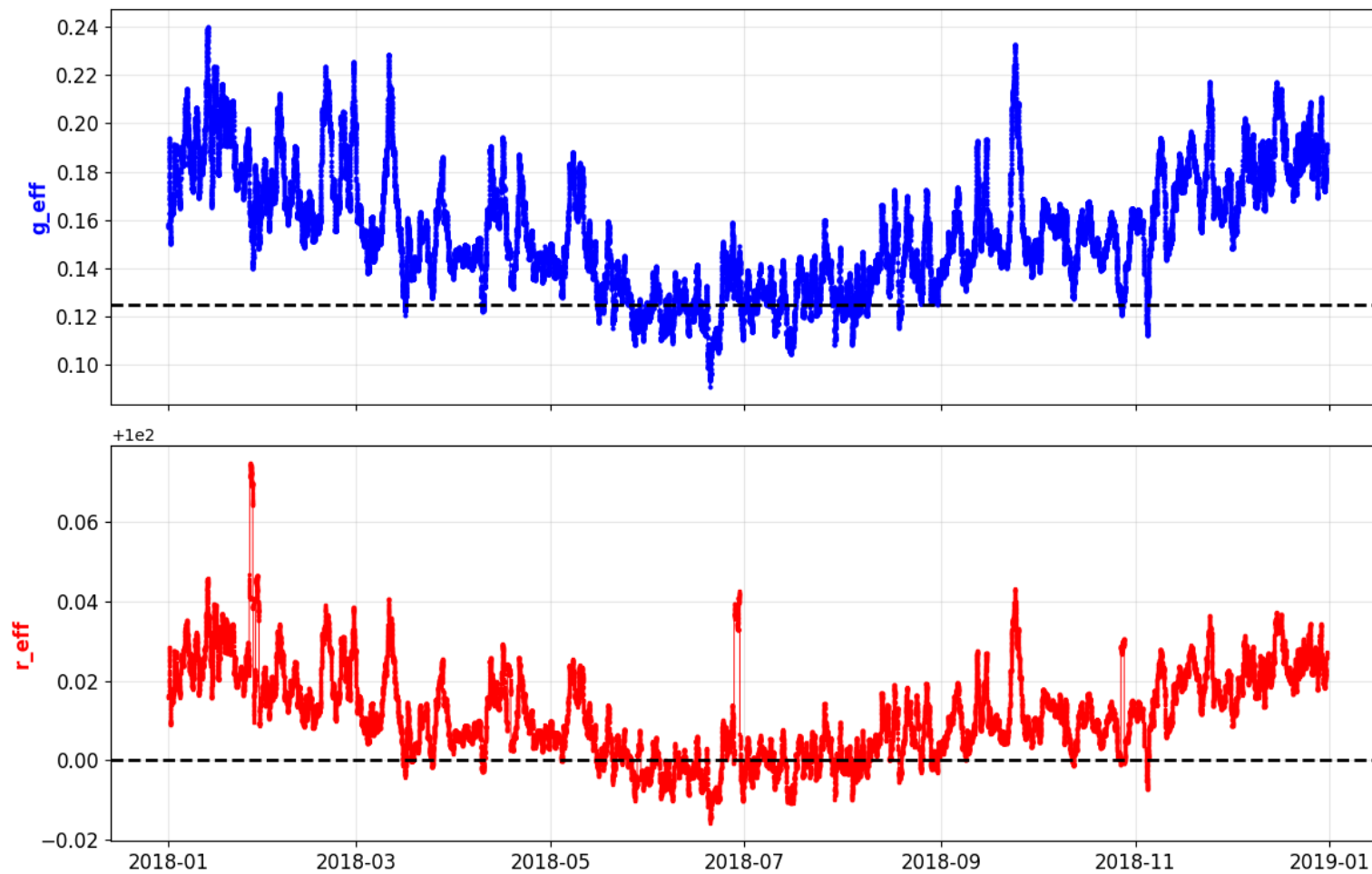


Суточный ход g_{eff}



Сезонный ход g_{eff} и r_{eff}

JULIUSRUH



Выводы

- Изначальный однопараметрический метод коррекции незначительно улучшает модельные значения f_oF2 , одновременно ухудшая модельные значения h_mF2
- Параметры r и g в модели имеют существенные суточные и сезонные вариации
- Необходима независимая параметризация параметров r и g по параметру $F10.7$