

Региональная адаптация модели NeQuick2 по данным ГНСС зондирования

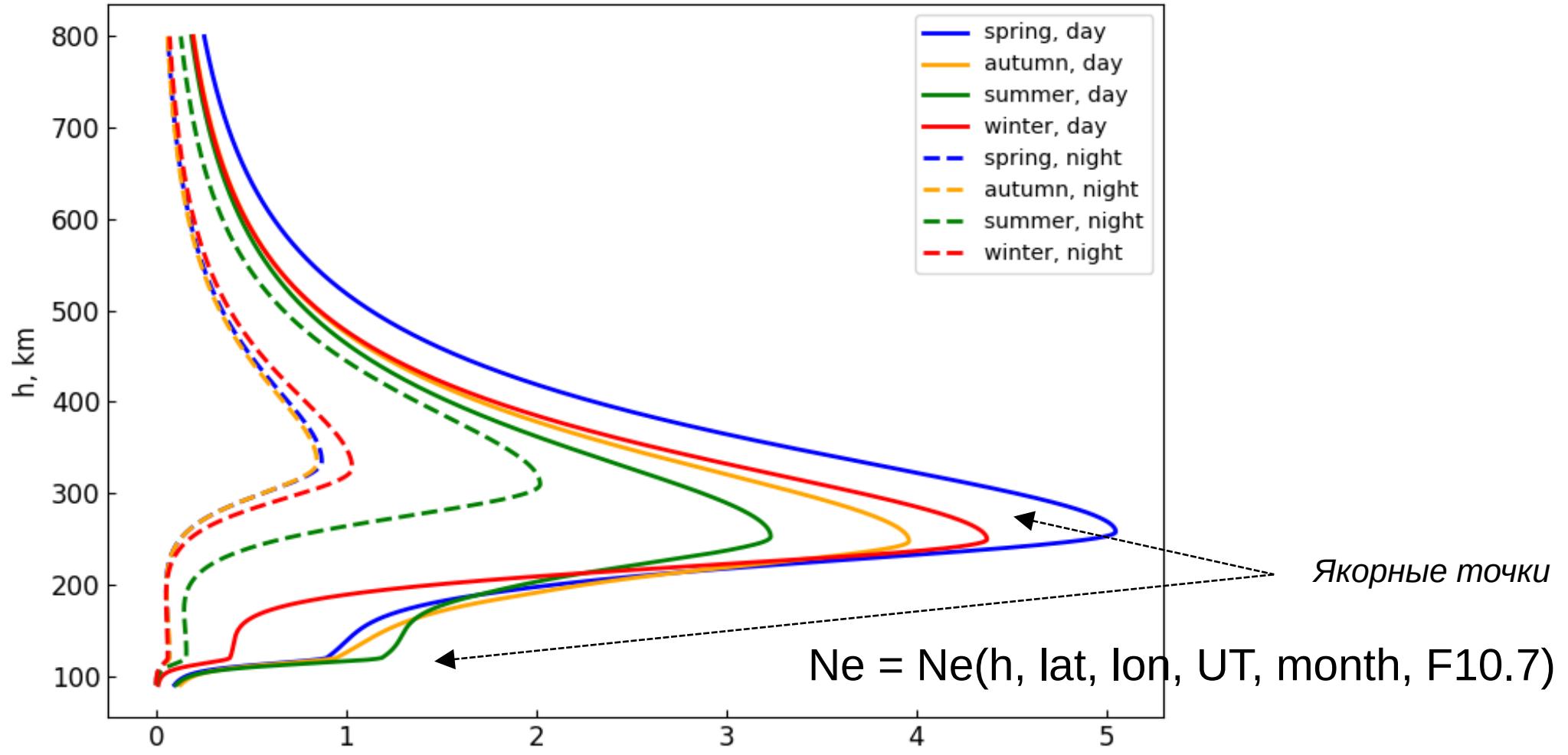
Павлов И. А.^{1,2,3}, Падохин А.М.^{1,2,3}

**¹Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В.
Пушкина 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



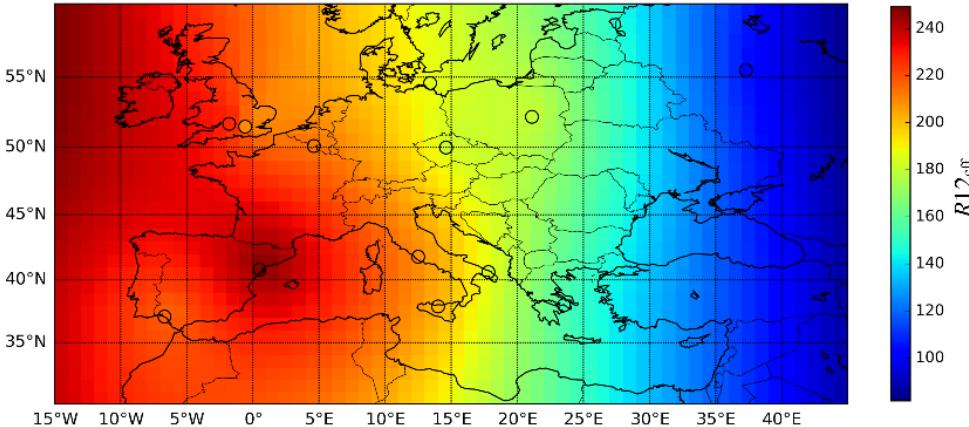
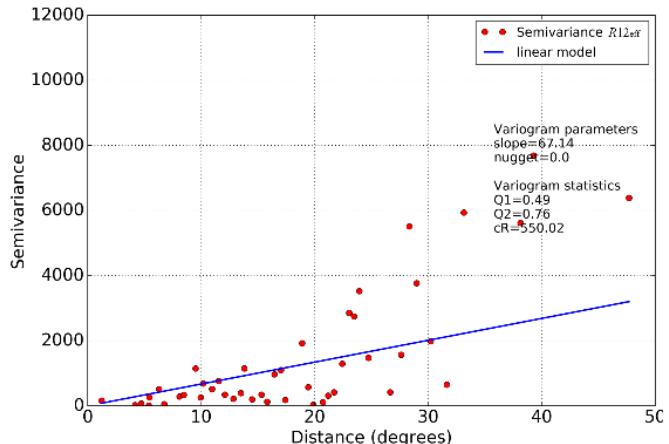
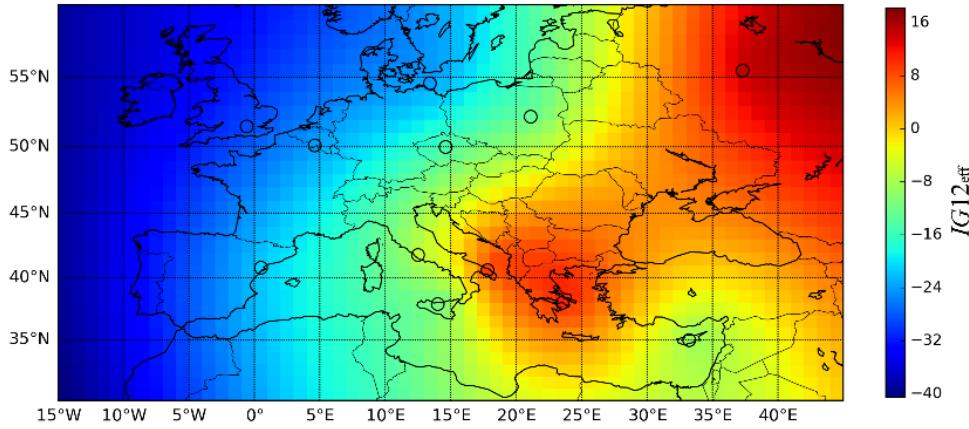
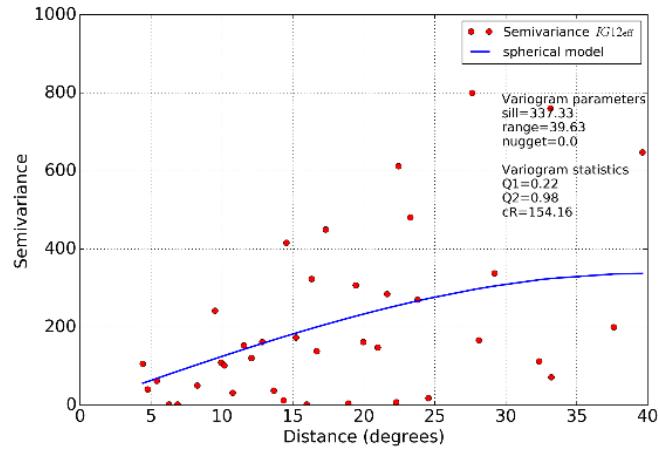
IRI-UP – IRI update

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.

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

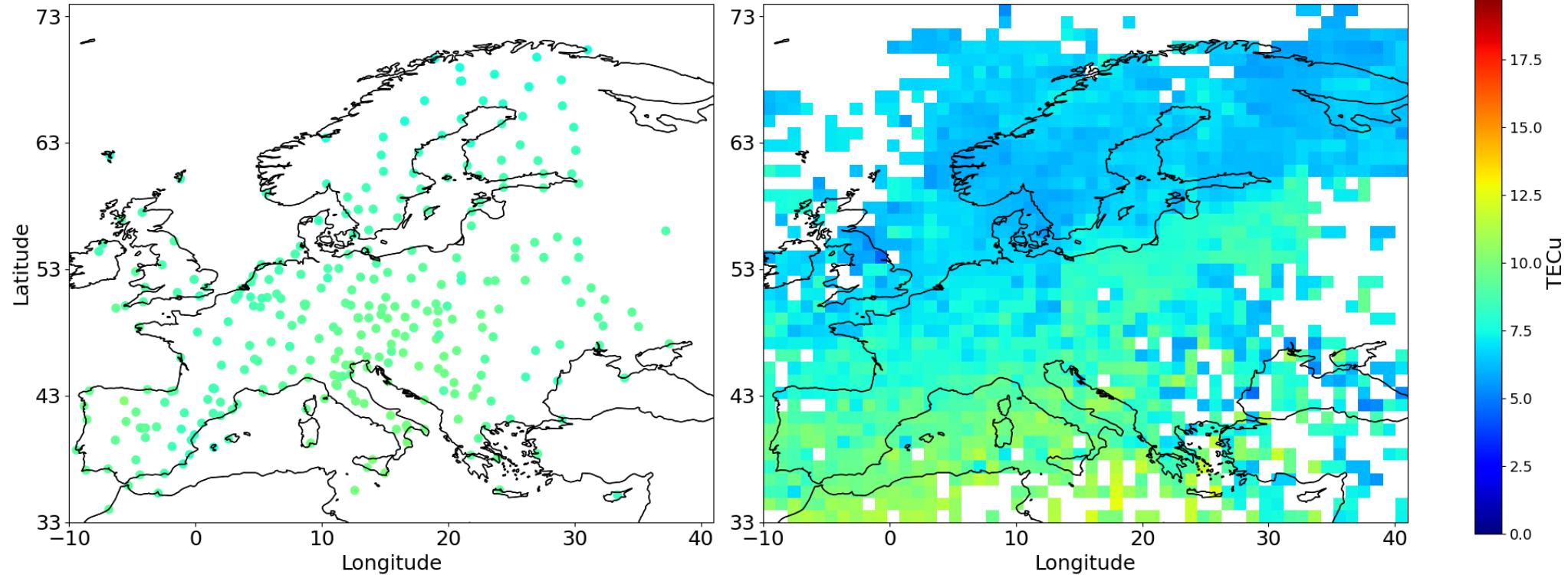
$$\Delta(R_{12}) = (M(3000)F2_{data} - M(3000)F2_{model}(R_{12}))^2$$

Выбор модели вариограммы



Оценка vTEC

2018-09-07 12:00:00



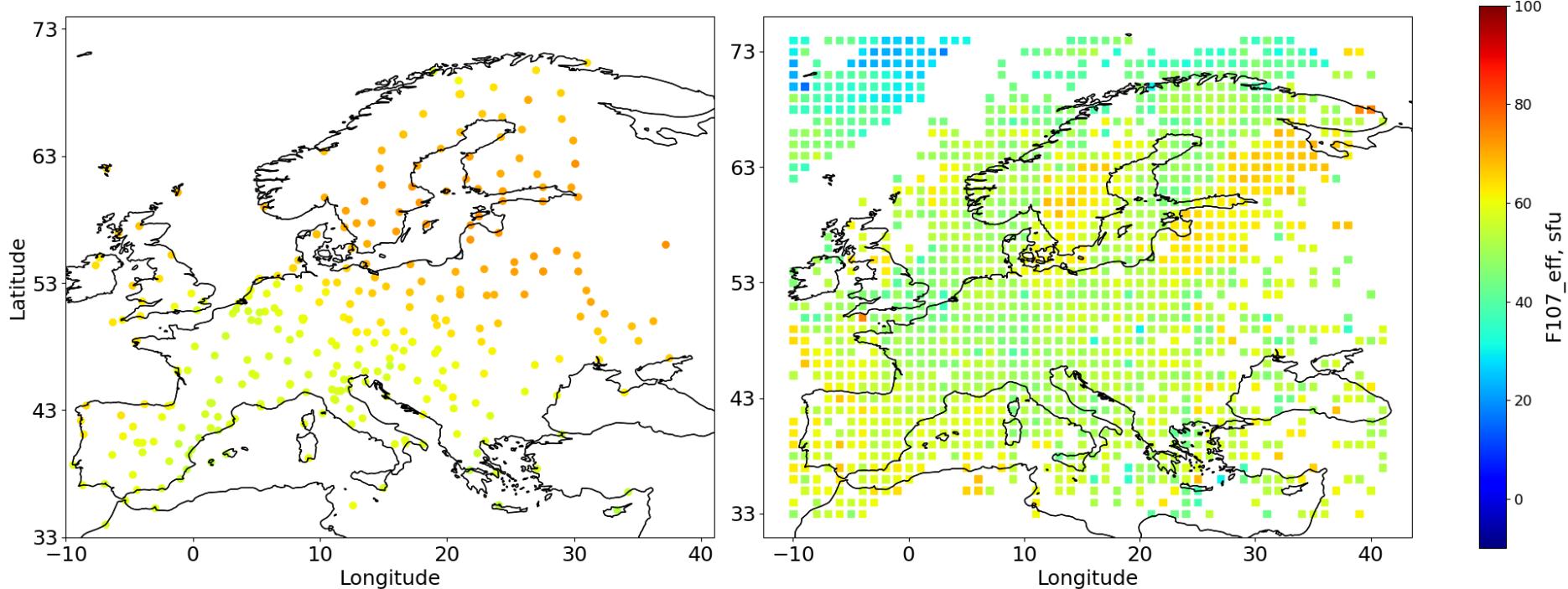
<https://www.epncb.oma.be/>

Chen C. et al. Galileo and BeiDou AltBOC Signals and
Their Perspectives for Ionospheric TEC Studies //Sensors. – 2024

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

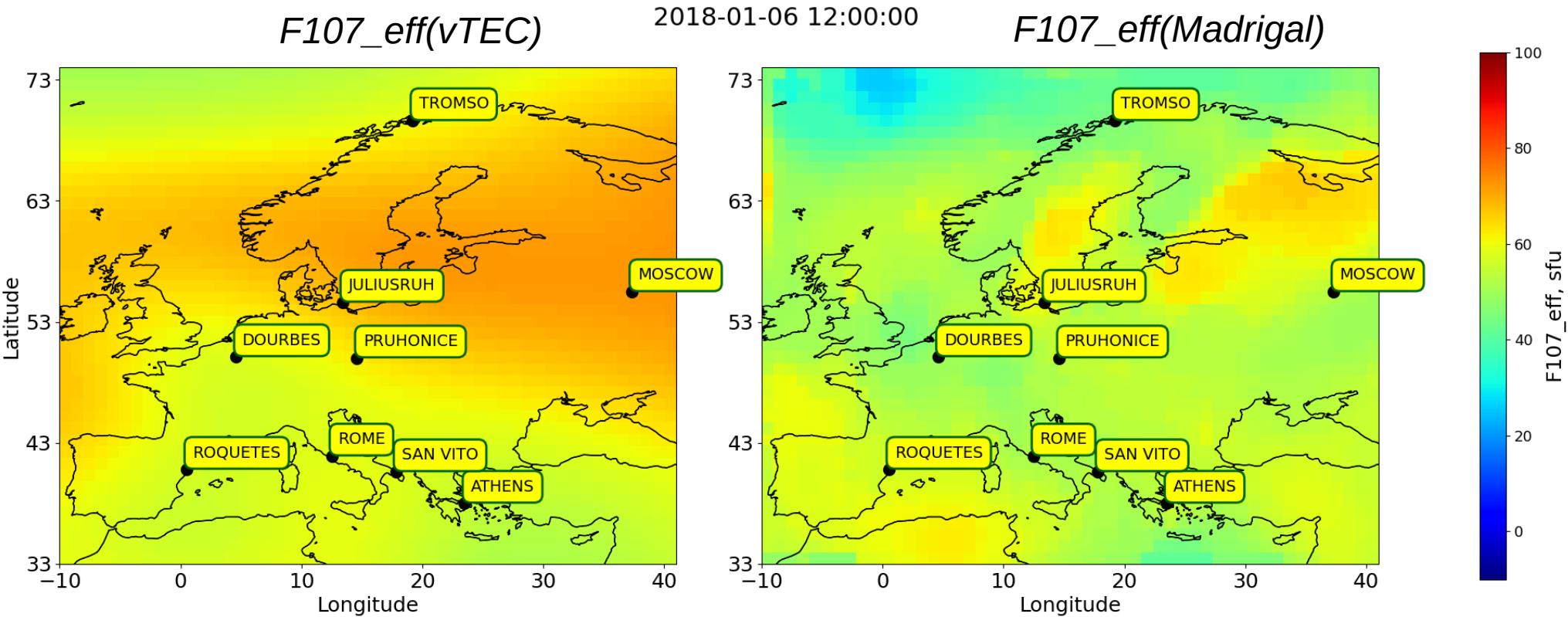
Переход к эффективному F107

2018-01-06 12:00:00

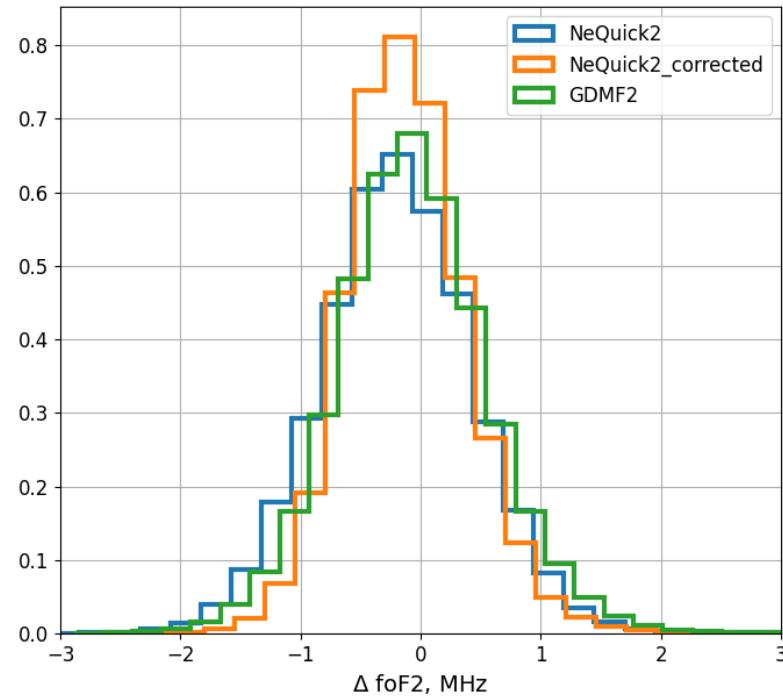


$$\min_{F\ 10.7} \| TEC_{data}(t) - TEC_{model}(t, F\ 10.7) \|^2$$

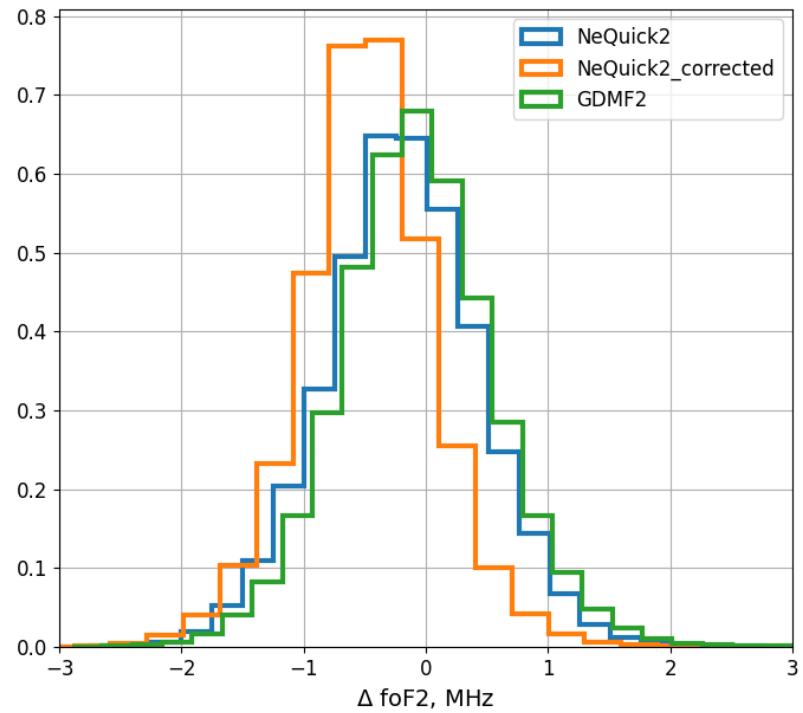
Карты эффективного F107



Madrigal, foF2

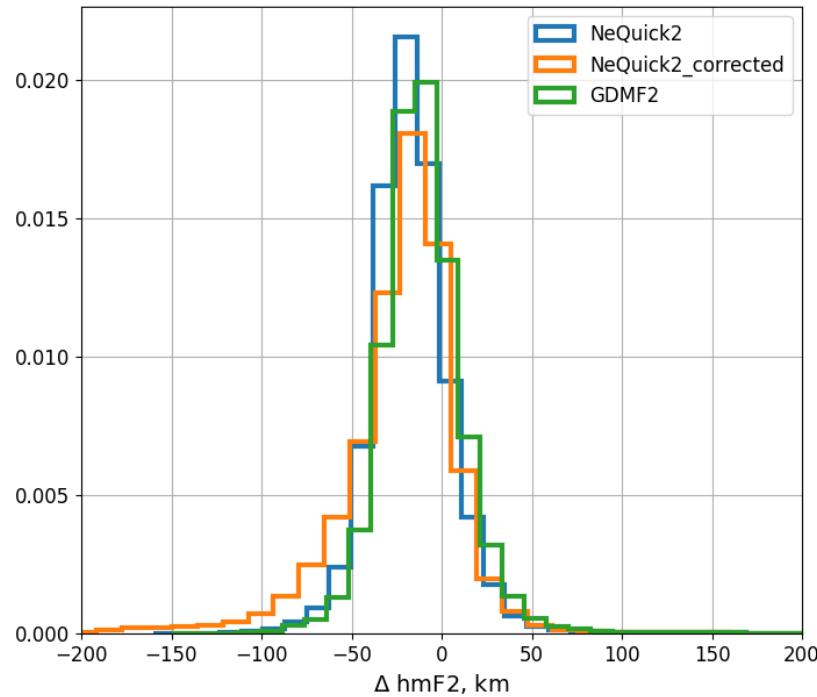


vTEC, foF2

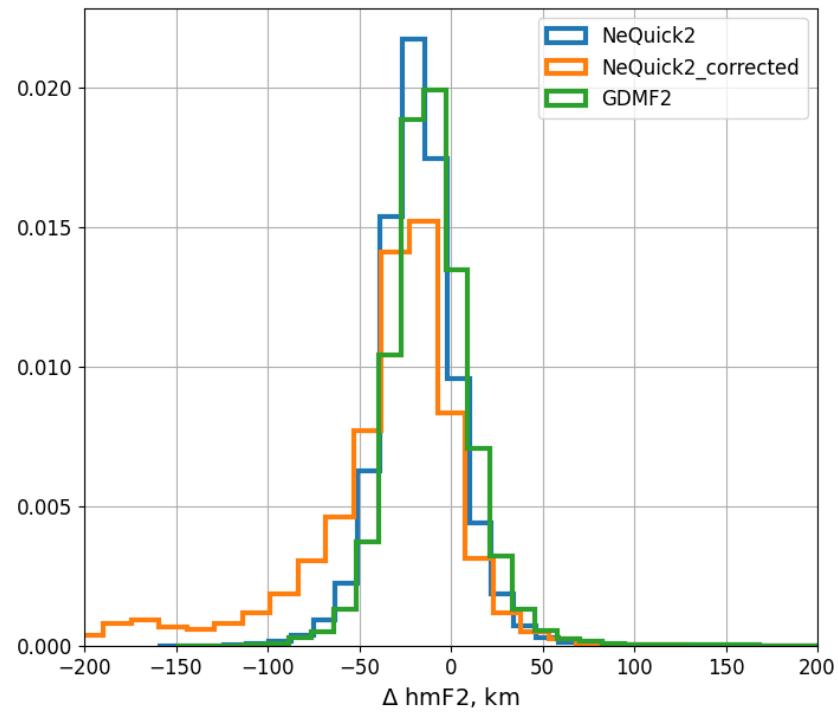


mad	NeQuick2	GDMF2	NeQuick2_cor (vTEC)	NeQuick2_cor (Madrigal)
MEAN, MHz	-0.19	-0.06	-0.48	-0.12
STD, MHz	0.64	0.64	0.56	0.51
MAE, MHz	0.52	0.50	0.59	0.41
RMSE, MHz	0.67	0.65	0.74	0.52

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

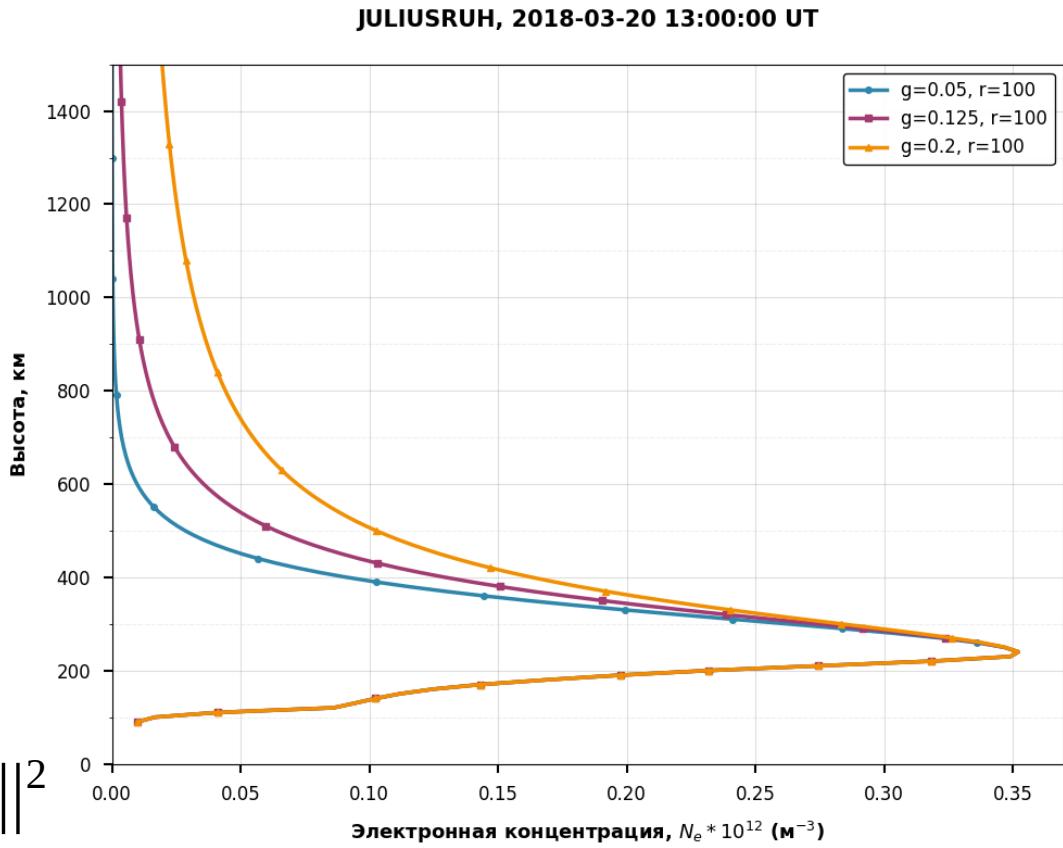
Одноточечная коррекция

$$N_e(h) = \frac{4NmF2}{[1+\exp(z)]^2} \exp(z)$$

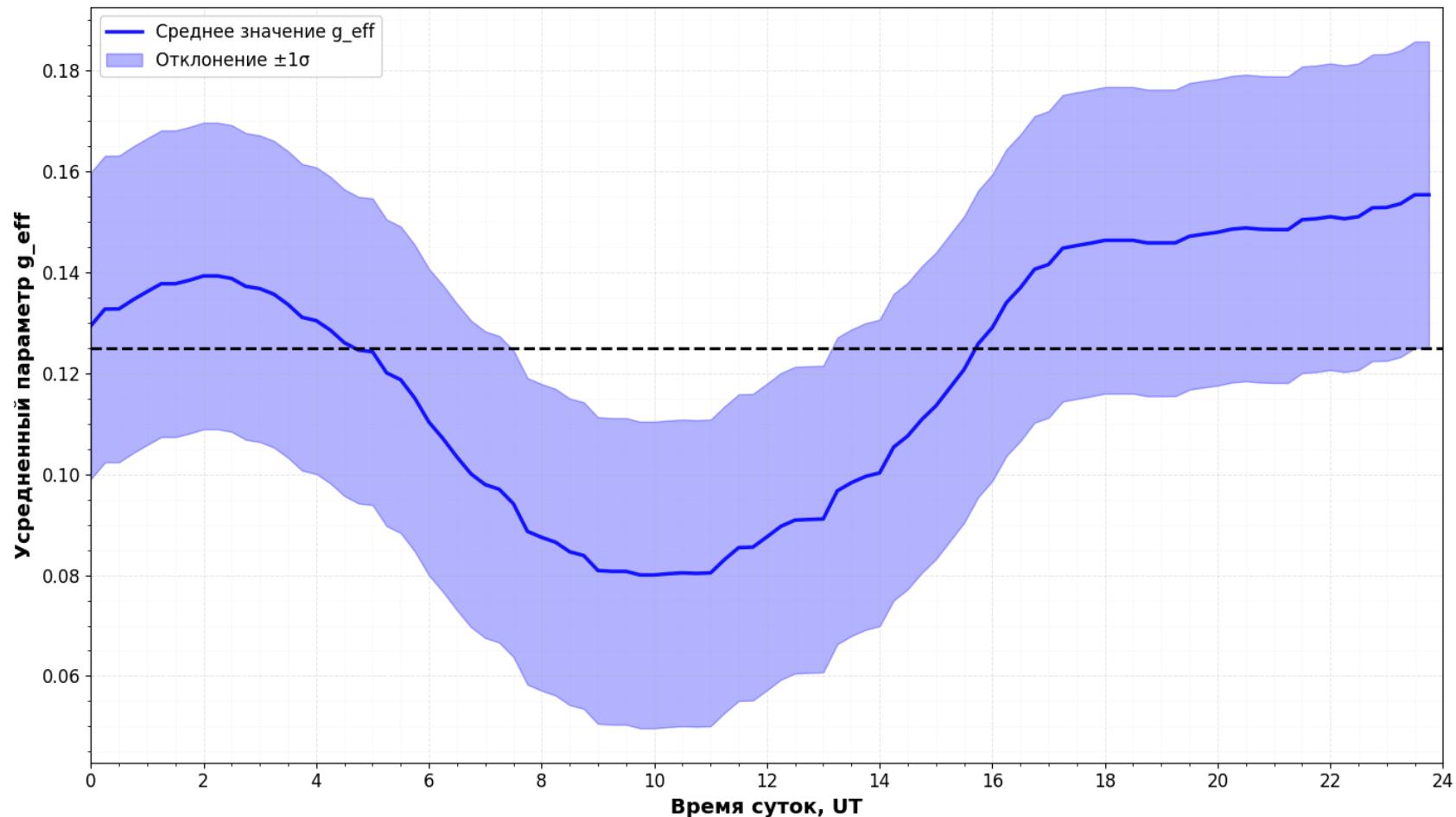
$$z = \frac{h - hmF2}{H}$$

$$H = H_0 \left[1 + \frac{rg(h - hmF2)}{rH_0 + g(h - hmF2)} \right]$$

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

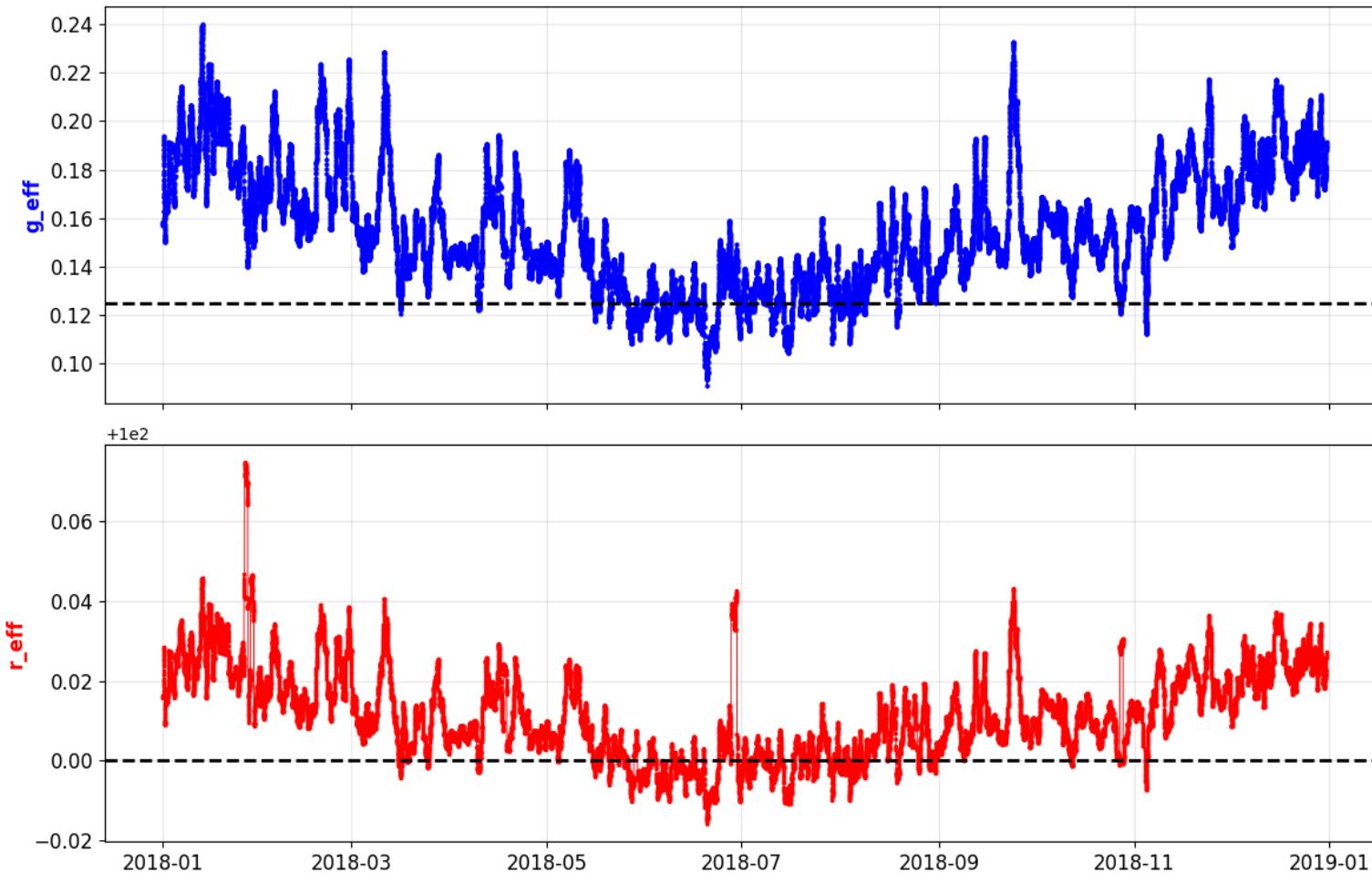


Суточный ход g_{eff}



Сезонный ход g_{eff} и r_{eff}

JULIUSRUH



Выводы

- Изначальный однопараметрический метод коррекции незначительно улучшает модельные значения $foF2$, одновременно ухудшая модельные значения $hmF2$
- Параметры r и g в модели имеют существенные суточные и сезонные вариации
- Необходима независимая параметризация параметров r и g по параметру $F10.7$