

Сравнение результатов коррекции моделей NeQuick и IRI-Plas с использованием ПЭС по данным приёмников сигналов ГНСС

Д.С. Котова^{1,2}, В.Б. Оводенко^{1,3}, Ю.В. Ясюкевич⁴, М.В. Клименко^{1,2}, А.А. Мыльникова⁴, А.Е. Козловский⁵

¹КФ ИЗМИРАН им. Н.В. Пушкова; ²БФУ им. Иммануила Канта, Калининград, Россия; ³ОАО "НПК «НИИДАР», Москва, Россия;

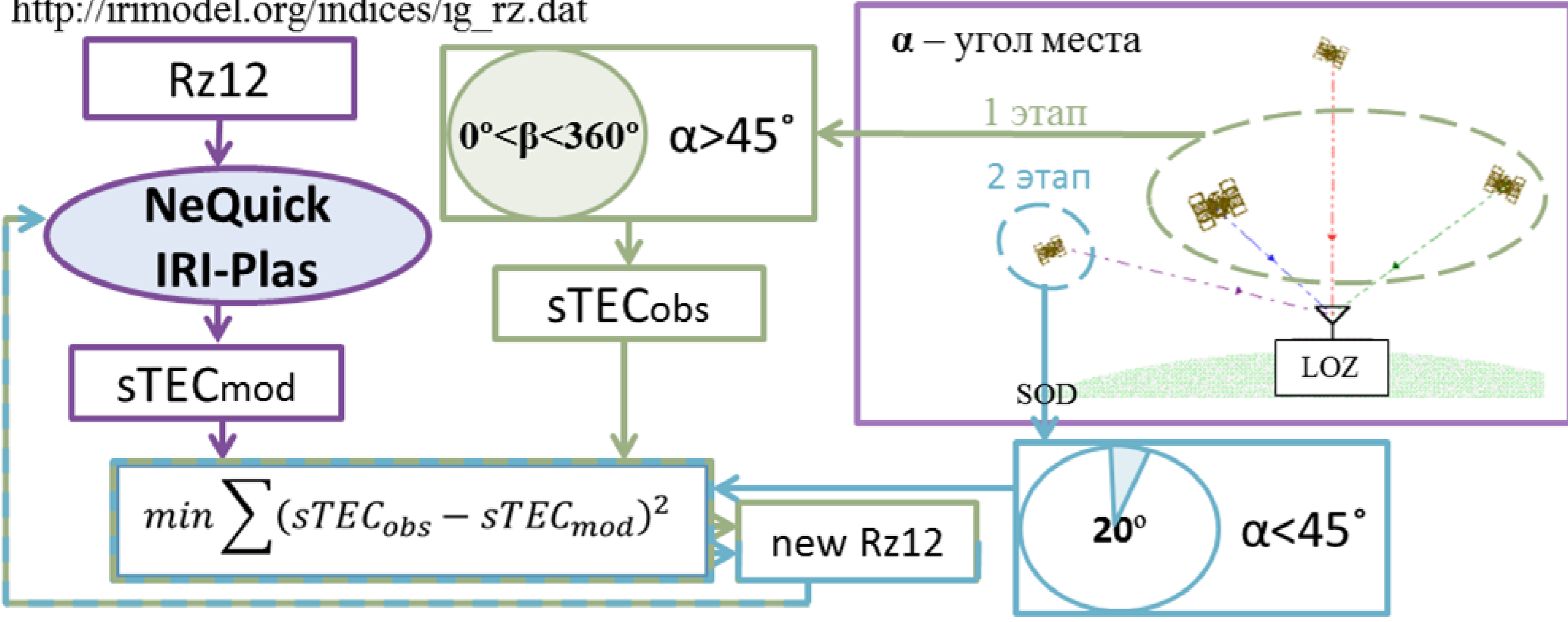
⁴ИСЗФ СО РАН, Иркутск, Россия; ⁵Геофизическая обсерватория Соданкюля, Соданкюля, Финляндия

E-mail: darshu@ya.ru, ovodenko@gmail.com, yasukevich@iszf.irk.ru, maksim.klimenko@mail.ru, manna@iszf.irk.ru, alexander.kozlovsky@oulu.fi

Данные ГНСС активно используются для исследования ионосферы и применяются для коррекции параметров ионосферных моделей (Ясюкевич и др., Вестник ПГТУ, 2017). Существуют исследования, показавшие хорошие результаты коррекции для среднеширотного региона: Maltseva et al., ASR, 2012; Migoya-Orue et al. ASR, 2015; Ovodenko et al. ASR, 2015 (восстановление foF2 над приемником). Однако вопрос эффективности коррекции по данным приемников сигналов ГНСС в условиях высоких широт все еще изучен и проработан недостаточно.

Метод коррекции модели ионосферы по данным о наклонном полном электронном содержании (ПЭС)

http://iramodel.org/indices/ig_rz.dat



Код	Название	Lat	Lon
LOZ	Ловозеро (приемник)	68.00	35.02
SOD	Соданкюля (ионозонд)	67.37	26.63

Расстояние между LOZ → SOD ~361 км
Мы используем азимут LOZ → SOD $\beta = 263^\circ$

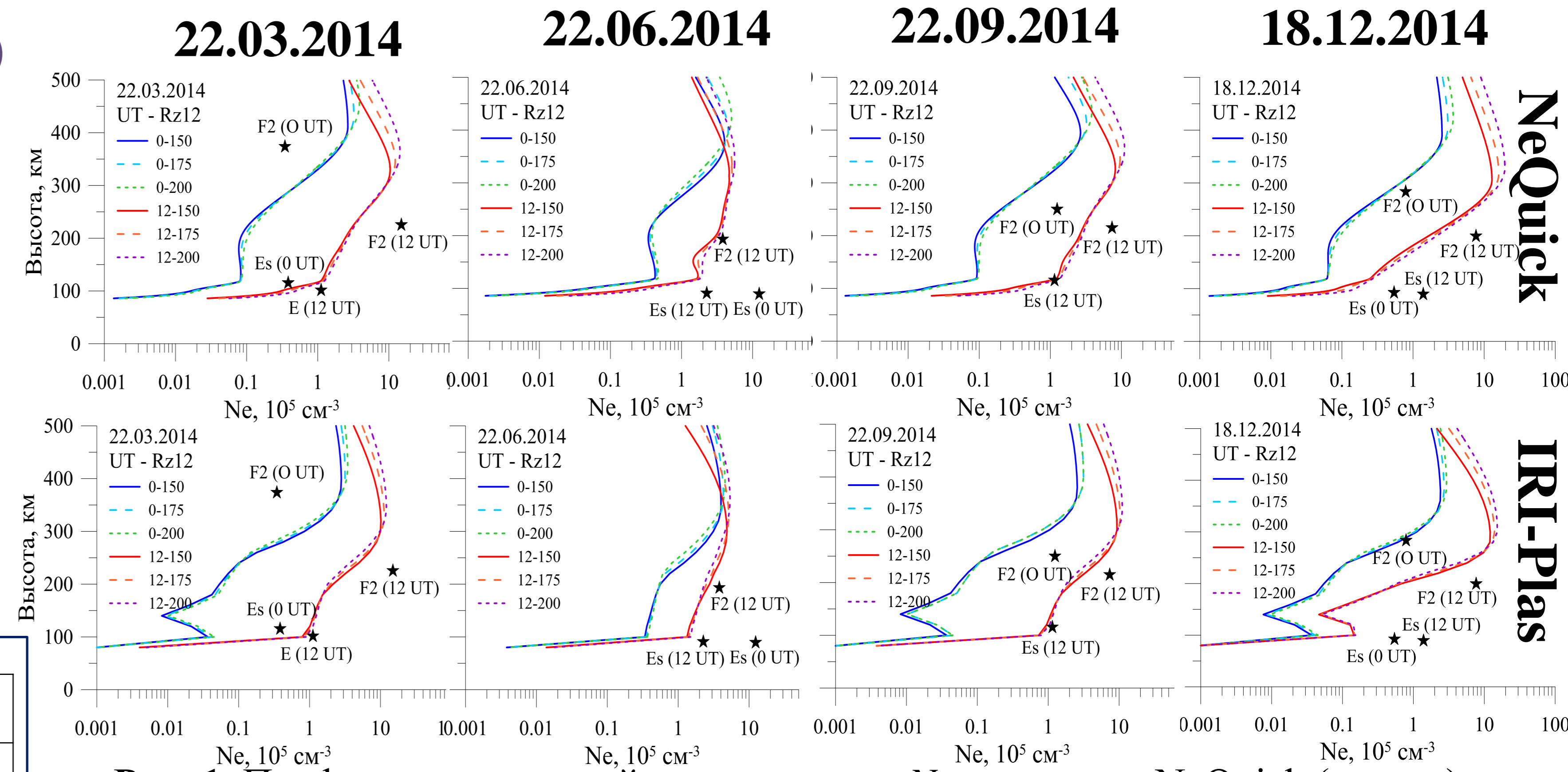
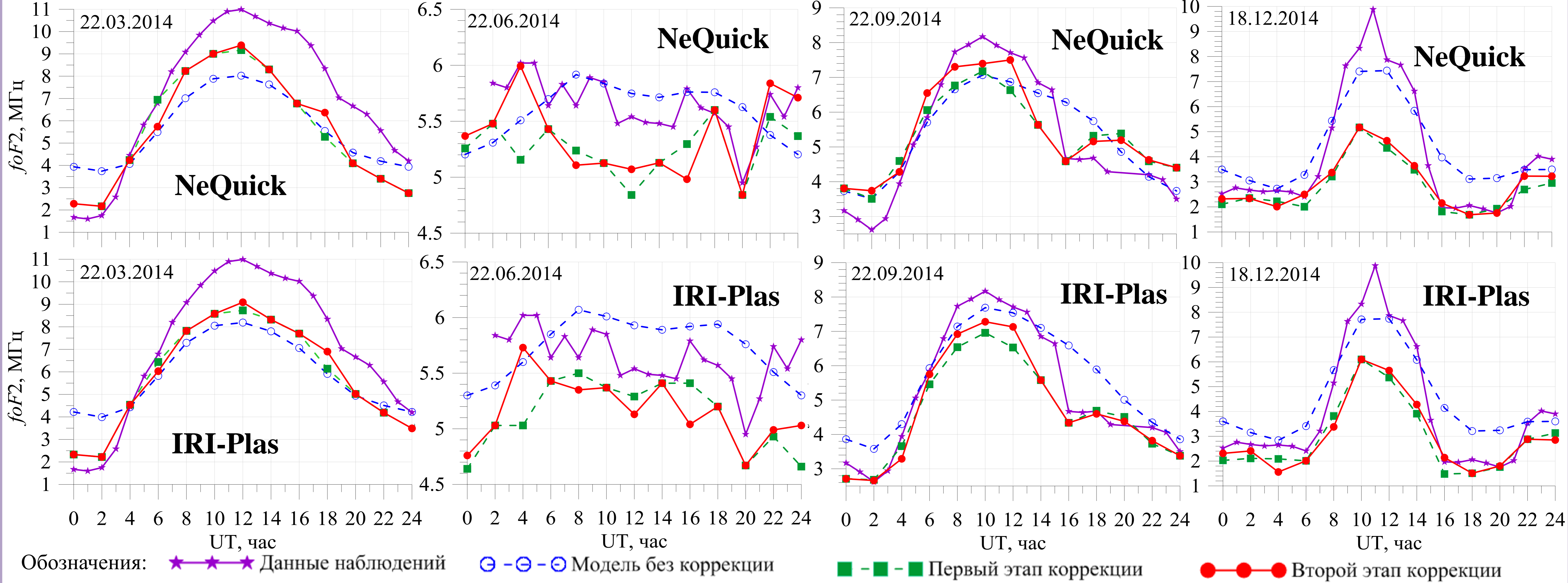


Рис. 1. Профили электронной концентрации Ne по модели NeQuick (сверху) и IRI-Plas (снизу) для 0 и 12 UT над SOD при разных значениях управляющего параметра Rz12 (сглаженное число солнечных пятен): 150 – сплошная линия, 175 – штриховая и 200 – пунктирная. Звездочками показаны данные SOD

Сравнение результатов коррекции моделей над SOD по данным приемника в LOZ с вертикальным зондированием



Обозначения: ★ Данные наблюдений ○ - ○ - ○ Модель без коррекции ■ - ■ - ■ Первый этап коррекции ◆ - ◆ - ◆ Второй этап коррекции

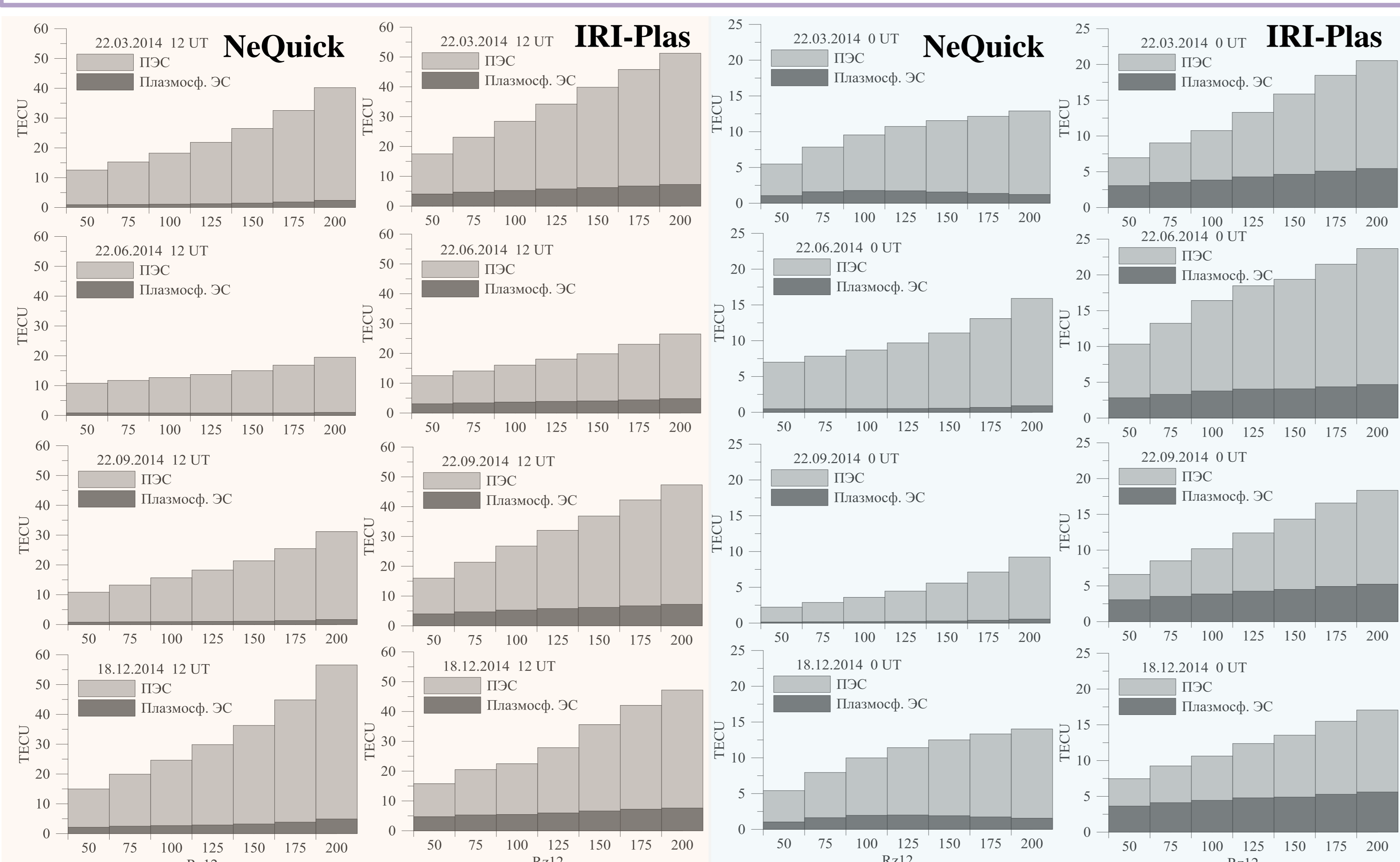


Рис. 2. Вертикальный ПЭС над станцией LOZ в интервале высот от 80 до 20000 км (светло-серые столбцы) и в интервале 1336-20000 км (плазмосферное ЭС, темно-серые столбцы) для разных значений Rz12 для дневных условий слева и ночных – справа.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №17-77-20009) и программы повышения конкурентоспособности «5-100» БФУ им. И.Канта.

СКО модельной критической частоты foF2 к измеренной

День	22.03.	22.06.	22.09.	18.12.	
Без коррекции	2,20	<u>0,38</u>	0,83	<u>0,91</u>	NeQuick
1 этап коррекции	1,85	0,47	0,80	1,72	
2 этап коррекции	<u>1,74</u>	0,41	<u>0,70</u>	1,61	IRI-Plas
Без коррекции	2,05	<u>0,41</u>	0,79	<u>0,95</u>	
1 этап коррекции	1,53	0,60	0,75	1,33	
2 этап коррекции	<u>1,44</u>	0,52	<u>0,60</u>	1,30	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

❖ Высотный профиль Ne в моделях NeQuick и IRI-Plas корректно не описывает реальное состояние для выбранных спокойных дней, что согласуется с результатом в (Karpachev et al., 2016).

❖ В работах (Zakharenkova et al., Lee et al., 2013; Klimenko et al., 2015) было показано, что вклад плазмосферы в величину ПЭС может быть сравним с ионосферным. Поэтому важно правильно описать профиль Ne выше F2 слоя.

❖ В IRI-Plas плазмосферное ЭС больше, чем в NeQuick.

❖ В целом после коррекции IRI-Plas СКО меньше, чем в NeQuick. Предложенный второй этап коррекции приводит к улучшению результатов модельных расчетов.

❖ Недооцененный вклад плазмосферы в ПЭС (например, для летнего солнцестояния) приводит к значительным ошибкам в F области после проведения процедуры уменьшения невязки между экспериментальным и модельным значением ПЭС.