

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПЛАЗМОСФЕРНОГО ВКЛАДА В ПОЛНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПО ДАННЫМ ГНСС

Ясюкевич А.С.⁽¹⁾, Веснин А.М.⁽¹⁾, Ясюкевич Ю.В.^(1,2), Падохин А.М.⁽³⁾

(1) Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

(2) Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

(3) МГУ имени М.В. Ломоносова, Физический Факультет, Москва, Россия

annpol@iszf.irk.ru



В настоящее время активно развиваются исследования ионосферы на основе данных глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Эти данные обладают рядом преимуществ (временное разрешение, пространственное покрытие, доступность). Однако они, в некотором смысле, «смешали» ионосферные и плазмосферные измерения, т.к. измеряемое полное электронное содержание (ПЭС) является суммой ионосферного электронного содержания (ИЭС) и электронного содержания в плазмосфере (ПС). В работе выполнено исследование вариаций уровня плазмосферного вклада в ПЭС на основе долговременных рядов данных двухчастотных приемников ГНСС.

ВЫДЕЛЕНИЕ ПЛАЗМОСФЕРНОГО ВКЛАДА

Использовались данные полного электронного содержания (ПЭС), полученные по измерениям двухчастотных приемников ГНСС в среднеширотном (Иркутск), субавторальном (Якутск) и высокоширотном (Норильск) регионах. Рассчитывались ряды вертикального абсолютного ПЭС I_V по методике, описанной в работе [Yasyukevich et al., Res. In Phys., 2015, 5, 32-33].

Для разделения вкладов ионосферы и плазмосферы в ПЭС необходимо привлечение дополнительных измерений. Были использованы измерения ионозондов сети GIRO (<http://giro.uml.edu/>).

В GIRO данные ионосферного электронного содержания (ИЭС) рассчитываются на основе экспериментальных профилей электронной концентрации по методике, описанной в работе [Huang & Reinisch, Radio Sci. 2001. 36(2). 335-342].

$$ИЭС = \int_0^{h_m F2} N_e(h) dh + \int_{h_m F2}^{\infty} N_T(h) dh$$

Плазмосферное электронное (ПС) содержание определялось как разница между величинами вертикального и ионосферного содержаний:

$$ПС = ПЭС - ИЭС.$$

Временное разрешение рассчитанных значений ПС соответствует разрешению данных GIRO (15 мин).

ДИНАМИКА ПЭС и ПС (Иркутск)

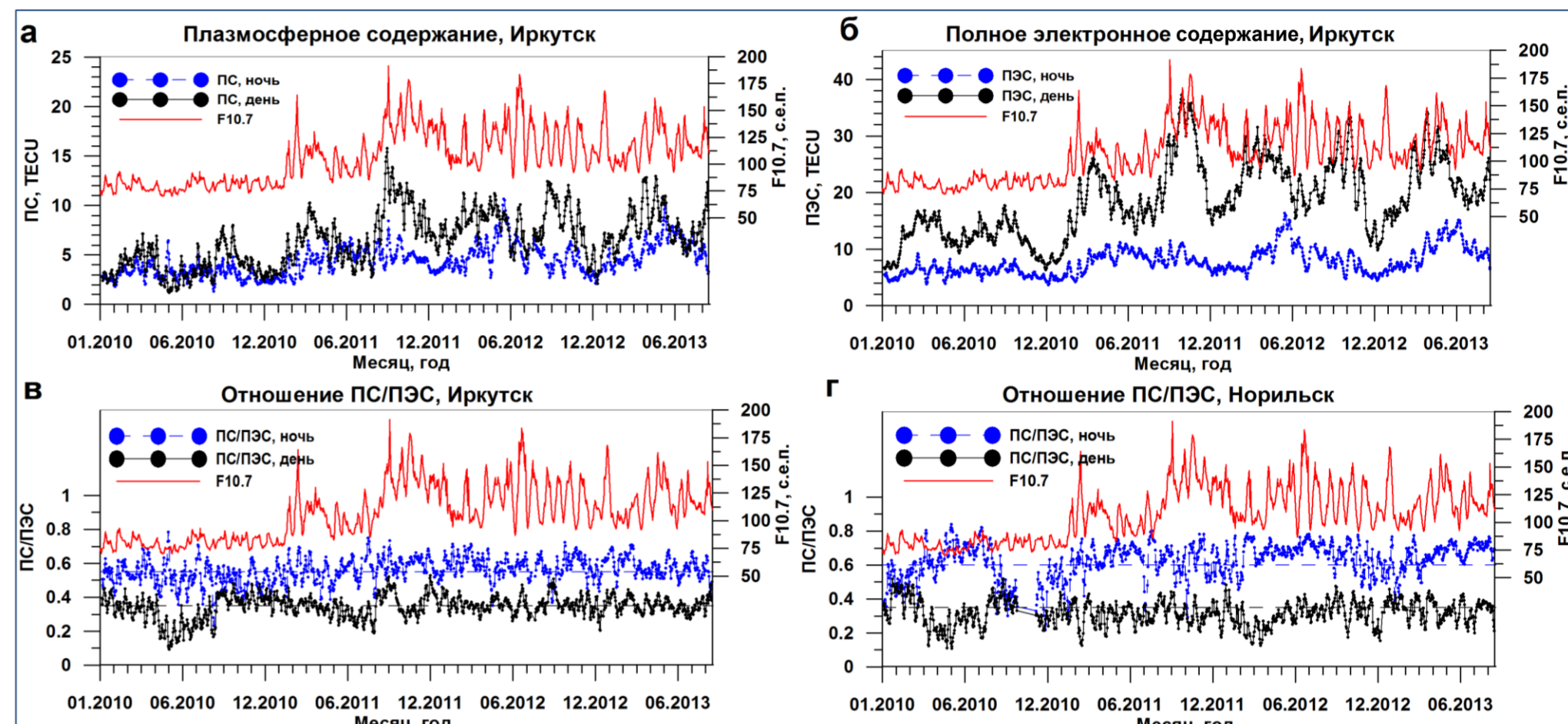


РИС.1. Дневные значения ПЭС и ПС следуют за изменениями уровня солнечной активности, в их динамике отчетливо выражены полугодовые вариации с максимумами в периоды равноденствий. Для ночных значений ПЭС и ПС наблюдается другой сезонный ход с максимальными значениями в июне и минимальными зимой. Амплитуда вариаций ночных значений ПЭС и ПС также возрастает с ростом солнечной активности. В отличие от ПЭС и ПС, уровень отношения ПС/ПЭС не изменяется с ростом солнечной активности, его величина составляет около 0.35 днем и колеблется около 0.55-0.6 ночью, что говорит о значительном вкладе плазмосферы в ПЭС в ночное время.

СУТОЧНО-СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ

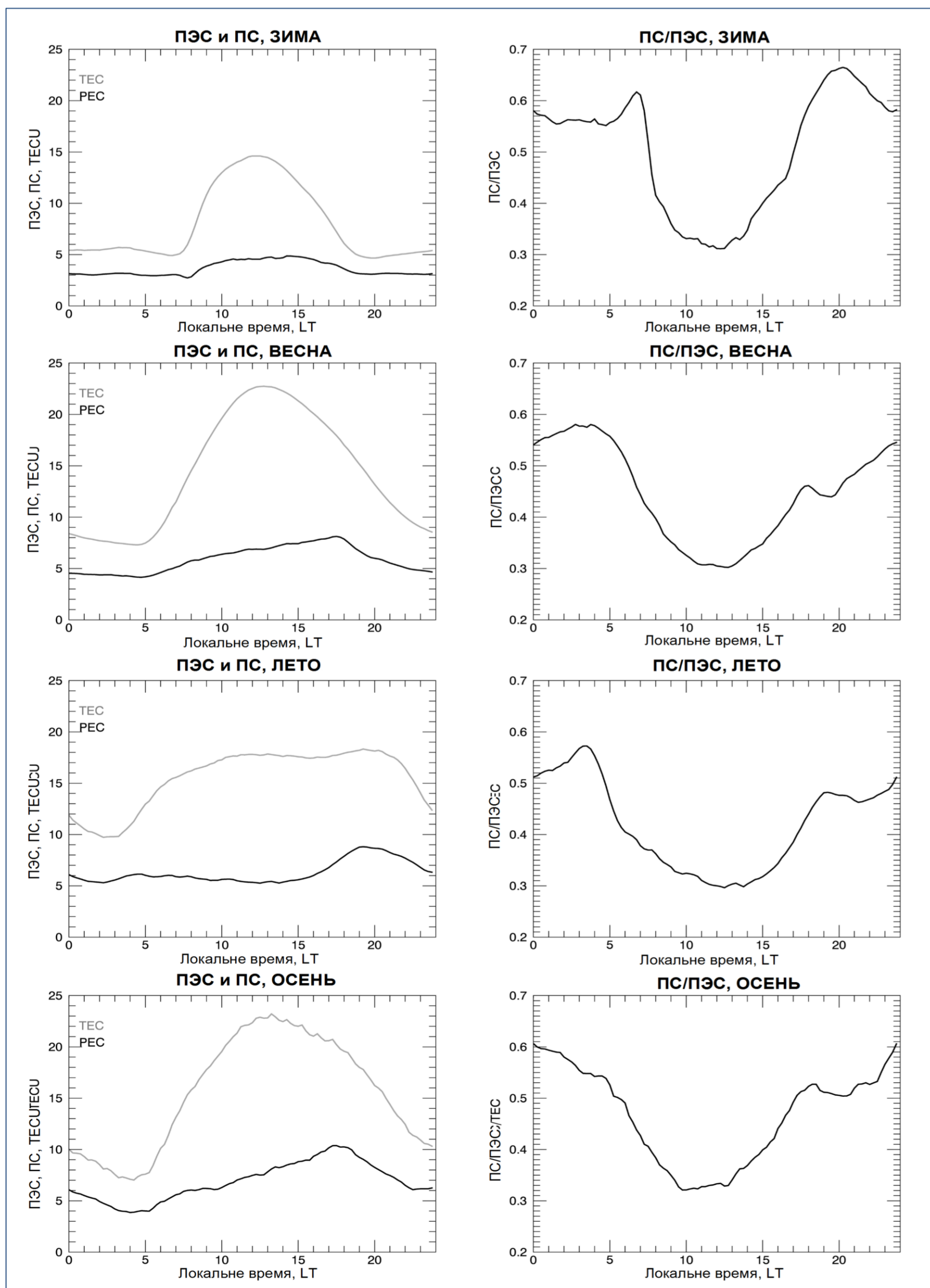


РИС. 2 Суточный максимум ПС наблюдается в вечернее время во все сезоны. В ночное время значения ПС значительно снижаются. Наименьшие значения отношения ПС/ПЭС наблюдается в дневное время с минимумом в летний период. Максимальный вклад плазмосферы в ПЭС (до 70%) регистрируется в зимние месяцы в вечернее время.

СРАВНЕНИЕ С МОДЕЛЬЮ IRI-plus

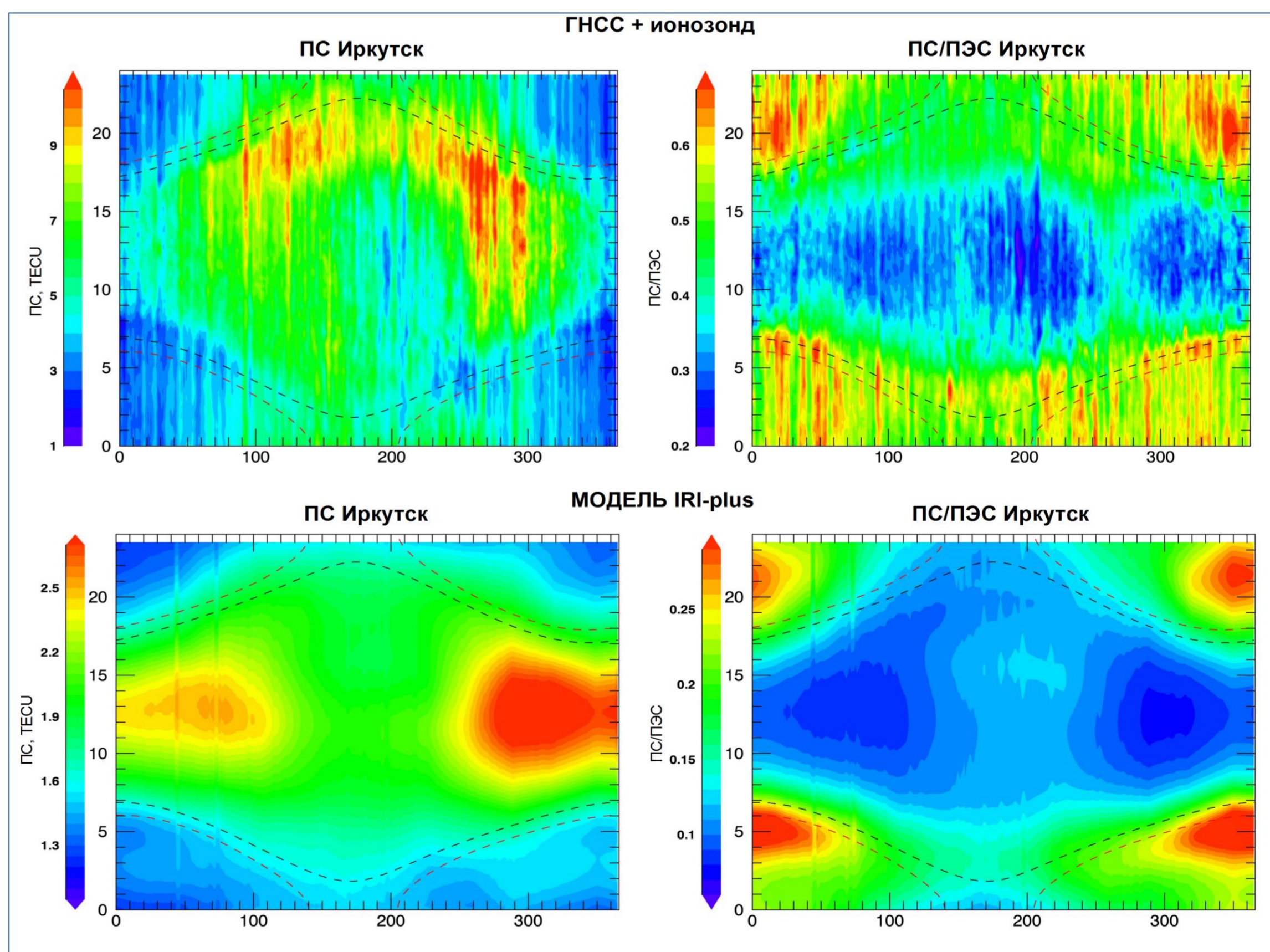


РИС. 3 Проведено сравнение рассчитанных значений с оценками плазмосферного вклада по модели IRI-Plus [Gulyaeva et al., Astronomical & Astrophysical Transactions, 2008]. Видно, что общая динамика плазмосферного содержания и величины плазмосферного вклада по экспериментальным и модельным данным совпадает, однако модель IRI-Plus существенно недооценивает уровень плазмосферного вклада в ПЭС, особенно в ночное время.