

Наблюдение эффектов солнечного терминатора в ПЭС в период действия тайфунов

ЕДЕМСКИЙ И. К., ГАЛЬЧЕНКО В. В.

Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск, Россия
email: ilya@iszf.irk.ru

Солнечный терминатор (СТ) является одним из наиболее масштабных и регулярных источников возмущений в верхней атмосфере и ионосфере. В среднеширотной ионосфере прохождение солнечного терминатора, помимо прочего, вызывает генерацию волновых пакетов среднего масштаба с периодом порядка 20 мин [1]. Исследование волновых пакетов методами ГНСС-радиозондирования показало, что они имеют четко выраженную пространственную структуру, сохраняющуюся длительное время, и в Северном полушарии наблюдаются преимущественно после прохождения вечернего СТ [2].

Авторы [3] анализировали динамику полного электронного содержания (ПЭС) во время прохождения тайфунов NEOGURI и HALONG по территории Японии. Представленные в работе карты распределения вариаций ПЭС показали, что интенсивность генерируемых СТ волновых пакетов выше в области прохождения циклона.

На рис. 1 представлены траектории движения рассматривавшихся в [3] тайфунов NEOGURI (184-191 дни года) и HALONG (205-222 д.г.), проходивших вблизи Японии в 2014 г. и траектория тайфуна JANGMI (267-275 день 2008 г.). Размеры узловых точек траектории отражают скорость ветра тайфуна на данном участке траектории. Треугольниками на рисунке отмечены станции Японской сети GSI.

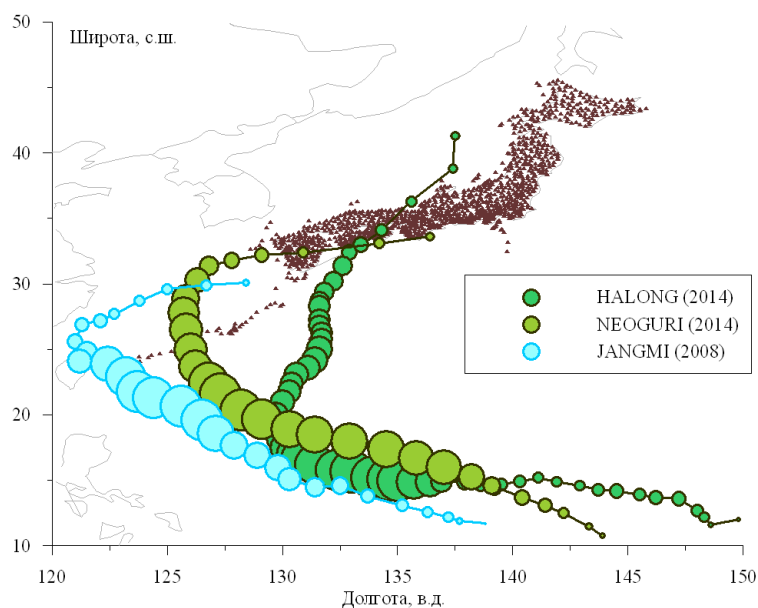


Рис. 1. Траектории движения тайфунов HALONG, NEOGURI и JANGMI.

Используя методику автоматического отбора волновых пакетов в вариациях ПЭС, приведенную в [1] мы проанализировали динамику ПЭС в диапазоне до, во время и после прохождения тайфунов. На рис. 2-4 представлены распределения амплитуды (а) и периода (б) волновых пакетов, наблюдавшихся во время прохождения тайфунов. Синим, красным и черным цветом на рисунках даны распределения, полученные по данным до, во время и после прохождения тайфуна, соответственно.

На рис. 2 приведены распределения амплитуд (а) и периодов (б) волновых пакетов во время прохождения тайфуна JANGMI. Распределения имеют типичный для этого типа волновых пакетов вид [1], однако можно видеть, что во время прохождения тайфуна

амплитуды пакетов, в среднем, занимали более узкий диапазон, нежели до и после прохождения, с наиболее вероятным значением 0,17 TECU. В распределении периодов, при этом, сложно выделить наличие связанных с прохождением тайфуна особенностей.

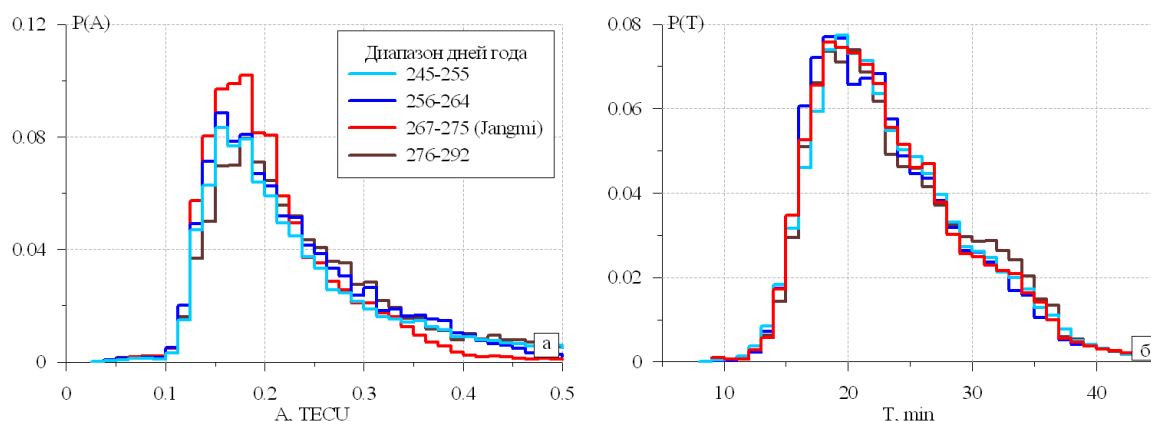


Рис. 2. Распределения амплитуды (а) и периода (б) волновых пакетов до, после и во время прохождения тайфуна JANGMI.

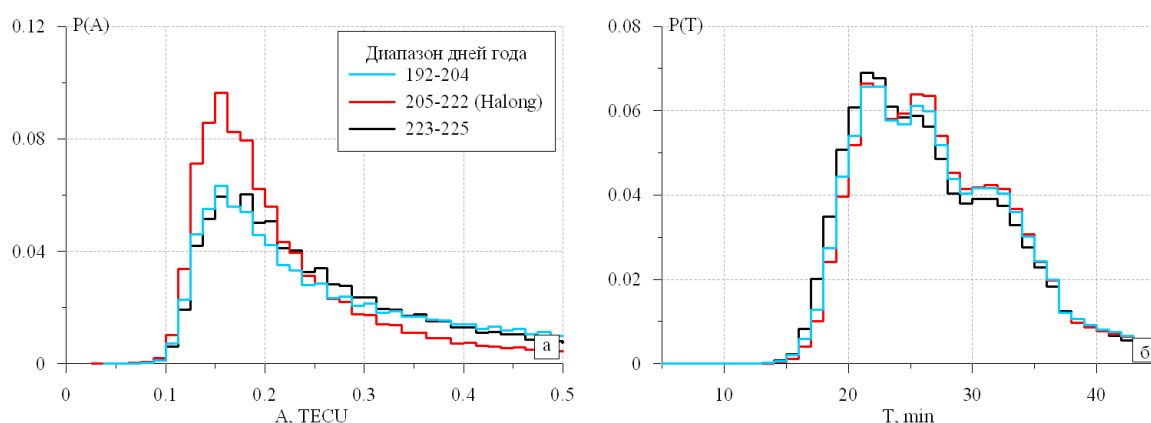


Рис. 3. Параметры волновых пакетов во время прохождения тайфуна HALONG.

Аналогичным образом, во время прохождения тайфуна HALONG распределение амплитуд становится более узким, чем до и после (рис. 3). Наиболее вероятное значение амплитуды здесь составляет порядка 0,15 TECU. Распределения периодов демонстрируют некоторые отличия друг от друга, которые, впрочем, могут быть связаны с переходом от летних условий генерации к осенне-зимним [1].

Движение тайфуна NEOGURI (рис. 4) не оказало значительного влияния на распределение параметров волновых пакетов: для всех трех интервалов времени распределения обеих величин носят сходный характер, не проявляя выраженных особенностей.

Число волновых пакетов варьирует в течение дня и имеет выраженную корреляцию со временем прохождения солнечного терминатора [1]. На рис. 5 показаны нормированные распределения числа волновых пакетов в системе локального времени терминатора. Нулевой отметке здесь соответствует время наблюдения СТ на высоте 300 км над точкой условной регистрации волнового пакета [4]. Положительным значениям оси соответствуют наблюдения после прохождения СТ, отрицательным – до.

Общий вид распределения на рис. 5 типичен для данного региона и сезона: можно видеть плавный переход от летних условий к осенним, когда генерация ВП наблюдается

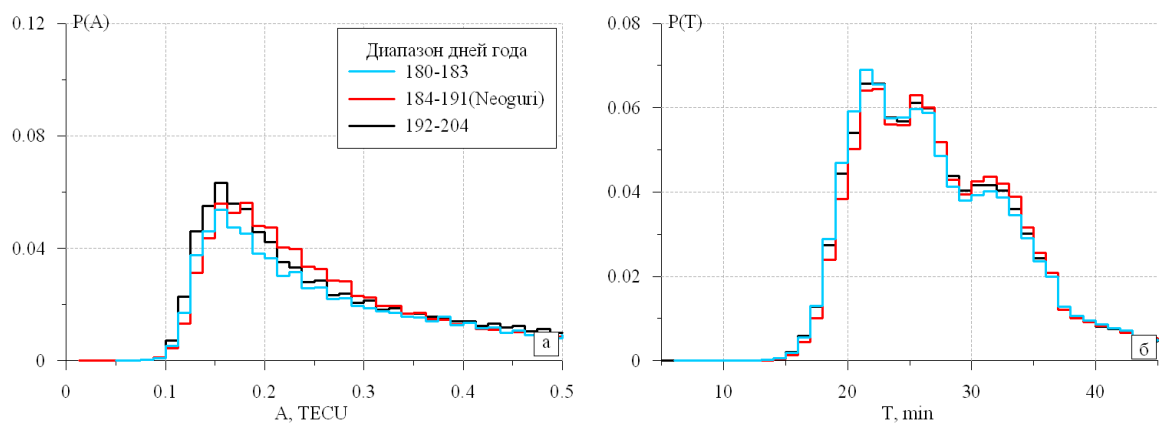


Рис. 4. Параметры волновых пакетов во время прохождения тайфуна NEOGURI.

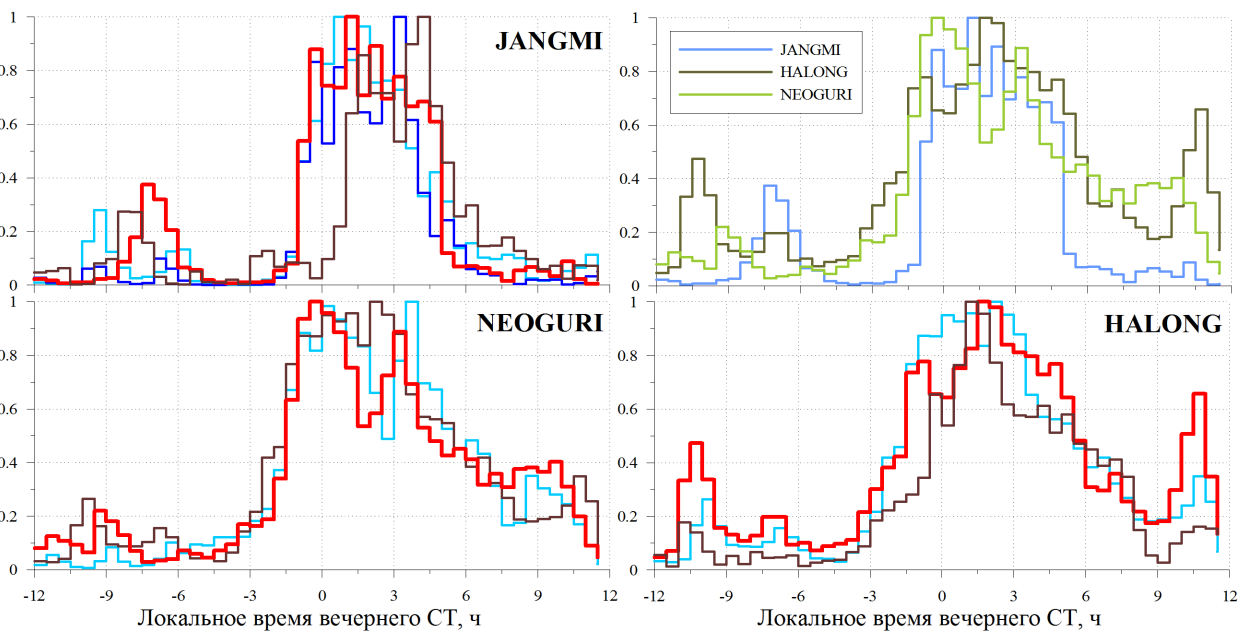


Рис. 5. Распределение числа волновых пакетов системе локального времени СТ.

спустя некоторое время после прохождения СТ [1]. Внимание привлекает наличие отдельных пиков, особенно во время прохождения тайфуна HALONG, приходящихся на отметку ± 11 ч. Ни до, ни после тайфуна эти пики не выражены так явно. Подобный пик можно видеть во время прохождения JANGMI, однако здесь его можно видеть до и после тайфуна с небольшим смещением по оси. На рис. 5б объединены распределения во время прохождения всех трех тайфунов. Хорошо видно, что пики выражены для JANGMI и HALONG. По-видимому, именно эти волновые пакеты дают вклад в изменение распределения амплитуды. Заметим также, что данные пики не связаны с прохождением утреннего СТ, как это можно было бы ожидать.

Представленные данные позволяют предположить, что, будучи источниками широкого диапазона возмущений в атмосфере, солнечный терминатор и мощные тайфуны оказывают совокупное воздействие и, возможно, приводят к генерации колебаний в магнитосферно-ионосферном резонаторе, проявляющихся в виде волновых пакетов в ПЭС [5]. Наблюдаемые до прохождения СТ пики числа волновых пакетов могут быть связаны именно с тем, что при наличии благоприятных условий для генерации волновых пакетов, тайфун, при отсутствии солнечного терминатора, занимает его место, выступая в качестве источника возбуждения резонансных колебания.

Авторы благодарны Поляковой А.С. за плодотворные дискуссии. Авторы также выражают благодарность Японской геофизической службе GSI и Объединенному институту исследования атмосферы CIRА за предоставленные данные.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (номер гранта 16-35-00027 мол_а).

Литература.

1. Ю. В. Ясюкевич, И. К. Едемский, Н. П. Перевалова, А. С. Полякова. Отклик ионосферы на гелио- и геофизические возмущающие факторы по данным GPS : монография. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 259 с. – (Солнечно-земная физика). ISBN 978-5-9624-0879-8
2. П.Л. Малькова, И.К. Едемский. Исследование широтных особенностей генерации волновых пакетов Солнечным терминатором в долготном регионе Америки в течение 2008 г. // Солнечно-земная физика. Вып. 24 (2014) С. 84–86.
3. Полякова А.С., Ясюкевич Ю.В. Возмущения полного электронного содержания в зоне действия тайфунов в ночное время. Труды международной байкальской молодежной научной школы по фундаментальной физике “БШФФ-2015”, сс. 181-183.
4. E.L. Afraimovich, I.K. Edemskiy, A.S. Leonovich, L.A. Leonovich, S.V. Voeykov, Yu.V. Yasyukevich. The MHD nature of night-time MSTIDs excited by the solar terminator, Geophys. Res. Lett., 36, L15106, doi:10.1029/2009GL039803.36.
5. A.S. Leonovich, D.A. Kozlov, I.K. Edemskiy. Standing slow magnetosonic waves in a dipole-like plasmasphere. Planetary and Space Science. 2010, V. 58, 1425–1433.