

СОПОСТАВЛЕНИЕ ИОНОСФЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ ВЫСЫПАНИЙ ПО ДАННЫМ РАДИОТОМОГРАФИИ И СПУТНИКОВ DMSP

Жалдыбина Е.А.
студентка

МГУ им. М.В.Ломоносова, физический факультет, кафедра физики атмосферы

Ионосфера – ионизованная часть верхней атмосферы, расположенная выше 50 км. Основным источником ионизации днём является электромагнитное излучение Солнца в диапазоне рентгена и УФ, тем не менее важны также и корпускулярные потоки, галактические и солнечные космические лучи и др. Ионизация, производимая корпускулярным излучением, мала по сравнению с ионизацией электромагнитным излучением, однако вклад ее может оказаться заметным во время геомагнитных бурь, особенно если они достаточно интенсивны, и в ночное время, когда отсутствует электромагнитное излучение.

С начала 90-х годов интенсивно развиваются методы радиотомографии (РТ), позволяющие восстанавливать пространственную структуру распределения электронной концентрации при радиозондировании ионосферы [1-2, 4]. Существующие спутниковые навигационные системы (типа российских спутников «Цикада» и американских «Транзит»), имеющие практически круговую орбиту на высоте около 1000-1150 км, и наземные цепочки приемников дают возможность получать серии томографических данных по различным лучам. В РТ-экспериментах прием двух когерентных спутниковых сигналов на частотах 150 и 400 МГц и регистрация разности фаз между ними (приведенной фазы) осуществляется на сети из нескольких наземных приемных станций, расположенных вдоль траектории спутников и на расстояниях порядка сотен километров. Такие системы позволяют получать в плоскости пролета спутника (высота-широта) двумерные РТ-сечения распределений электронной плотности ионосферы на расстояниях в 1-3 тысячи километров за времена порядка 10-15 мин. В последние годы радиотомография становится одним из основных инструментов исследования пространственных распределений электронной плотности в ионосфере. РТ-методы позволяют восстанавливать ионосферные неоднородности как естественного происхождения (провалы, гребни экваториальной аномалии, перемещающиеся ионосферные возмущения, пятна ионизации и т.д.), так и вызванные антропогенными факторами, в частности стартами ракет, промышленными взрывами, мощным КВ излучением [1-4].

Цель данной работы - сопоставление результатов РТ- реконструкций ионосферы с данными прямых измерений высыпаний спутниками DMSP [5, 6]. Спутники серии DMSP имеют полярную солнечно-синхронную орбиту на высоте ~850км и измеряют локальные потоки низкоэнергетичных частиц (электронов, ионов). Были проанализированы данные спутников DMSP и РТ-сечений ионосферы, полученные по измерениям на двух приемных цепочках: российской (Москва-Шпицберген) и американской в районе Аляски. Траектории спутников DMSP близки к ориентации линеек приемников, но могут проходить в стороне. При сопоставлении учитывались лишь пролеты – до 300км в обе стороны. В докладе представлены примеры следов высыпаний на РТ-сечениях ионосферы во время сильнейшей геомагнитной бури в конце октября 2003г. и во время ноябрьских гелиогеомагнитных возмущений 2004г. Максимальный уровень потока энергии высыпающихся электронов наблюдался 30.10.2003г. ($K_p=9$) в районе российской РТ-цепочки и составлял $\sim 9 \cdot 10^9$ кэВ см⁻² сек⁻¹, это превышает типичный поток энергии электронов в зоне полярных сияний при высокой солнечной активности. Проведенный анализ РТ-реконструкций распределений электронной плотности ионосферы и данных измерений DMSP показал, что широтные распределения высыпаний качественно

соответствуют распределениям ионизации на РТ-сечениях. Пространственные масштабы высыпаний варьируются в широких пределах от единиц до десятков градусов по широте. Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 07-05-01120).

Литература

1. Куницын В.Е., Терещенко Е.Д. Томография ионосферы. М.: Наука, 1991.
2. Kunitsyn V.E., E.D.Tereshchenko. Ionospheric Tomography. Springer-Verlag. 2003.
3. Pryse S.E. Radio tomography: a new experimental technique. *Surveys in Geophysics*. 2003. V24, P.1-38.
4. Куницын В.Е., Терещенко Е.Д., Андреева Е.С. Радиотомография ионосферы. М.: Наука. 2007
5. Newell et al. Morphology of nightside precipitation. *J. Geophys. Res.* 1996. V.101, P.10737-10748.
6. <http://spidr.ngdc.noaa.gov/spidr/index.jsp>