

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ В ДИАПАЗОНЕ ОНЧ ВО ВРЕМЯ ВЫСЫПАНИЙ ВЫСОКОЭНЕРГИТИЧЕСКИХ ПРОТОНОВ В ОБЛАСТИ ВЫСОКИХ ШИРОТ.

Ахметов О.И., Мингалев И.В., Мингалев О.В., Белаховский В.Б.,
Суворова З.В., Маурчев Е.А., Балабин Ю.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Полярный геофизический институт Апатиты, Россия

e-mail: akhmetov@pgia.ru.com

Вторжение солнечных протонов в магнитосферу Земли и дальнейшее их высыпание в ионосферу вызывает повышение общей концентрации электронов в F, E, D областях ионосферы, что приводит к изменению вида вертикального профиля проводимости. Такие события разделяют по интенсивности потока вторгнувшихся протонов. Самые сильные называют GLE (Ground Level Enhancement) - в этом случае поток протонов регистрируется на уровне поверхности Земли. Такие события достаточно редки и до настоящего времени зарегистрировано 72 события. Более слабые - SPE (Solar Particle Event) случаются гораздо чаще в связи с чем не имеют порядкового номера. Такие события оказывают значительное влияние на распространение радиосигналов в волноводе Земля - ионосфера, а потому нуждаются в изучении. С точки зрения задач навигации, локации и связи необходимо оценить влияние вторжений протонов разной интенсивности на амплитуду и фазу сигналов, распространяющихся в волноводе Земля - ионосфера. С другой стороны, с точки зрения геофизической задачи мониторинга состояния волновода Земля - ионосфера, необходимо выяснить можно ли по наземным измерениям амплитуд и фаз постоянно действующих сигналов антропогенной природы выяснить состояние волновода для построения прогноза его радиопроницаемости в широком диапазоне частот. Обе задачи прямая и обратная взаимосвязаны и требуют получения чистых от посторонних помех радиооткликов во время указанных событий. Для получения таких откликов необходимо либо иметь значительный объем наземных измерений радиосигналов на разных станциях для дальнейшей их обработки статистическими методами. Примером такого подхода является сеть Antarctic-Arctic Radiation-belt (Dynamic) Deposition - VLF Atmospheric Research Konsortium (AARDDVARK). Другой подход предполагает широкое применение численных методов как для моделирования условий среды, так и для моделирования распространения радиосигналов в полученных условиях соответствующим конкретным геофизическим условиям. Именно такой подход авторы использовали в представленной работе.

Рассмотрены различные события, как реальные GLE и SPE, синтетические профили концентрации электронов и профили, построенные по измерениям радара EISCAT в городе Тромсе, Норвегия. Для построения профилей использовались модели RUSCOSMICS, GDMI (Global Dynamic Model of Ionosphere) разрабатываемые силами сотрудников ПГИ и ИЗМИРАН. Международная модель нейтральной атмосферы NRLMSISE. Международная модель геомагнитного поля земли IGRF. Моделирование электромагнитных сигналов производилось численной моделью распространения электромагнитных волн, разработанной в ПГИ. Сигнал модельного источника представлял собой сумму гармонических колебаний на частотах радиотехнической системы дальней навигации РСДН-20 (11905, 12679, 14881 Гц).

Результаты моделирования показали сильную и однозначную зависимость амплитуды сигналов РСДН-20 от геофизических условий и менее значительную зависимость фазы сигнала.