Ионосферный эффект, вызванный падением Челябинского метеорита

М.Ю. Кузьмичева, Т.В. Лосева, А.Н. Ляхов

Институт динамики геосфер РАН, Москва, Россия, losseva@idg.chph.ras.ru

Процесс пролета через атмосферу Земли Челябинского метеорита 15 февраля 2013 г. вызвал целый ряд зафиксированных инструментально геофизических эффектов (сейсмических, акустических, оптических, ионосферных). В настоящей работе ионосферный эффект воздействия этого события исследовался с помощью обработки первичных данных ионозондов вертикального зондирования с использованием техники построения AΣ -карт, дающих двумерную сводную картину состояния ионосферы в координатах высота-время, позволяющей визуализировать вариации характерных параметров ионосферы и выявлять их временные характеристики [1]. Такие карты были построены для 12 станций вертикального зондирования, расположенных в Норильске, Жиганске, Якутске, Иркутске, Гаконе (Аляска), Гуаме (США), Чеджу (Южная Корея), Москве, Юлиусрухе (Германия), Прухонице (Чехия), Риме (Италия), Хилтоне (Великобритания) для двух дней 2013 года – 06 февраля (базовый спокойный день) и 15 февраля (сильное геофизическое возмущение). Спектральный анализ AΣ -карт для всех станций показал качественное и количественное различие 6 и 15 февраля, причем 15 февраля на всех станциях (кроме станции Гуам) появились одни и те же доминирующие спектральные компоненты. Используемый метод визуализации состояния ионосферы на высотах F2 слоя доказывает появление короткопериодных перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ), которые, как видно из сравнительного спектрального анализа, были вызваны падением метеорита. Статистический анализ данных по полному электронному содержанию в ионосфере Земли (интегральной концентрации электронов по высоте) подтвердил азимут полета тела, определенный другими методами.

Для физического объяснения наблюдаемых в ионосфере эффектов был проведен трехмерный численный расчет газодинамического течения с выделением энергии вдоль траектории в соответствии с экспериментальной кривой светимости [2]. Полное энерговыделение вдоль траектории составляло величину ~500 кТ в тротиловом эквиваленте. Продемонстрирован нелинейный процесс образования акустико-гравитационных волн (АГВ) и их распространения на значительные расстояния. АГВ, приводя к возмущению плотности на высоте F2 слоя ионосферы, могут порождать осцилляции электронной концентрации и критической плазменной частоты, наблюдаемые в ионограммах в виде ПИВ.

Литература

1. Кузьмичева М.Ю., Т.В. Лосева, А.Н. Ляхов. Ионосферный эффект Челябинского события // Сборник научных трудов ИДГ РАН. Специальный выпуск.-М:-ГЕОС, 2014, с. 86-95.
2. Borovicˇka Jirˇı´, Spurny´ Pavel, Brown Peter Wiegert , Paul, Kalenda Pavel, Clark David & Shrbeny´ Luka´sˇ .The trajectory, structure and origin of the Chelyabinsk asteroidal impactor // Nature. 2013. V. 503. PP. 235-237.