

# Триггерный эффект генерации геомагнитных возмущений ионизирующим излучением солнечных вспышек.

---

Сорокин В.М., Яценко А.К.

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН (ИЗМИРАН), Москва, Россия

e-mail: sova@izmiran.ru

В работе рассмотрен механизм генерации возмущения геомагнитного поля с периодом 5 – 10 минут, сопровождающего поглощение в ионосфере ионизирующего излучения солнечных вспышек. Проведенный анализ магнитограмм и их динамических спектров показал, что поглощение ионизирующего излучения солнечных вспышек классов X2.2 и X1.5 сопровождается колебаниями магнитного поля с периодами порядка (5-10) минут. Проведен анализ магнитограмм на различных расстояниях от подсолнечной точки на поверхности Земли, на которых наблюдается колебательный режим возмущения геомагнитного поля. На примере двух вспышек с различной длительностью показано, что чем короче вспышка, тем сильнее выражен колебательный характер возмущения. Для объяснения природы колебаний развита модель их формирования в процессе поглощения ионизирующего излучения в нижней ионосфере. Ионизация ионосферы излучением в проводящей области изменяет ее проводимость и, соответственно, электрический ток. Возникающий импульс электрического тока приводит к выделению тепла и появлению силы Ампера. Проведенные расчеты показали, что плотность энергии, выделяющейся источником тепла и действием силы Ампера одного порядка. Кроме того, плотность выделившейся энергии значительно превышает плотность поглощенной энергии излучения солнечной вспышки. Таким образом, излучение солнечной вспышки является триггером выделения энергии, запасенной ионосферным током. Показано, что появление импульсного источника энергии приводит к генерации акустико-гравитационных волн в нижней ионосфере. Проведен расчет концентрации электронов и проводимости в нижней ионосфере, а также характеристик источника тепла и силы Ампера, возникающих в результате изменения ионосферного электрического тока. Получена модель формирования акустико-гравитационной волны (АГВ) колебаний геомагнитного поля. Проведенные расчеты показали, что распространение импульса АГВ в ионосфере формирует колебания геомагнитного поля с периодами 5 – 10 мин. Наблюдаемое возмущение геомагнитного поля содержит квазистатическую составляющую, которая повторяет зависимость излучения вспышки от времени, и колебательную составляющую, которая связана с генерацией АГВ в нижней ионосфере. Величина их периодов совпадает с периодами собственных колебаний атмосферы в гравитационном поле, характеризующихся частотой Бранта-Вайсяля. Расчеты показали, что амплитуда колебаний убывает с ростом длительности импульса излучения. Эффективность их генерации возрастает в случае, когда длительность действия источника порядка периода собственных колебаний АГВ. Следует отметить, что импульсное изменение тока в ионосфере может генерировать колебания магнитосферного резонатора, однако периоды этих колебаний значительно короче тех, которые рассмотрены в работе. Результаты расчетов, проведенных в рамках рассмотренной модели, согласуются с наблюдениями колебаний магнитного поля во время солнечных вспышек.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 01201356396 и при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ и Государственного фонда естественных наук Китая в рамках научного проекта № 21-55-53053.