

ОТРАЖЕНИЕ СУТОЧНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДОЛГОТНОГО МАКСИМУМА ГЛОБАЛЬНОЙ ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ В УГЛОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯХ ШУМОВЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИГНАЛОВ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ ПЕРВОГО ШУМАНОВСКОГО РЕЗОНАНСА

В.В. Пчелкин (*Полярный геофизический институт КНЦ РАН*)

Аннотация. Анализируются вопросы связи угловых распределений электромагнитных шумовых сигналов диапазона частот 6-11 Гц с пространственным распределением гроз по поверхности земли. Показан отклик суточных вариаций доминирующих направлений прихода шумовых сигналов на смещение долготного максимума в пространственном распределении грозовой активности, связанное с вращением Земли. Установлено ослабление выраженности этого отклика в зимний сезон, объясняемое уменьшением площадей очагов мировых центров гроз зимой.

Введение

Зависимость интенсивности регистрируемых в районе частот первого шумановского резонанса электромагнитных шумов от направления отмечается многими исследователями (см. например, /1, 2/). Существование доминирующих направлений прихода связывалось в этих работах с неравномерностью распределения грозовых источников по поверхности Земли. Тщательный анализ усредненных угловых распределений (времена усреднения составляли 15-30 минут) регистрируемых шумов, проведенный нами в /3/, подтвердил экспериментально сильную анизотропию электромагнитного поля диапазона частот 6-11 Гц. Сопоставление же с результатами спутниковых и наземных наблюдений показало хорошее согласие сезонных вариаций угловых распределений с сезонными изменениями активности основных мировых грозовых центров /4, 5/.

Отметим, что большие отклонения от распространения электромагнитных сигналов вдоль «дуги большого радиуса», обусловленные целым рядом причин /1, 6, 7, 8, 9/, могут приводить к погрешностям в определении азимутов на источники, достигающим 10-20 и более градусов. Это делает невозможной точную пеленгацию отдельных разрядов в данном диапазоне частот. Тем не менее, так как, в силу сказанного выше, наблюдаемые экспериментально угловые распределения шумов обусловлены, в значительной степени, суточными и сезонными вариациями активности основных мировых грозовых центров, то они могут нести полезную информацию об этой активности, и подлежат изучению.

В предлагаемой вниманию работе мы ставили задачу обнаружения возможного отклика наблюдаемых нами угловых распределений шумов на смещение в связи с вращением Земли долготного максимума грозовой активности, который наблюдается в областях 17 часов LT /10, 11/ и является хорошо установленным метеорологическим фактом.

Экспериментальные данные и их обработка

В работе были использованы данные непрерывных трехлетних измерений (2006-2009 гг.), проведенных в obs. Ловозеро. Прибор представлял собой двухкомпонентный индукционный магнитометр, подробное описание которого содержится в /2/. Методами цифровой фильтрации выделялась полоса частот 6-11 Гц; проводилась тщательное исключение фрагментов, сопровождавшихся техногенными шумами и магнитосферными возмущениями (подробное описание техники сортировки см в /12/). По отобранным записям вычислялись доминирующие направления прихода шумовых сигналов (по составляющим горизонтальной компоненты магнитного поля) за время усреднения, составлявшее 15 минут и строились соответствующие распределения.

Основные результаты и обсуждение

Построенные распределения шумовых сигналов по углам прихода в разные времена в течение суток выявляли закономерное смещение максимумов в распределениях с течением времени влево на большинстве фрагментов (см. рис. 1).

Ситуация становится еще более очевидной при смене формы представления результатов расчетов. Если для графического изображения распределений применять графики плотности, на которых по

горизонтальной оси откладывать время, по вертикальной – доминирующий азимут прихода, а цветом показывать число сигналов за время накопления, зарегистрированных в соответствующем диапазоне углов и времен, то светлые овальные пятна на рисунках, соответствующие активности основных мировых центров гроз, обнаруживают характерную вытянутость сверху-вниз и направо, составляя часто почти непрерывную полосу (рис. 2, а, б, в). Это означает закономерное уменьшение доминирующего азимута прихода сигналов с течением времени, что может трактоваться как следствие смещения приэкваториальных областей, соответствующих поясу 17 часов местного времени при вращении Земли. Для проверки данного предположения были рассчитаны магнитные азимуты из ст. Ловозеро на экваториальную точку 17 LT в разные моменты времени и нанесены на рисунки (см. рис. 2). Близость светлых треков и расчетных линий является хорошим подтверждением высказанной гипотезы.

Выраженность установленной связи нарушается, по наблюдениям, в зимний сезон (сев. полушария) (рис. 2 г). Зимой распределения имеют вид отдельных светлых пятен, хоть и, по-прежнему, несколько вытянутых. Данный факт достаточно легко объясняется тем, что в этот сезон территория мировых центров гроз существенно сокращается, согласно наземным и спутниковым наблюдениям //. Соответственно, и перемещение долгого максимума грозовой активности, связанное с вращением Земли, становится менее выраженным. Поэтому треки и прерываются, «распадаясь» на вытянутые овальные пятна.

Отметим, что долголетний максимум грозообразования обусловлен тем, что именно в послеобеденные часы наблюдаются максимальные конвективные потоки, создающие благоприятные условия для развития гроз, и описан достаточно подробно в литературе (см. например, работы /10, 11/). Согласно /10/, «суточный ход гроз параллелен ходу влажнестойчивости, при которой, благодаря вовлечению в процесс освобождающейся теплоты конденсации в атмосфере возникают мощные вертикальные токи. Поскольку летом ход влажнестойчивости зависит от соответствующего хода приходящей радиации, повторяемость гроз быстро возрастает после 11 часов и достигает максимума к 15-ти часам. В тропиках, в целом, наблюдается послеполюденный максимум гроз».

Выводы

- 1) Регистрируемое в высоких широтах шумовое электромагнитное поле грозовых источников характеризуется выраженной анизотропией, обусловленной, в первую очередь, долготым распределением гроз по поверхности Земли.
- 2) Доминирующее направление прихода регистрируемых шумов закономерным образом изменяется в течение суток, что связывается нами с суточным перемещением локального долгого максимума грозовой активности, приходящегося на 17 часов LT.
- 3) В зимний сезон северного полушария наблюдается ослабление выраженности обнаруженной связи, обусловленное уменьшением площади мировых грозовых центров, подтверждаемое наземными и спутниковыми наблюдениями.

Автор признателен М. И. Белоглазову, А.Н.Васильеву, С.П. Носкову и А.И.Воронину за полезные консультации и подготовку аппаратуры, а также персоналу обс. "Ловозеро" за проведение измерений. Работа выполнена при поддержке Программой фундаментальных исследований Отделения физических наук РАН № 4.11 "Электродинамика атмосферы, радиофизические методы исследований атмосферных процессов" (проект № 4.5 "Атмосферное электричество в нижней атмосфере полярных широт").

Список литературы

1. Блюх П.В., Николаенко А.С., Филиппов Ю.В. - Глобальные электромагнитные резонансы в полости земля-ионосфера // Киев: Наукова думка, с. 146-147, 1977.
2. Белоглазов М.И., Ахметов О.И., Васильев А.Н., Косолапенко В.И. Вариации глобальной грозовой активности по наблюдениям интенсивности 1-го Шумановского резонанса в Арктике // Метеорология и гидрология. Т.60. №12. С.18-24. 2009.
3. В. В. Пчелкин, М. И. Белоглазов - Азимутально-временные характеристики естественных КНЧ-шумов по наблюдениям в высоких широтах. Труды 16-й региональной конференции по распространению радиоволн, с. 33-36. СПб, 9 ноября –11 ноября 2010.
4. Hugh J. Christian, Richard J. Blakeslee, Dennis J. Boccippio. Global frequency and distribution of lightning as observed from space by the Optical Transient Detector. Journal of Geophysical Research, vol. 108, no. D1, 4005, doi:10.1029/2002JD002347, 2003.
5. Справочник по геофизике. М.: Наука, с. 218-228, 1965.
6. Fullekrug, M., Reising, S. C., and Lyons, W. A.: On the accuracy of arrival azimuth determination of sprite – associated lightning flashes by Earth – ionosphere cavity resonances, Geophysical Research Letters, 23, 25, 3691-3694, 1996.

7. Fullekrug, M., and Sukhorukov, A. I.: The Contribution of Anisotropic Conductivity in the Ionosphere to Lighting Flash Bearing Deviations in the ELF/ULF Range, *Geophysical Research Letters*, 26, 8, 1109-1112, 1999.
8. Kemp, D. T.: The global location of large lightning discharges from single station observations of ELF disturbances in Earth-ionosphere cavity, *J. of Atmospheric and Terrestrial Physics*, 33, 919-927, Pergamon Press., 1971.
9. Rodger, C. J., Brundell, J. B., Dowden R. L., and Thomson, N. R.: Location accuracy of long distance VLF lightning location network, *Ann. Geophys.*, 22, 747-758, 2004.
10. И. Блютген – География климатов // «Прогресс», Москва, 1972 г, с. 429.
11. Л. Т. Матвеев Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. // Гидрометеиздат, Ленинград, 1984, с. 752.
12. Белоглазов М. И., Пчелкин В. В. – Особенности распределения уровней высокоширотного атмосферного шумового электромагнитного поля в окрестности первого шумановского резонанса. // *Геомагнетизм и аэронавигация*, №5, 2011.

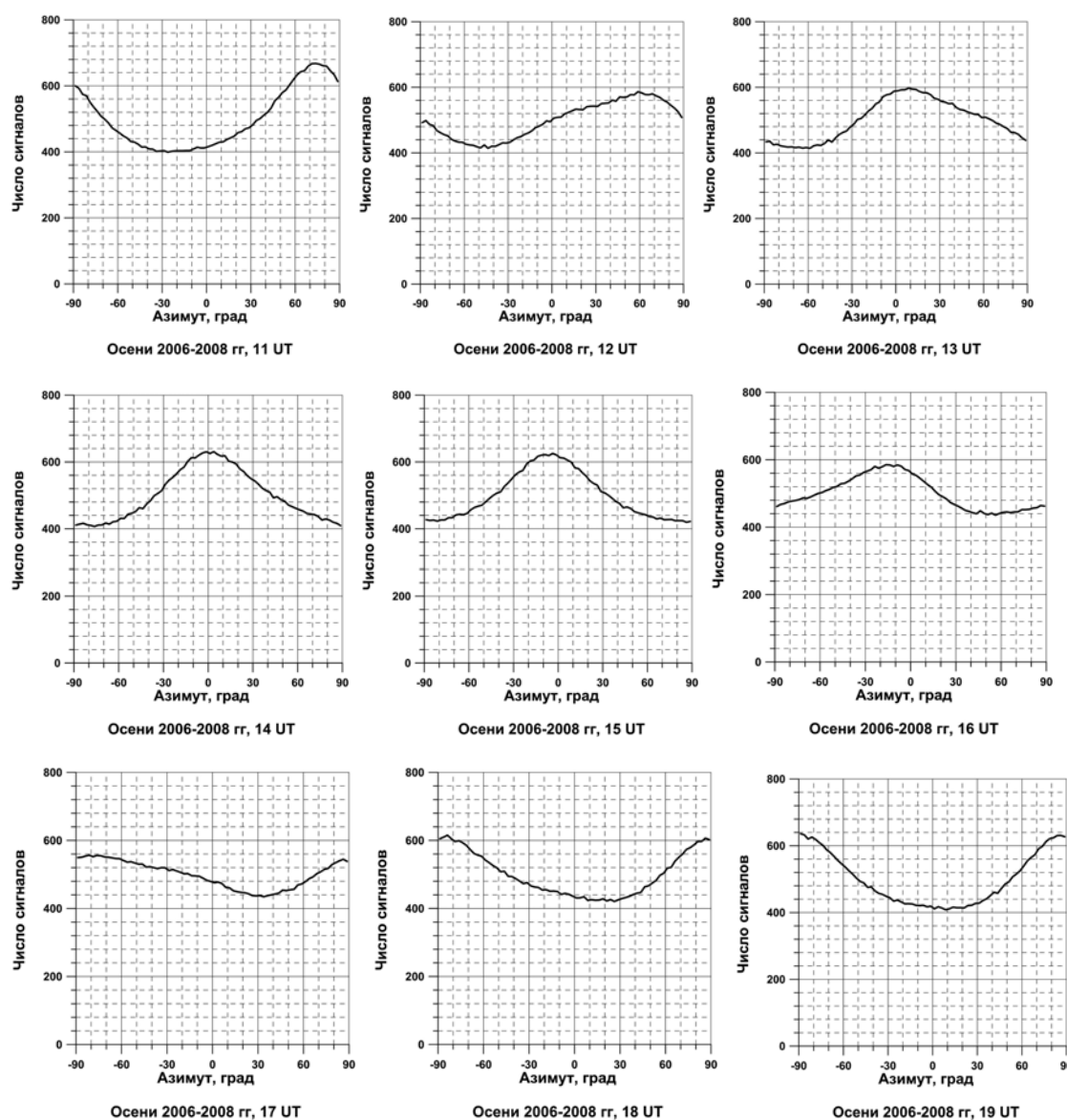


Рис. 1 Смещение максимума азимутального распределения шумов с течением времени на средних за осени 2006-2009 гг. распределениях.

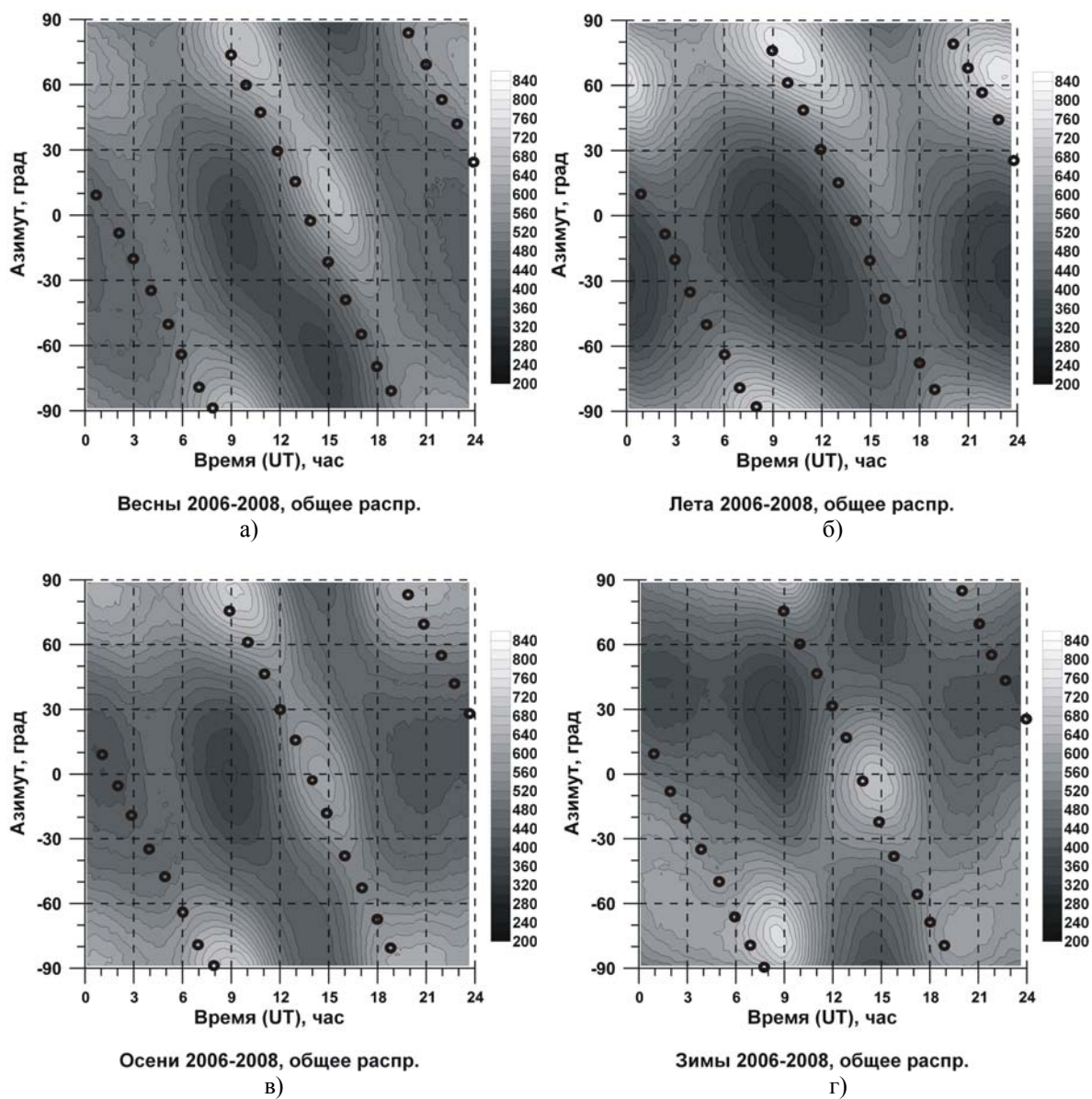


Рис. 2 Азимутально-временные распределения регистрируемых шумовых сигналов в различные сезоны.