

О влиянии рентгеновских источников на амплитуду суточных периодов ОНЧ-излучений

Дружин Г.И., Мельников А.Н., Чернева Н.В.

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,
Россия

drug@ikir.ru, mukamol@yandex.ru, nina@ikir.ru

Основным фактором, воздействующим на область Д ионосферы, а следовательно, и на условия распространения радиоволн в диапазоне очень низких частот, является рентгеновское излучение Солнца [<http://ru.wikipedia.org/wiki>, 1, 2]. Небольшое влияние оказывают дополнительные слабые источники ионизации: метеориты, сгорающие на высотах 60—100 км, космические лучи, энергичные частицы магнитосферы, заносимые в этот слой во время магнитных бурь. В спектральных характеристиках принимаемых ОНЧ-излучений могут проявляться суточное вращение Солнца (~ 27 дней), вращение Луны (29,5 дней) и индустриальная деятельность человека (недельный цикл) [3].

В докладе приводятся результаты спектрального анализа шумовых ОНЧ излучений и излучений от грозовых разрядов в диапазоне периодов, близких к суточному вращению Земли относительно Солнца и звезд. Полученные результаты могут способствовать более полному пониманию процессов, влияющих на характеристики D области ионосферы от излучений, приходящих из космического пространства.

Регистрация шумовых излучений проводилась с применением многоканального ОНЧ-регистратора, находящегося на Камчатке, в экспедиционном пункте р. Карымшина ($j=52^{\circ}49'N$, $l=158^{\circ}07'E$), позволяющего регистрировать сигналы на фиксированных частотах в узких частотных полосах. ОНЧ-регистратор состоит из стовитковой рамочной антенны, предварительного усилителя, расположенного непосредственно у основания антенны, кабельной линии связи, устройства фильтрации сигнала, выходного устройства. Рамочная антенна имеет геометрические размеры 7,5x15 м и ориентирована своей плоскостью в направлении восток — запад.

Для спектрального анализа ОНЧ-шумов был выбран промежуток времени $T=10$ лет и были построены периодограммы в диапазоне периодов, близких к суточному, на трех регистрируемых частотах (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что на всех частотах отчетливо проявляются 2 основных максимума с периодами 1440 мин (24 ч) и 1436 мин (23ч 56 мин). Видно также, что спектральные составляющие 1440 мин и 1436 мин уверенно разделяются (разрешающая способность по периоду составляет 0,4 мин). Первый (самый большой) максимум совпадает с суточным вращением Земли (1440 мин) относительно Солнца, второй (меньшей амплитуды) — с суточным вращением Земли относительно звезд — 23 часа 56 минут (1436 мин).

Для регистрации электромагнитных излучений от грозовых разрядов в ИКИР ДВО РАН создан ОНЧ-пеленгатор, способный принимать сигналы в диапазоне частот от 3 кГц до 60 кГц, приходящих с различных азимутальных направлений. ОНЧ-пеленгатор находится на Камчатке, в с. Паратунка ($j=52^{\circ}58'N$, $l=158^{\circ}15'E$), на территории ИКИР и состоит из антенной системы, предварительных усилителей, блоков аналоговой и цифровой обработки сигнала. Антенная система имеет две взаимно-перпендикулярные рамочные антенны и одну штыревую антенну.

Грозовые разряды регистрировались при превышении порогового уровня 1 В/м. За пятилетний промежуток времени (2002 — 2006 гг.) подсчитывалось почасовое количество атмосфериков, пришедших с азимутальных направлений: $0^{\circ} - 90^{\circ}$; $90^{\circ} - 180^{\circ}$; $180^{\circ} -$

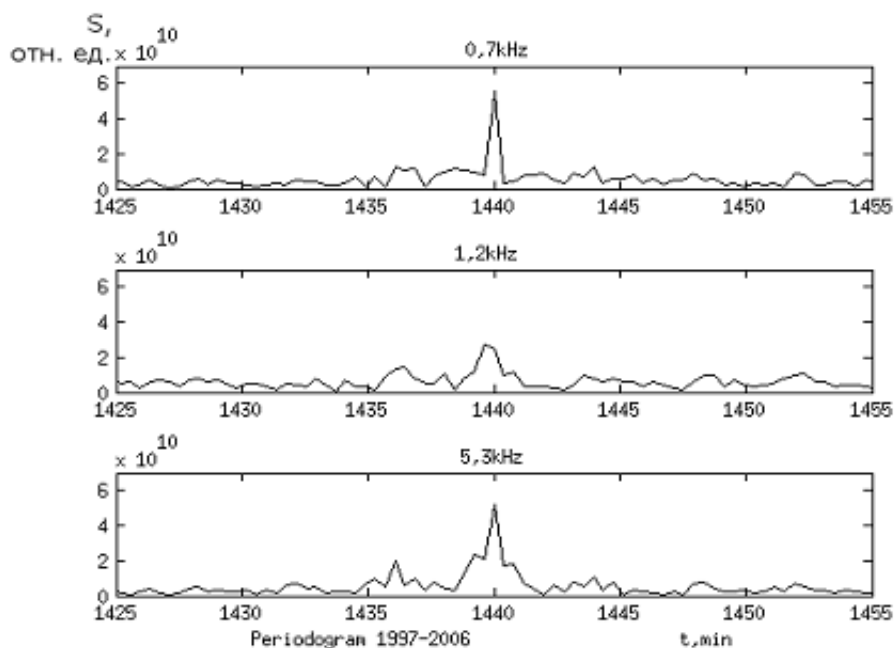


Рис. 1. Периодограммы огибающей ОНЧ-шумов (за 1997-2006 гг.) в трех частотных полосах.

$270^0; 270^0 - 360^0$, затем выполнялся спектральный анализ, результат которого представлен на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что наибольшая амплитуда колебаний с периодами 1436 и 1440 мин наблюдается с азимутального сектора $180^0 - 270^0$, то есть с юго-западного направления. Наименьшая — с северо-восточного ($0^0 - 90^0$) и северо-западного ($270^0 - 360^0$) направлений. Разрешающая способность в этом случае составила 0,8 мин.

Отметим, что на периодограммах, представленных на рис. 1 и рис. 2, уверенно выделяется составляющая, связанная с излучением галактического происхождения (1436 мин). Причиной появления этой составляющей могут быть рентгеновские источники галактики, воздействующие на области D и E ионосферы.

С.Л. Мандельштам [<http://w-rabbit.narod.ru/raznoe/rentgen.htm>] пишет, что у границы земной атмосферы поток рентгеновского излучения Солнца в области 1 — 10 ангстрем составляет 10^{-4} эрг/(см²с), а наиболее сильный источник галактики находится в созвездии Скорпиона Sco X-1, поток от которого составляет $5 \cdot 10^{-7}$ эрг/(см²с). Имеется около сотни дискретных рентгеновских источников. Также рентгеновское излучение наблюдается из рентгеновского хребта Галактики и представляет собой протяженное излучение малой поверхностной яркости, расположенное в виде полосы шириной около 1 — 2 градусов вдоль галактической плоскости [<http://ru.wikipedia.org/wiki>]. Из этого следует, что рентгеновское излучение галактики способно влиять на уровень ионизации области D ионосферы и, как видно из рис. 1 и рис. 2, это влияние приводит к появлению максимума амплитуды на периоде 1436 мин.

Таким образом, анализ данных регистрации естественных электромагнитных излучений на частотах 0.7, 1.2 и 5.3 кГц за 1997 — 2006 гг. показал, что в спектрах огибающей ОНЧ-шумов имеются суточные максимумы, совпадающие с периодами вращения Земли относительно Солнца (1440 мин) и относительно звезд (1436 мин). Анализ пеленгационных наблюдений, выполненный за 2002-2006 гг. в полосе частот 3 — 60 кГц показал, что эти периоды (1440 мин и 1436 мин) также наблюдаются и в спектрах импульсных сигналов атмосферников. Наибольшая амплитуда в спектральных составляющих принятых излучений

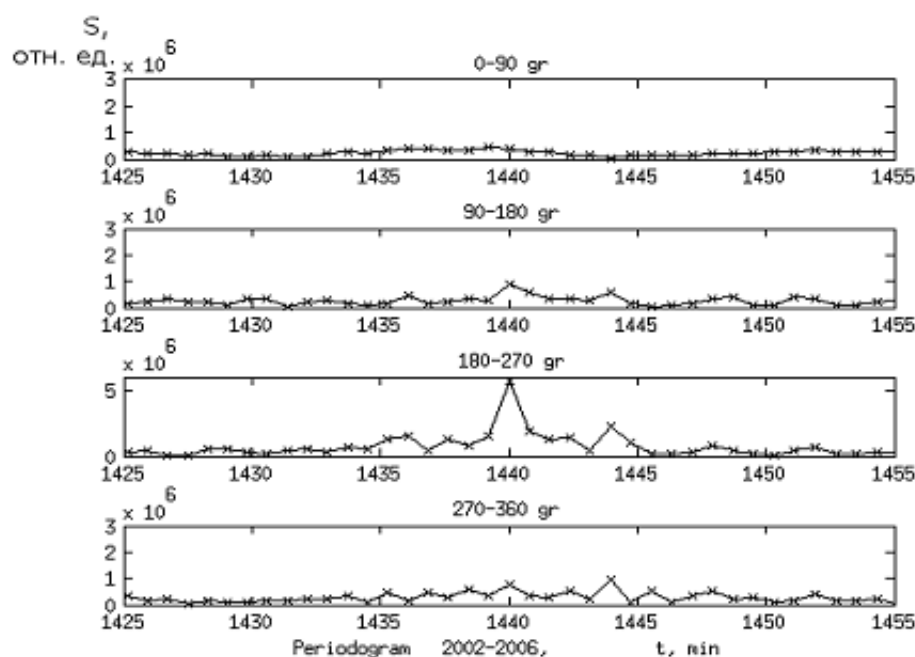


Рис. 2. Периодограммы (за 2002-2006 гг.) , полученные с различных азимутальных направлений, с применением ОНЧ-пеленгатора.

приходится на период, совпадающий с периодом вращения Земли относительно Солнца, и наблюдается с юго-западного направления. В северо-западном или северо-восточном направлениях амплитуды сигналов с периодами 1440 мин и 1436 мин сравнимы по величине.

Наиболее вероятной причиной возникновения периодов в ОНЧ-излучениях, совпадающих с периодами вращения Земли относительно Солнца и относительно звезд, является рентгеновское излучение Солнца и галактическое рентгеновское излучение.

Литература

1. Мурзаева Н.Н. Связь ОНЧ излучения верхней атмосферы с другими геофизическими явлениями. Якутск: изд. ЯФ СО АН СССР. 1977. С. 21-24.
2. Муллаяров В.А., Каримов Р.Р., Козлов В.И., Мурзаева Н.Н. Метеорология и гидрология. 1998. №8. С.48-56.
3. Козлов В.И., Муллаяров В.А. Грозовая активность в Якутии. Якутск: изд. ЯФ СО РАН. 2004. 104 с.

X-ray source effect on VLF radiation diurnal period amplitude

Druzhin G.I., Mel'nikov A.N., Cherneva N.V.

Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation FEB RAS, Russia

On the basis of observation data at "Karymshina" and "Paratunka" sites (Kamchatka), spectral analysis of natural VLF noise envelope for the frequencies of 0.7, 1.2, 5.3 kHz for 1997 - 2006 and of pulse radiation (atmospherics) in the frequency band of 3 - 60 кГц for 2002 - 2006 was carried out. It has been shown, that in noise and pulse components there are diurnal maxima, which coincide with the Earth rotation periods relative to the Sun (1440 min) and relative to stars (1436 min). It has been concluded, that not only the Sun X-ray radiation but also the Galaxy X-ray radiation may affect the level of ionization of ionosphere D layer.