"Physics of Auroral Phenomena", Proc. XXXV Annual Seminar, Apatity, pp. 151 - 153, 2012
© Kola Science Centre, Russian Academy of Science, 2012
Polar Geophysical Institute

ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКА АТМОСФЕРИКОВ В УНЧ-ОНЧ ДИАПАЗОНАХ ПРИ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ РЕГИСТРАЦИИ

В.И. Кириллов, А.А. Галахов, М.И. Белоглазов, О.И. Ахметов *(Полярный Геофизический Институт, Апатиты, Россия)*

Введение

На земном шаре ежеминутно происходит несколько тысяч разрядов атмосферного электричества – ударов молний, которые порождают импульсные возмущения электромагнитного поля Земли, т.н. атмосферики. На частотах ОНЧ - диапазона они способны распространяться на большие расстояния с малым затуханием. Изучение этих радиоимпульсов имеет большую важность, как с научной, так и с прикладной точек зрения. Импульсные радиошумы влияют на работу различных технических устройств, работающих в том же частотном диапазоне, что делает необходимой информацию об амплитудном распределении естественных шумов. Несмотря на большой объем исследований по изучению атмосферного электричества, глубокого понимания физических процессов формирования глобальной электрической цепи (ГЭЦ) до сих пор не достигнуто, а т.к. многие авторы рассматривают одним из главных звеньев ГЭЦ глобальный грозовой генератор, то изучение сфериков может дать ценные экспериментальные сведения для разрабатываемых теорий ГЭЦ. Так же необходимо отметить, что исследования импульсной составляющей радиошумов ОНЧ – диапазона ведутся уже давно [1, 2 и д.р.], в этих работах приведены основные теоретические и экспериментальные характеристики импульсной составляющей радиошумов ОНЧ – диапазона и исследованы источники импульсов. Однако каждый регион имеет ряд особенностей, и эти исследования остаются актуальными и в настоящее время.

Основными целями работы, направленной на исследование импульсного естественного шумового электромагнитного поля в УНЧ-ОНЧ диапазоне, были:

- Проведение непрерывных измерений и обработка результатов.
- Получение параметров функции распределения помех по амплитудам.
- Изучение суточного хода числа атмосфериков в единицу времени при двухкомпонентной фиксации на частотах 600 и 6000 Гц.
- Сравнение статистических характеристик потока атмосфериков регистрируемых на архипелаге Шпицберген с аналогичными характеристиками, полученными в обсерватории «Ловозеро».

Экспериментальные данные и их обработка

В работе использованы данные регулярных измерений двух горизонтальных компонент импульсного шумового магнитного поля, выполняющихся с помощью регистрирующего оборудования, установленного в обсерватории ПГИ на архипелаге Шпицберген.

Комплект аппаратуры «Регистратор атмосфериков» состоит из двух одинаковых выносных приемников ОНЧ-диапазона, подключенных к двум рамочным антеннам, и регистратора атмосфериков. Регистрация атмосфериков осуществляется на персональный компьютер через последовательный порт RS232. Данный комплект аппаратуры позволяет при помощи двух выносных ортогональных рамочных антенн и идентичных приемников ОНЧ принимать сигналы с двух направлений, передавать их по симметричной линии в блок регистратора атмосфериков, расположенный в обсерватории, где фиксируются в аналоговой форме атмосферные импульсы в двух частотных диапазонах (0,6 кГц и 6,0 кГц). После преобразования в цифровую форму при помощи 10-разрядного АЦП сигналы поступают для регистрации. Записанные на жестком диске компьютера данные представляют вид суточных файлов.

В предлагаемом докладе рассмотрен период с ноября 2011 г. по декабрь 2011 г. Несомненно, большим плюсом регистрации атмосфериков в высоких широтах является то обстоятельство, что источник сигнала (молниевый разряд) находится на значительном удалении от приемной станции, но близость к токовым источникам магнитосферных возмущений требует отбора данных с целью исключения дней, сопровождающихся сильными магнитосферными помехами. Поэтому в начале обработки экспериментальных данных был выполнен отбор магнитоспокойных дней, чтобы исключить влияние техногенных помех и помех, связанных с геомагнитной активностью. Сортировка дней осуществлялась на основе анализа магнитограмм, динамических спектров КНЧ-диапазона и т.д.

По данным измерения строилась функция распределения амплитуд компонент горизонтального магнитного поля. Для аппроксимации экспериментального распределения применяется формула вида [3,4]:

$$P(X) = [1 + (\frac{X}{X_{50}})^k]^{-1}, \qquad (1)$$

где X_{50} – медианное значение измеряемой величины.

По каждому из отобранных дней выполнялась подгонка параметров формулы. В качестве метода подгонки использовался метод наименьших квадратов:

$$\sum_{i=1}^{n} (P_{(i)эксп} - P_{(i)теор})^2 \to \min .$$

Основные результаты и выводы

На рис.1 и рис.2 изображены функции распределения амплитуд построенные по экспериментальным данным (прерывистая кривая) и по формуле (1) (сплошная кривая) для северо-южной (С-Ю) и западно-восточной (З-В) компонент соответственно.

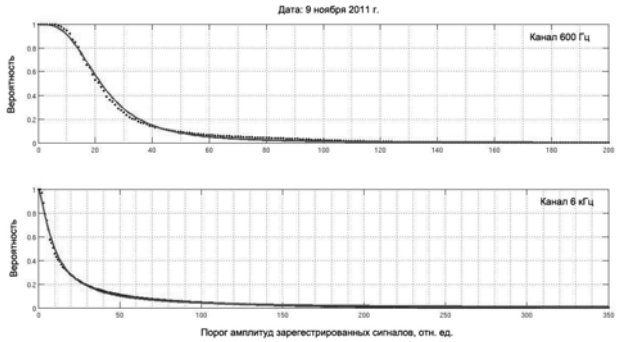

Рис.1

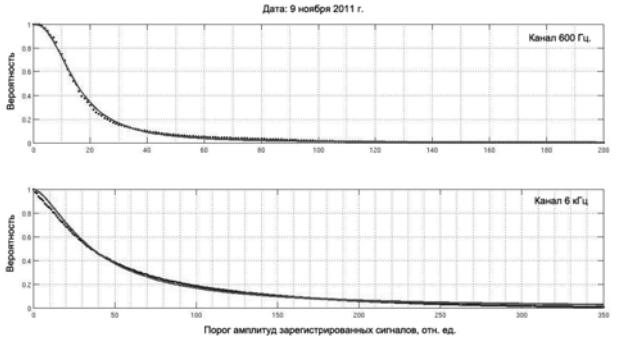

Рис.2

Построены суточные хода параметра k, входящего в выражение (1). В статье [5] приводятся значения показателя степени k, которые изменяются в пределах от 1,5….3 весной и осенью, 1….2 летом и 2.5…3.5 зимой в средних широтах. Значения k для высоких широт, полученные в данной работе, изменяются в течении суток в пределах от 2,5 до 3,5 для сигналов на частоте 600 Гц и от 1,5 до 2 для сигналов на частоте 6000 Гц. Таким образом можно сделать вывод, что распределение амплитуд компонент импульсной составляющей шумового магнитного поля для высоких широт в значительной мере соответствует тому же распределению в средних широтах. В качестве примеров на рис.3 и рис.4 приведены зависимости 9-го ноября 2011г. для С-Ю и З-В компонент соответственно.

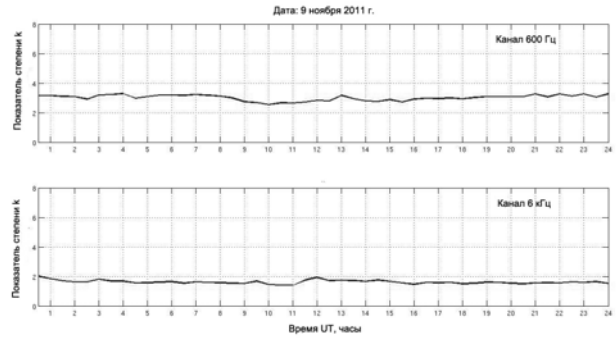

Рис.3

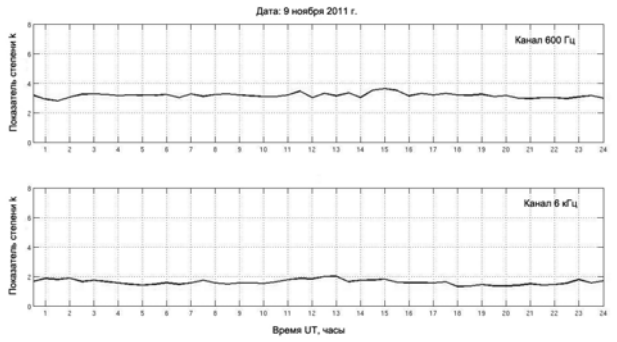

Рис.4

Для магнитоспокойных дней были построены суточные вариации числа зарегистрированных атмосфериков в единицу времени. Полученные суточные хода характеризуются сильной изменчивостью от суток к суткам. Усреднение суточных ходов за несколько дней изображено на рис. 5, где верхняя кривая соответствует З-В компоненте, а нижняя С-Ю компоненте магнитного поля.

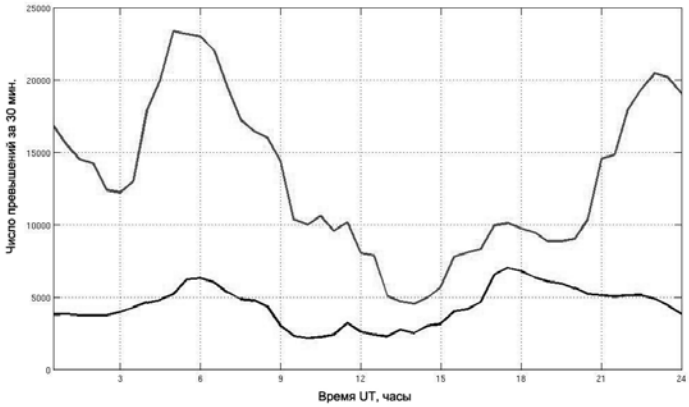

Рис.5

Как видно из графика, обе кривых суточных ходов имеют дневной «провал» и увеличение числа зарегистрированных сигналов ночью и вечером по всемирному времени. Этот факт можно объяснить условиями распространения низкочастотных сигналов в полости эемля-ионосфера. В дневное время по трассе распространения сигналов имеется сильное затухание, а в остальные часы, увеличение числа атмосфериков есть результат работы основных центров гроз.

Проведено сравнение результатов полученных в данной работе с результатами аналогичных измерений двух горизонтальных компонент магнитной составляющей импульсного естественного шумового электромагнитного поля в обсерватории ПГИ в пос. Ловозеро. Так как расстояние между приемным пунктом на архипелаге Шпицберген и в пос. Ловозеро достаточно большое, более 1000 км, полезно сравнить характеристики потока атмосфериков зарегистрированных в этих обсерваториях. Сравнение привело к следующим результатам

- значения параметра k для функции распределения амплитуд в Ловозере, лежат в тех же пределах, что и значения полученные в данной работе.
- На графиках суточных ходов числа зарегистрированных атмосфериков в единицу времени (рис. 6) для З-В (верхняя кривая) и С-Ю (нижняя кривая) компоненты магнитного поля в пос. Ловозеро, так же наблюдаются дневные «провалы».

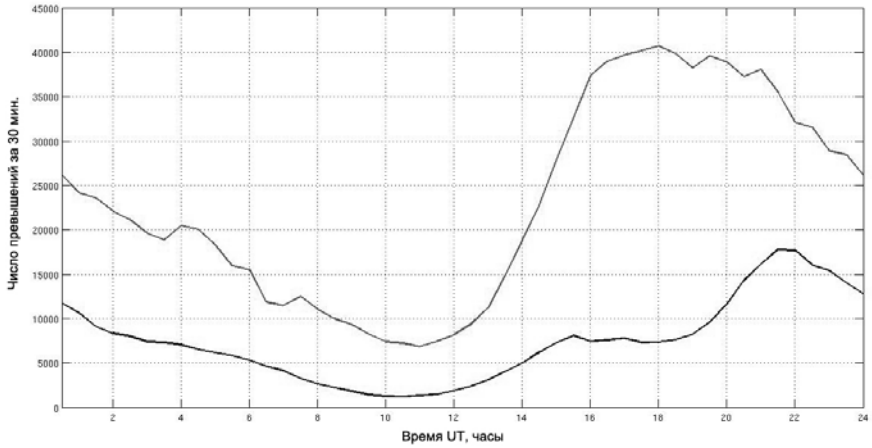

Рис.6

Список литературы

1. Ремизов Л.Т. Естественные радиопомехи // М.: Наука, 1985.
2. Осинин В.Ф. Радиошумы естественных источников на востоке СССР // М.: Наука, 1982.
3. Лихтер Я.И. Об аппроксимационной формуле закона распределения амплитуды огибающей атмосферных радиопомех // Геомагнетизм и аэрономия. Т.1.№2, 1961б.
4. Махоткин Л.Г. Статистика атмосферных радиопомех // Геомагнетизм и аэрономия. – 1963. - Т.3. - №2. - С. 284-292.
5. Александров М.С. Исследование атмосферных радиопомех ОНЧ- и НЧ-диапазонов и их источников. //Успехи современной радиоэлектроники. – 1998. - №10. – С. 3-25.