

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУД ШУМОВОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В УНЧ-ОНЧ ДИАПАЗОНЕ

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

Аннотация. Выполнен анализ распределения амплитуд импульсного естественного шумового электромагнитного поля в УНЧ-ОНЧ диапазоне на частоте 600 Гц. В частности, анализ выполнялся по северо-южной компоненте регистрируемой в обсерватории «Ловозеро». Исследована суточная вариация числа регистрируемых атмосфериков в единицу времени. Применяя известную эмпирическую формулу, полученную по результатам измерений атмосфериков в килогерцовом диапазоне частот в средних широтах, описано распределение вероятностей амплитуд атмосферных шумов УНЧ-ОНЧ диапазона на Кольском п-ве и рассчитаны параметры этой зависимости.

Введение

Изучение свойств импульсного естественного шумового электромагнитного поля в УНЧ-ОНЧ диапазоне частот имеет большую значимость по ряду причин. Во-первых, атмосферерики влияют на работу технических устройств, работающих в том же частотном диапазоне, что делает необходимой информацию об амплитудном распределении естественных шумов. Во-вторых, исследования атмосфериков – необходимая составная часть комплексных наблюдений в задаче прогнозирования развития гроз. И, в-третьих, изучение сфериков – может дать ценные экспериментальные сведения для разрабатываемых теорий ГЭЦ.

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

- Проведение непрерывных измерений и обработка.
- Получение параметров функции распределения помех по амплитудам.
- Изучение суточного хода числа атмосфериков в единицу времени при однокомпонентной фиксации.

Экспериментальные данные и их обработка

В работе использованы данные регулярных измерений северо-южной компоненты импульсного шумового магнитного поля, выполняющихся с помощью регистрирующего оборудования, установленного в обсерватории ПГИ «Ловозеро».

Комплект аппаратуры «Регистратор атмосфериков» (РА) состоит из двух одинаковых выносных приемников ОНЧ-диапазона (Receiver N001, Receiver N002), подключенных к двум рамочным антеннам, и регистратора атмосфериков (Atmospheric Recorder). Регистрация атмосфериков осуществляется на персональный компьютер ПК 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, расположенной в обсерватории, где фиксируются в аналоговой форме атмосферные импульсы в двух частотных диапазонах (0,6 кГц и 6,0 кГц). После преобразования сигнала в цифровую форму при помощи 10-разрядного АЦП поступают для регистрации на ПК. Записанные на жестком диске компьютера данные представляют вид суточных файлов.

Для анализа выбран период с декабря 2008г. по февраль 2009г. и с декабря 2009г. по февраль 2010г. 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 атмосфериков. Для аппроксимации экспериментального распределения применяется формула вида [Лихтер, 1961б; Махоткин, 1963]:

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

где X_{50} – медианное значение измеряемой величины.

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

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

По результатам вычислений были построены суточные хода параметров k , B_{50} .

Основные результаты и выводы

1. Проведены непрерывные измерения северо-южной компоненты шумового магнитного поля в обл. «Ловозеро» в период с декабря 2008г. по февраль 2009г. и с декабря 2009г. по февраль 2010г.

2. Для магнитоспокойных дней были построены суточные вариации числа зарегистрированных атмосфериков в единицу времени (см. рис.1).

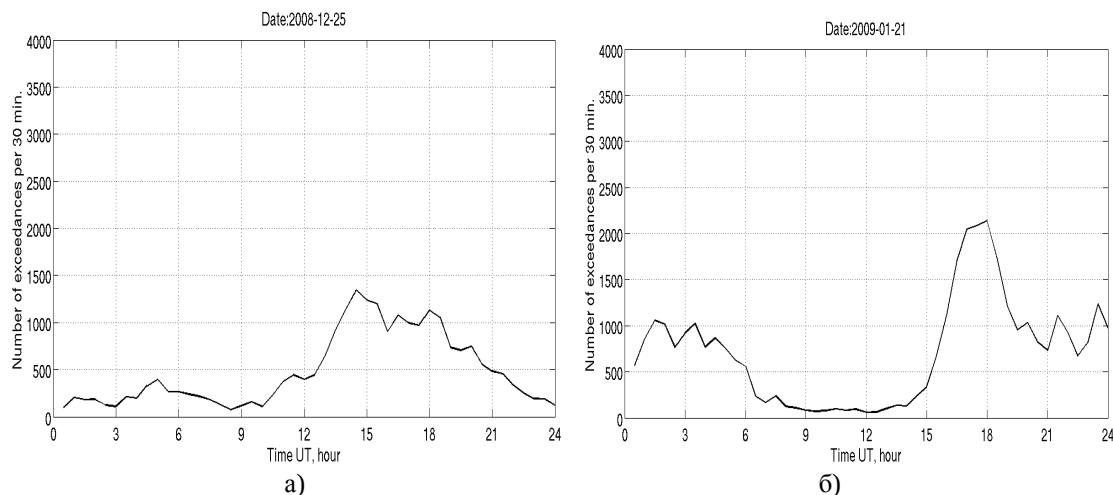


Рис. 1

Полученные суточные хода характеризовались сильной изменчивостью от суток к суткам. Сопоставление с суточным ходом кривой превышения для диапазона частот первого шумановского резонанса (см. рис.2), а также сопоставление кривых за зиму (см. рис.3) показало, что суточный ход числа атмосфериков в высоких широтах не выявил морфологических совпадений.

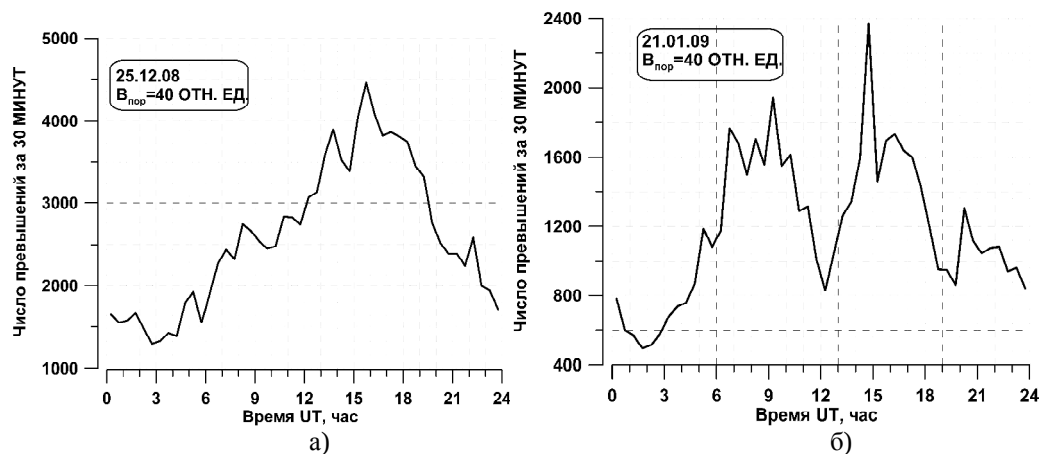


Рис. 2

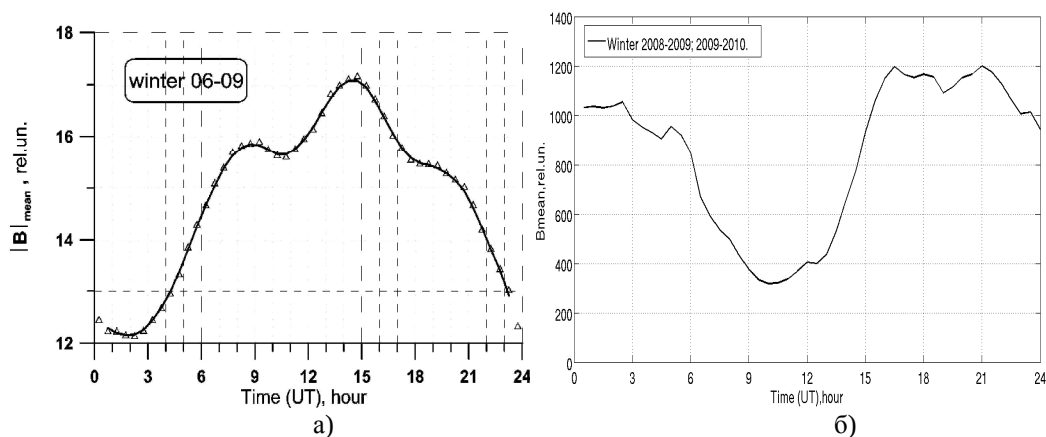


Рис. 3

Объяснение этого факта может заключаться в следующем. Однокомпонентная регистрация атмосфериков по направлению север-юг потенциально может обнаружить лишь работу Африканского центра (т. к. азимуты на азиатский и американский составляет примерно 90 градусов к оси рамки) в дневные часы, а именно в это время затухание по трассе распространения сигнала наиболее сильно, ночные возрастания плотности потока обусловлены слабым затуханием и относительно широкой направленностью диаграммы эффективности регистрации прибора. Таким образом, в рамках данной версии результаты регистрации отображают в большей степени условия распространения сигнала, а не активность мировых грозных очагов.

3. Аналитическое выражение $P(B) = [1 + (\frac{B}{B_{50}})^k]^{-1}$ удовлетворительно аппроксимирует

экспериментальную функцию распределения уровней амплитуд. Значения параметра k изменяются в течении суток в пределах от 4 до 7.

Работа выполнена при поддержке Программы 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. Лихтер Я.И. исследования атмосфериков в СССР в 1957-1959 гг. // Геомагнетизм и аэрономия. Т.1. №2, 1961а.
2. Лихтер Я.И. Об аппроксимационной формуле закона распределения амплитуды огибающей атмосферных радиопомех // Геомагнетизм и аэрономия. Т.1. №2, 1961б.
3. Махоткин Л.Г. Статистика атмосферных радиопомех // Геомагнетизм и аэрономия. Т.3. №2, 1963.
4. Осинин В.Ф. Радишумы естественных источников на востоке СССР // М.: Наука, 1982.
5. Сборник научных трудов. Радиофизические исследования геофизических явлений на востоке СССР // Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1987.
6. Ремизов Л.Т. Естественные радиопомехи // М.: Наука, 1985.