

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ В ИОНОСФЕРНО-МАГНИТОСФЕРНОМ КОНТУРЕ

ELECTROMAGNETIC FLUCTUATIONS IN IONOSPHERE-ATMOSPHERE CONTOUR

В.П.Сивоконь

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

The observation method of electromagnetic fluctuations in a range of geomagnetic pulsations based on registration of variations in a range SLF-VLF of hissings, modulated by these electromagnetic fluctuations, is offered. The observation over natural noises in electrical networks of Kamchatka have allowed to find out electromagnetic fluctuations in a range of frequencies $(35 \div 67) \cdot 10^{-3}$ Hz. It is shown, that these fluctuations are possible in ionosphere-atmosphere oscillatory contour formed power magnetic tubes (inductance) and a site of electrojet-Earth (capacity).

В основу современных представлений о механизме генерации пульсаций положен принцип проточного циклотронного мазера [Трахтенгерц и др.,1986]. Известно [Семенов,1973], что длина открытого резонатора, каковым в данном случае является магнитная силовая трубка, содержащая волокно повышенной концентрации плазмы, должна быть больше или сопоставима с длиной волны генерируемого излучения. Расчёты показали, что такое требование выполняется только для пульсаций Pc1. Анализ ситуации показывает, что генезис более низкочастотных, чем Pc1 пульсаций, можно объяснить на основе ионосферно-магнитосферного контура, в котором роль индуктивности играют силовые трубки, а ёмкости, соответственно, участок электроджет - Земля. Использование индуктивности для оценки переходных процессов в эквивалентной токовой ионосферно-магнитосферной системе применялось ранее в работах [Мальцев и др.,1975]. В разработанном подходе для получения колебательного контура оставалось учесть наличие ёмкости электроджет-Земля.

В качестве «приёмных устройств» вариаций электроджета используются линии электропередач протяжённостью около 100 километров. Они имеют ёмкость, индуктивность и сопротивление, т.е. обладают резонансными свойствами. При этом резонансная частота равна ≈ 3 килогерц, а добротность составляет ≈ 20 .

В ходе наблюдений были обнаружены возмущения, характеризующиеся внезапным повышением уровня шума в полосе от 2 кГц до 19 кГц. В качестве примера на рис.1 приводится запись 1 ноября 2008 года 21.00 UT в полосе частот 3-11 кГц. Колебательный процесс характеризуется периодом, который изменяется в пределах от 15 до 29 секунд, что соответствует

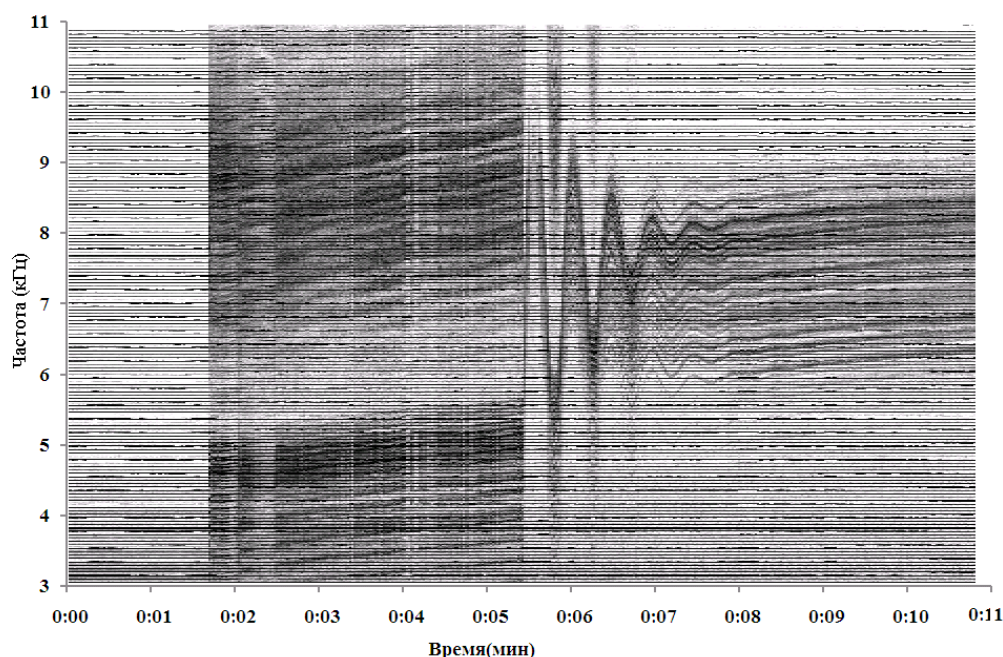


Рисунок 1.

частоте $(35 \div 67) \cdot 10^{-3}$ Гц. В результате обработки наблюдений получено среднее значение периода и частоты, соответственно 26 секунд и $38 \cdot 10^{-3}$ Гц. Декремент затухания колебательного процесса составляет несколько минут. При этом само возмущение по времени длится от десятка минут до получаса.

С момента обнаружения аномальных возмущений рассматривалась возможность их генезиса, как результата внутренних процессов, происходящих в системе электроснабжения. В мае-июне 2008 года, производилась сверка времени наблюдения возмущений с оперативными переключениями и авариями в электросетях, при этом никакой взаимосвязи обнаружено не было. При сопоставлении спектрограмм до и в момент возмущения, оказалось, что уровень гармоник сети не меняется, а увеличивается уровень шума, что делает маловероятным происхождение возмущения внутри сети.

Результаты наблюдений в 2008 году показали, что время наблюдения носит сезонный характер и проявляется в основном (время мировое) утром в весенне-летний период и вечером в осенне-зимний период.

Из спектрограммы рис.1. видно, что колебательный процесс затухающий и, следовательно, по нему можно определить декремент затухания $\tau = 152$ секунды, а затем рассчитать

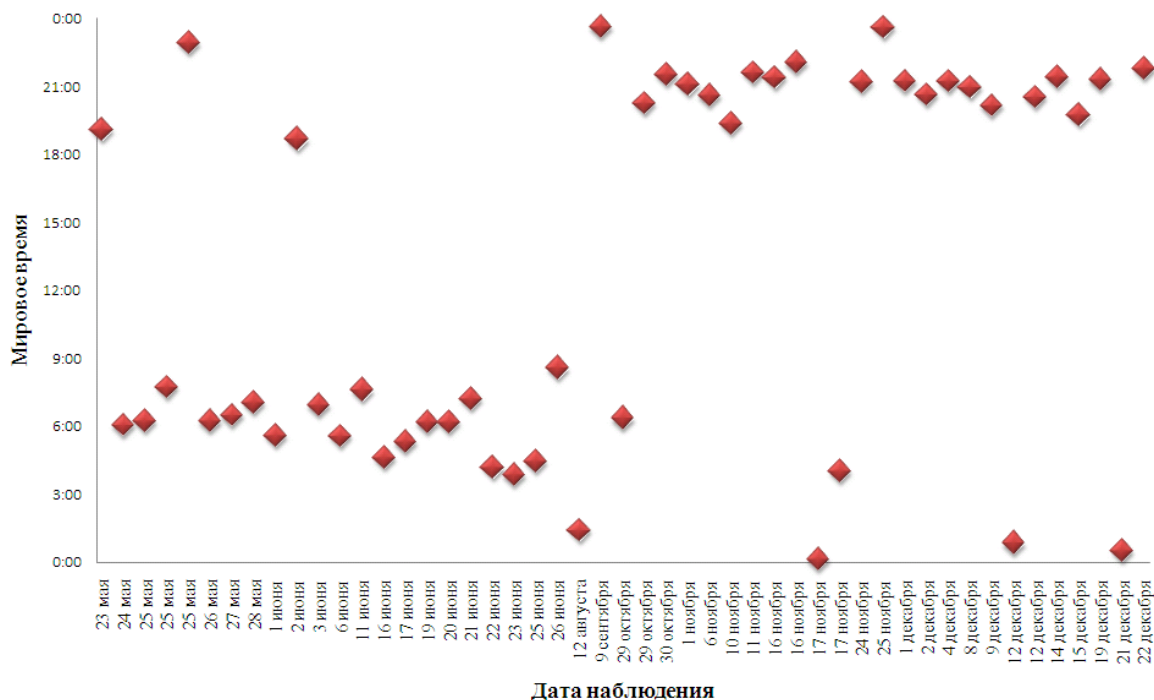


Рисунок 2.

добротность контура, в котором развиваются эти колебания:

$$Q = \frac{\omega \tau}{2} \approx 18,4$$

где $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$, $f = 38 \cdot 10^{-3}$ Гц.

Исходя из приведённых в [Boteler et al.,2000] оценочных величин активного сопротивления электроджета примем $R \approx 0,75$ Ом. Тогда для индуктивности

$$L = \frac{QR}{\omega} \approx 57 \text{ Гн}$$

и соответственно для ёмкости

$$C = \frac{1}{\omega^2 L} \approx 0,3 \text{ Ф.}$$

Для оценки индуктивности силовых трубок используем выражение, полученное в работе [Ландау, Лифшиц. 1982] для индуктивности тонкого кольца из провода

$$L = 4\pi b \left(\ln \frac{8b}{a} - \frac{7}{4} \right)$$

где b - радиус кольца и a - радиус провода. В качестве радиуса силовой трубки a , как эквивалентного провода примем ларморовский радиус, который по данным [Хесс, 1972] составляет $5 \cdot 10^2 - 7 \cdot 10^3$ см. Расчёты с использованием приведённого выражения показывают, что величина индуктивности, полученной, исходя из параметров колебательного процесса, может быть реализована в силовых трубках внешнего радиационного пояса.

Наблюдения за естественными шумами в электрической сети Камчатки позволили обнаружить аномальные возмущения в диапазоне частот 2-19 кГц. В структуре возмущений присутствует колебательный процесс с частотой $\approx 38 \cdot 10^{-3}$ Гц, обусловленный, вероятнее всего, вариациями токовой структуры электроджета. Сезонная зависимость времени регистрации возмущений служит дополнительным подтверждением этого предположения. Колебательные процессы вероятнее всего происходят в ионосферно-магнитосферном контуре, образованном индуктивностью силовых трубок магнитного поля Земли и емкостью электроджет-Земля.

Литература

- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред, М. Наука, 1982.–620 с.
 Мальцев Ю.П., Леонтьев С.В., Ляцкий В.Б. Индукционные электрические поля во время суббури // Геомагнетизм и аэрономия. 1975. Том 15, №3. – С.519-523.
 Семенов Н.А. Техническая электродинамика. – М.:Связь,1973. – 480 с.
 Трахтенгерц В.Ю., Тагиров В.Р., Черноус С.А. Проточный циклотронный мазер и импульсные ОНЧ-излучения // Геомагнетизм и аэрономия. 1986. Том 26, №1.– С.99–106 с.
 Хесс В. Радиационный пояс и магнитосфера– М.:Атомиздат, 1972. – 352 с.
 Boteler D.H., R. Pirjola, L. Trichtchenko On calculating the electric and magnetic fields produced in technological systems at the Earth's surface by a «wide» electrojet // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. 2000. V. 62. P. 1311-1315.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ ГЕОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ, ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ СИЛЬНЫМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМ НА КАМЧАТКЕ USING INFORMATION SYSTEM WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO DETECT ANOMALIES GEOACOUSTIC EMISSION PRIOR TO STRONG EARTHQUAKES IN CAMCHATKA

Ю.В.Марапулец, А.В.Шадрин

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

Since 1999, Kamchatka is conducting research of high-frequency geoacoustic emission in the frequency range 0.1 Hz ... 10 kHz sonar sensors installed in small reservoirs. The results showed that during the observation period, the majority of seismic events with energy class $K_s > 11$, located generally within a radius of 250 km have been recorded acoustic anomalies recorded in the daily time interval before the earthquake. The effectiveness of the acoustic response depends on the energy of the earthquake, its removal, depth and spatial location. Analysis of the recorded data is laborious, but anomalies of geoacoustic emission before earthquakes, the sensors record the signals caused by meteorological and anthropogenic factors. Examining the characteristics of the emission signals of different nature, was built information system using