

ОСОБЕННОСТИ РЕГИСТРАЦИИ АТМОСФЕРИКОВ ИНДУКЦИОННЫМ ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ И ЦИФРОВЫМ ОСЦИЛЛОГРАФОМ НА ОЗ. БАЙКАЛ*

С.М. Куценко¹, Ю.Б. Башкуев²

¹ ФБГОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщения», Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15, e-mail: kutsenko_s@irgups.ru,

² Институт физического материаловедения СО РАН, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д.6, e-mail: buddich@mail.ru

Грозовая активность является одним из источников помех в работе электронного оборудования и средств телекоммуникаций, поэтому в статье рассмотрен вопрос применения индукционно-электрометрического преобразователя (ИЭП) для исследования параметров атмосферных помех (атмосфериков) в ОНЧ - УВЧ диапазоне. Приведены экспериментальные результаты измерений атмосфериков цифровым осциллографом посредством ИЭП.

Ключевые слова: атмосферные помехи, индукционный электрометрический преобразователь.

PECULIARITIES OF REGISTRATION ATMOSPHERICS INDUCTION DETECTED BY AN ELECTROMETRIC CONVERTER AND DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE ON THE LAKE BAIKAL

S.M. Kutsenko¹, Y.B. Bashkuev²

¹ Irkutsk State Transport University, 15, Chernyshevsky str., Irkutsk, 664074, Russia, e-mail: kutsenko_s@irgups.ru

² Institute of Physical Materials Science SB RAS, 6, Sakhyanovoy st., Ulan-Ude, Russia e-mail: buddich@mail.ru

Storm activity is a source of interference to electronic equipment and telecommunications, so in this article the problem of induction-electrometric converter (IEP) to study the parameters of atmospheric noise (atmospherics) in the VLF - UHF band. The experimental measurements of atmospheric digital oscilloscope through EPI.

Keywords: atmospheric noise, the induction electrometric converter.

Введение

Одним из источников электромагнитных помех, оказывающих мешающее воздействие на работу электронного оборудования и средств телекоммуникаций, являются атмосферные помехи или атомосферики. В связи с этим, в рамках выполнения гранта РФФИ, на Байкале

* Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 12-08-90808, «Изучение новейших методов регистрации электромагнитного и акустического излучения, возникающего при техногенной деятельности человека. Научный проект Куценко Сергея Михайловича из Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Иркутск, в Институте физического материаловедения СО РАН, г. Улан-Удэ».

на опытно-экспериментальной базе «Горячинск» Института физического материаловедения СО РАН в июле 2012 года были проведены исследования временных и частотных параметров атмосфериков посредством цифрового осциллографа и индукционного электрометрического преобразователя (ИЭП).

Эксперимент

Для регистрации атмосферных помех использовался цифровой двухканальный осциллограф Agilent Technologies DSO 5032A. Его параметры: АЦП канала - 2 Гвыб/сек, измеряемый частотный диапазон – 300 МГц. С помощью осциллографа были записаны ряд осциллограмм, которые были импортированы в математический пакет Matlab в специализированный пакет SPTool. В этом программном продукте построены осциллограммы и спектры зарегистрированных импульсов.

Атмосферики регистрировались ИЭП. Выбор использования ИЭП обусловлен необходимостью исключения влияния такого параметра как действующая высота антенны на результаты измерений. ИЭП представляет собой две тонкие металлические пластины размером 12х3,7 см ($L=12$ см), расстояние между пластинами $h=8,5$ см. ИЭП изготовлен согласно рекомендациям [1] и изображён на рис. 1, его логарифмическая амплитудно-частотная характеристика передаточной функции приведена на рис. 2.

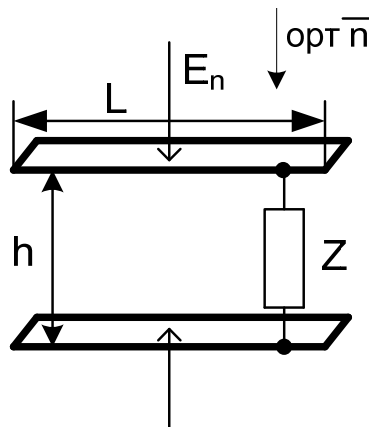


Рис. 1.

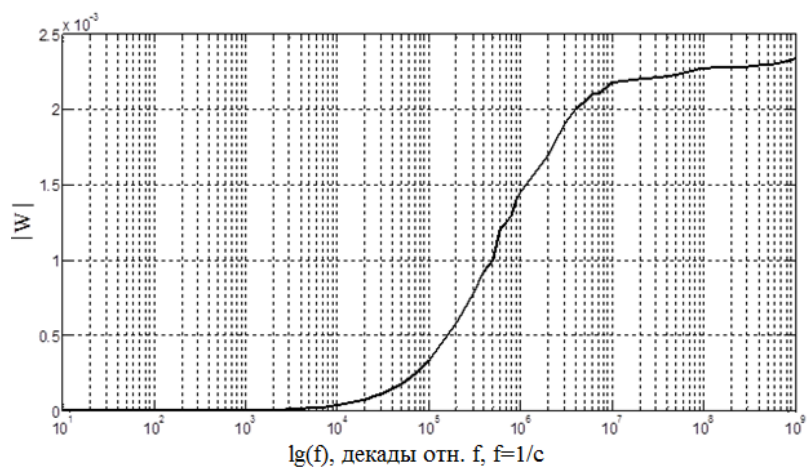


Рис. 2.

Результаты исследований

В качестве примера приведём результаты обработки атмосфериков с учетом передаточной функции ИЭП. Зарегистрированные сигналы от атмосфериков были импортированы в математический пакет Matlab, в котором построены осциллограммы и спектры импульсов. Один из таких типовых сигналов приведен на рис. 3. На рис. 4 показан спектр данного сигнала. На рис. 5 приведён спектр напряженности поля для этого же сигнала, но с учётом передаточной характеристики ИЭП.

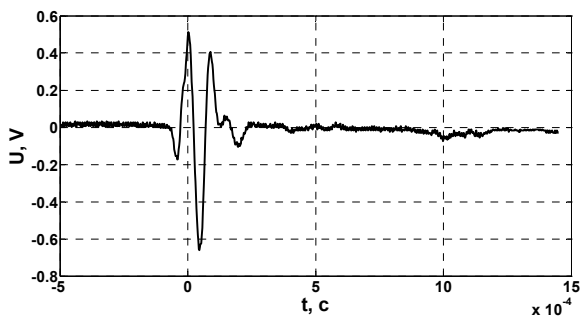


Рис. 3. Осциллограмма атмосферика

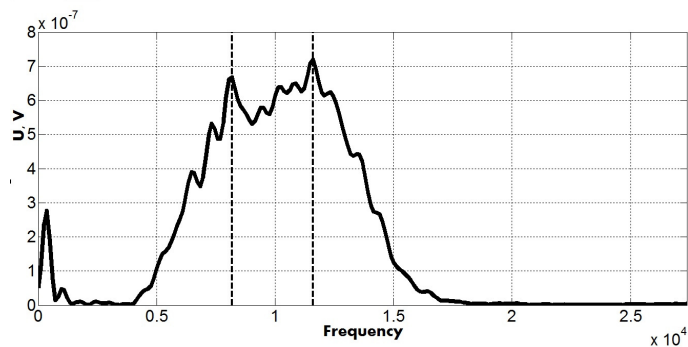


Рис. 4. Спектр импульса, приведенного на рис. 3. Значения маркеров: 8179 Гц -уровень $6,68 \cdot 10^{-7}$ В и 11597 Гц – уровень $7,19 \cdot 10^{-7}$ В.

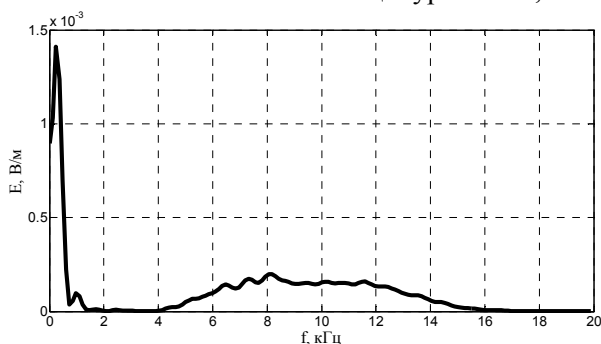


Рис. 5. Спектр напряженности поля для сигнала, приведённого на рис. 3.

На рис. 6 и 7 приводятся осциллограмма последовательности импульсов атмосфериков и их спектр соответственно.

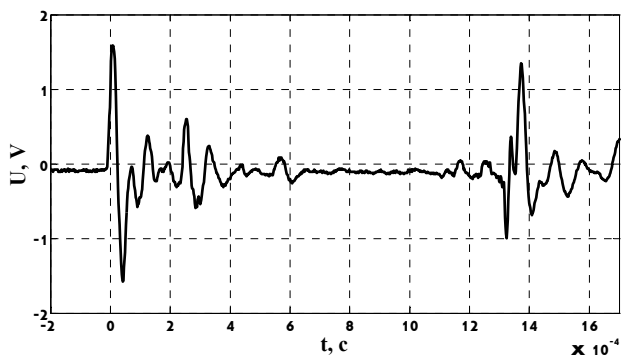


Рис. 6.

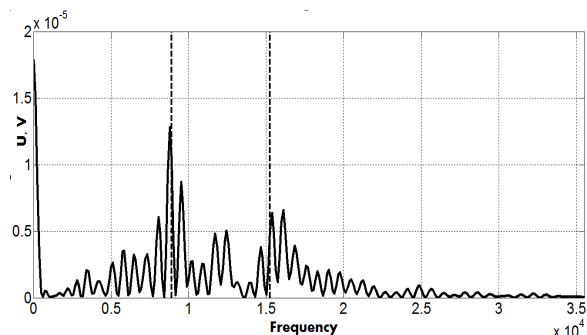


Рис. 7. Спектр последовательности импульсов, приведенных на рис.6. Значения маркеров: 8789 Гц -уровень $1,28 \cdot 10^{-5}$ В и 15259 Гц – уровень $5,05 \cdot 10^{-6}$ В.

Выводы

Из спектров сигналов, приведенных на рис. 4, 5 и 7 можно сделать общий вывод о том, что спектральная плотность сосредоточена в диапазоне от 4 кГц до 20 кГц. Согласно классификации атмосфериков, приведенных в [2], частотный диапазон от 3 до 50 кГц характерен волноводному типу распространения радиоволн в сферическом волноводе Земля – ионосфера. На частоте вблизи 5 кГц регистрируются атмосферные помехи на Камчатке [3]. Как раз примерно в данном частотном диапазоне и наблюдаются регистрируемые нами импульсы. Длительность наблюдаемых импульсов в среднем составляет от 200 до 600 микросекунд, что согласно [2, стр. 54] характерно предразрядной стадии лидерной части разряда молнии. Подобные молниевые разряды могут возникать в летнее время, причём

расстояние до источника может составлять 1500 – 2000 километров. Как и в [2] наблюдаемые импульсы во всех случаях имеют двойную полярность.

По наблюдениям за грозовой деятельностью в Якутии авторами [4] определена пороговая частота равная 15 кГц, которая позволяет разделить наземные и межоблачные грозовые разряды. Исходя из данной классификации атмосфериков, можно сделать вывод, что наблюдаемые сигналы на Байкале относятся к наземным грозовым разрядам. Также, согласно этой же классификации [4], наблюдаемые сигналы можно отнести к грозам, которые возникают на расстоянии свыше 30 и более километров. Об этом говорит отсутствие сигналов в частотном диапазоне от 1,5 до 2 кГц и наличие сигналов на частотах свыше 10 кГц. Для более точной локализации источников грозовой активности необходимо проводить дополнительные исследования.

Библиографические ссылки

1. Панин, В.В. Измерение импульсных магнитных и электрических полей / В.В. Панин, Б.М. Степанов. - М.: Энергоатомиздат. – 1987. – 120 с.
2. Флуктуации электромагнитного поля Земли в диапазоне СНЧ / Под ред. Александрова М.С. – М.: Наука. - 1972. - 197 с.
3. Михайлов, Ю.М. Обнаружение атмосферных волн в спектрах мощности атмосферных помех на Камчатке / Ю.М. Михайлов, Г.А. Михайлова, Г.И. Дружин, О.В. Капустина // Геомагнетизм и аэрономия. – 2004. – Т.44. – с. 245-253.
4. Козлов, В.И. Грозовая активность в Якутии / В.И. Козлов, В.А. Муллаяров. - Якутск: ЯФ изд-ва СО РАН, 2004 – 104 с.

REFERENCES

1. Panin, V.V. Izmerenie impulsnyh magnitnyh I electriceskikh poley. V.V. Panin, B.M. Stepanov, M.: Energoatomizdat, 1987, 120 p.
2. Fluktuatsii electromagnitnogo poly Zemly v diapazone SNCH, Pod red. Alecsandrova M.C. M. Nauka, 1972, 197 p.
3. Mikhailov, Y.M. Obnarugenie atmosfernih voln v spektrah mochnosty atmosvernyh pomех na Kamchatke. Y.M. Mikhailov, G.A. Mikhailova, G.I. Drugin, O.V. Kapustina. Geomagnetizm I aeronomiy, 2004, T. 44, p. 245-253.
4. Kozlov, V.I. Grozovay aktivnosty v Yakutii, V.I. Kozlov, V.A. Mullayrov. Yakutsk, YaF izd-va SO RAN, 2004, 104 p.