

УДК 621.3

DOI: 10.30987/conferencearticle_61c997ee615800.49870308

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ В АТМОСФЕРЕ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Оксана Александровна Топчий

Брянский государственный технический университет, аспирант
Россия, Брянск, o.topchy@mail.ru

Аннотация. Описаны исследования в плоскости разработки программных средств приемного устройства для системы дистанционного мониторинга электромагнитной активности в атмосфере. Проведены экспериментальные исследования и выполнен спектральный анализ электромагнитных сигналов с помощью разработанной программы в среде LabVIEW.

Ключевые слова: дистанционный мониторинг, рамочная скрещивающаяся приемная антенна, спектральный анализ, определение направления на источник сигнала.

RESEARCH OF ELECTROMAGNETIC ACTIVITY IN THE ATMOSPHERE USING REMOTE MONITORING

Oksana Al. Topchy

Bryansk State Technical University, postgraduate student, Russia, Bryansk, o.topchy@mail.ru

Abstract. The development of software for a receiving device for a system for remote monitoring of electromagnetic activity in the atmosphere is described. Experimental studies were carried out and spectral analysis of electromagnetic signals was made using the developed program in LabVIEW.

Keywords: remote monitoring, crossed loop antenna, spectral analysis, finding of direction to the signal source.

В настоящее время разработка дистанционных систем мониторинга для наблюдения за электромагнитными явлениями в атмосфере (молниями, короткими замыканиями, обрывами в воздушных линиях электропередачи и т.п.) представляют огромный интерес и для науки, и для промышленности.

Цель данной работы – проведение исследований для практической разработки программных средств по наблюдению за электромагнитными процессами в атмосфере и возможностью определения места их возникновения.

Важным элементом системы мониторинга является приемная антенна [1]. Исследования проводились с помощью двойной рамочной скрещивающейся антенны, представляющей собой две неподвижные взаимно-перпендикулярные рамки, принимающие электромагнитный сигнал по двум каналам звуковой карты компьютера (рис.1). Сконструированная приемная антенна и разработанная программа в среде проектирования виртуальных

приборов *LabVIEW* [2] рассчитаны для работы в низкочастотном диапазоне до 30 кГц.

Так как полотна антенны расположены друг относительно друга под углом 90° , то по сигналам двух каналов определяется направление на место возникновения электромагнитного разряда. Угол направления на сигнал находится из отношения двух амплитуд сигналов обоих каналов приемной антенны: $\alpha = \arctan(U_x/U_y)$ [3].

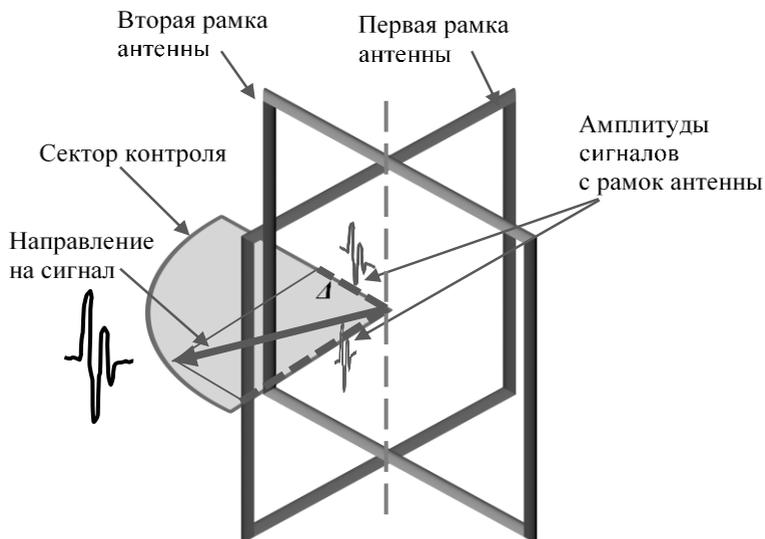


Рисунок 1 – Схематическое изображение двойной рамочной скрещивающейся антенны

На рис. 2 представлен рабочий вид программы *LabVIEW* для мониторинга электромагнитной активности среды с результатами обработки наблюдаемых сигналов. Программа записывает электромагнитные сигналы окружающей среды, которые поступают с приемной антенны, анализирует их и выполняет разложение в ряды Фурье. Полученный спектр сигнала отображается на экране анализатора, определяющего основную частоту и частоты гармоник сигнала, их амплитуды. Рядом представлен экран спектрографа, который показывает спектрограмму электромагнитного сигнала.

В режиме определения направления сигналы окрашиваются на ленте спектрограммы цветом, который соответствует градусу на цветной части палитры (рис.4, а).

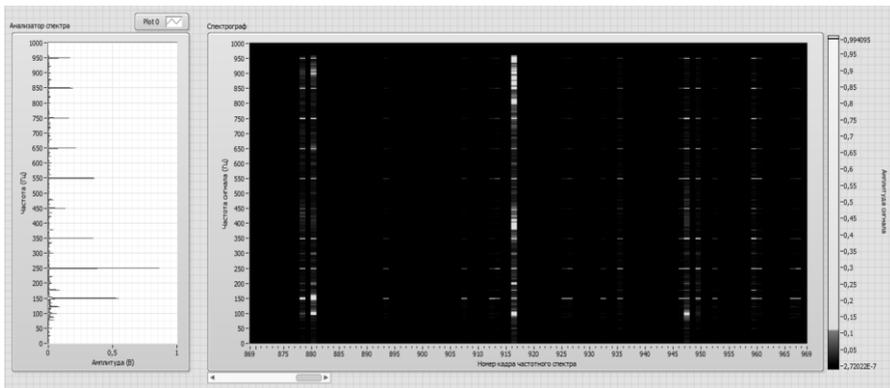


Рисунок 2 – Рабочий вид программы LabVIEW для мониторинга электромагнитной активности среды с результатами обработки наблюдаемых сигналов

На рис.3-4 показаны результаты мониторинга грозовой активности в Брянской области 29 мая 2021 года с 6:30 до 7:00 ч. с помощью приемной антенны и разработанной программы получены: осциллограммы записи грозовых разрядов; спектры полученных сигналов, определение направления на источник сигналов и построение спектрограмм полученных сигналов.

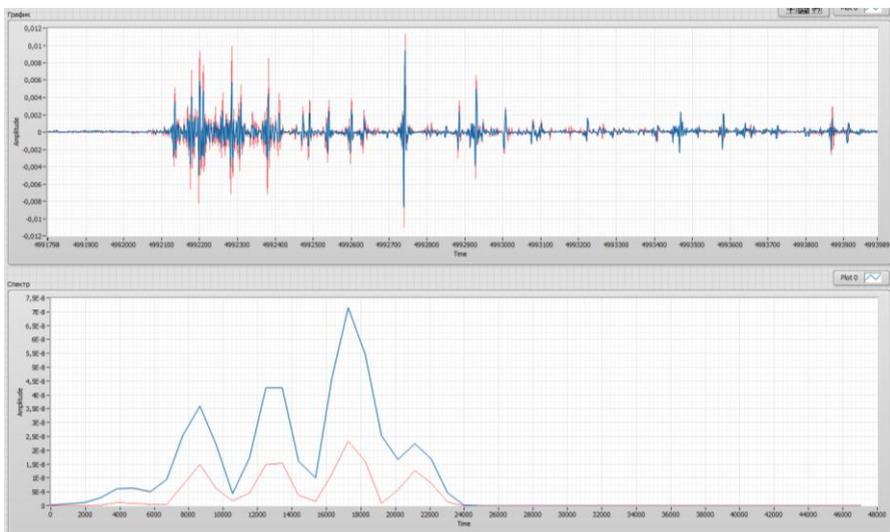


Рисунок 3 – Мониторинг грозы в Брянской области 29.05.21 в 6:35 (AM) с помощью приемной антенны и разработанной программы: а – осциллограмма записи грозовых разрядов; б – построение спектра полученных сигналов

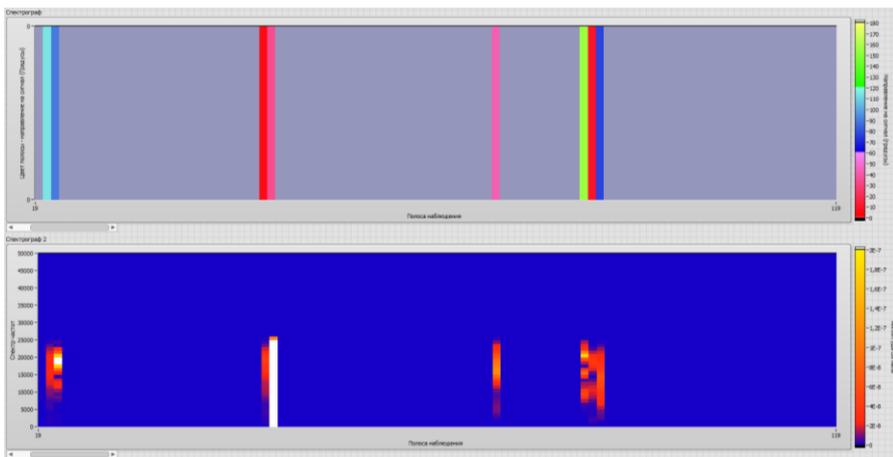


Рисунок 4 – Мониторинг грозы в Брянской области 29.05.21 в 6:35 (АМ) с помощью приемной антенны и разработанной программы: а – определение направления на источник сигналов; б – построение спектрограммы полученных сигналов

На рис.5-б представлены результаты записи сигнала в ясную погоду. По прогнозу погоды, в радиусе 500 км сохранялась сухая, без дождей и гроз, погода.

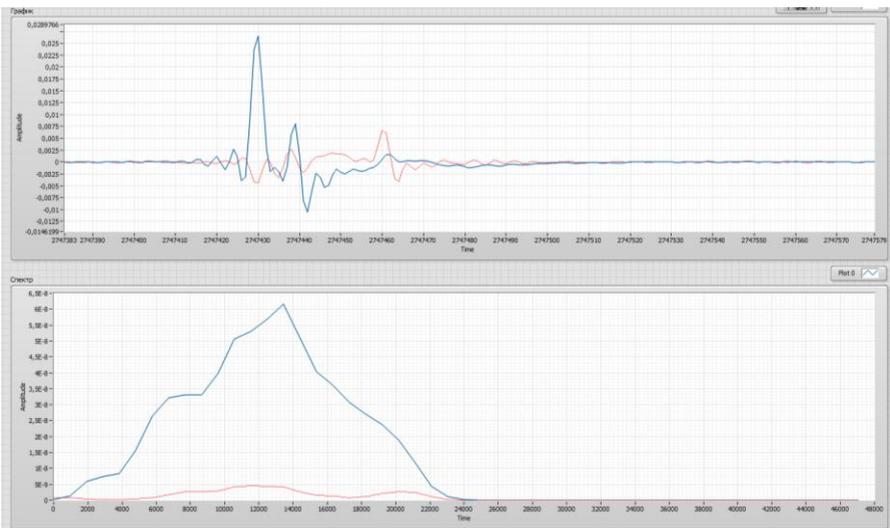


Рисунок 5 – Запись сигнала в ясную погоду с помощью приемной антенны и разработанной программы: а – осциллограмма записи; б – построение спектра полученного сигнала

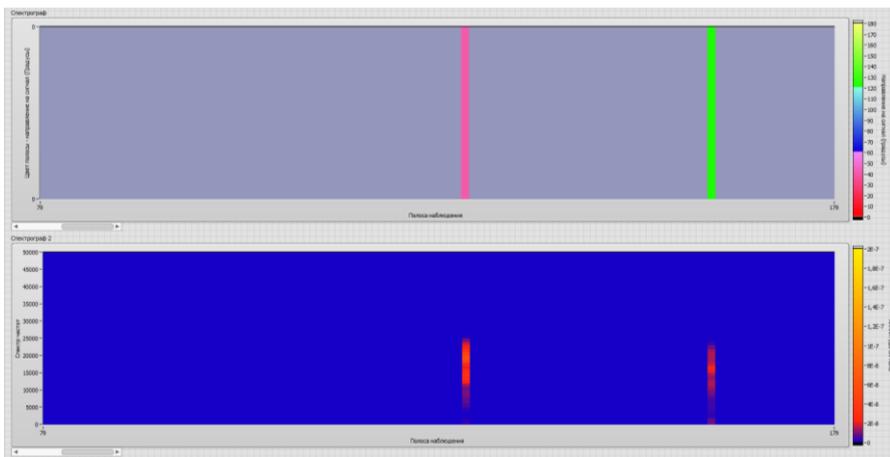


Рисунок 6 – Спектрограмма (б) и направление (а) на записанный сигнал в ясную погоду

В ходе проведенных исследований были разработаны программные средства приемного устройства в среде *LabVIEW* для наблюдения и записи электромагнитных сигналов для системы дистанционного мониторинга электромагнитной активности в атмосфере. Проведены экспериментальные исследования записи электромагнитных возмущений природного и не природного характера рамочной антенной, выполнен спектральный анализ наблюдаемых сигналов. Получены спектрограммы осциллограмм наблюдаемых сигналов и моделирование определения направления на источник сигнала.

Сейчас, в процессе усовершенствования программы по определению направления на электромагнитный сигнал и определения расстояния до него, попутно пробуются возможность определения вида сигнала.

Проведенные исследования могут быть использованы для разработки дистанционного способа определения мест повреждений, сопровождающихся дуговыми разрядами, в воздушных линиях электропередачи.

Список литературы

1. Ротхаммель К. Антенны. / К. Ротхаммель. – М.: «Энергия», 1979. – 320 с.
2. Федосов В.П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW: учеб. пособие / В.П. Федосов, А. К. Нестеренко/ под ред. В. П. Федосова. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 456 с.
3. Кузес И.С., Старик М.Е. Основы радиопеленгации. – М.: Издательство «Советское радио», 1964. – 640 с.

Материал принят к публикации 18.10.21.