

О.А. Топчий

(г. Брянск, Брянский государственный технический университет)

## **РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЛЭП**

**DEVELOPMENT OF A RECEIVING DEVICE PROTOTYPE FOR A SYSTEM  
FOR SEARCH THE FAULT LOCATIONS OF THE POWER LINES**

*Описана очередная доработанная версия устройства для системы дистанционного мониторинга электромагнитной активности в линиях электропередачи в момент повреждения. Проведены экспериментальные исследования и выполнено моделирование определения направления на источник сигнала с помощью приемного устройства.*

*The article describes a device for monitoring system of faults locations in overhead power lines. Experimental researches have been carried out and the modeling of direction finding to the signal source using a receiving device has been performed.*

*Ключевые слова: рамочная скрещивающаяся приемная антенна, дистанционный способ, моделирование определения направления на источник сигнала*

*Keywords: crossed loop antenna, remote method, modeling of direction finding to the signal source*

Большинство повреждений воздушных линий электропередачи (ЛЭП) проявляются через электромагнитные явления. Электромагнитные излучения возникают вследствие разрядов, замыканий, распространении волн перенапряжений и т.д. Фиксация и локализация таких электромагнитных явлений при повреждениях ЛЭП является важной задачей разработки дистанционного способа определения мест повреждений (ОМП) воздушных ЛЭП.

Цель данной работы – проведение исследований в плоскости практической разработки средств по наблюдению за электромагнитными процессами (разрядами, короткими замыканиями и т.п.) в электросетях, в плане их целостности и быстрого определения мест повреждений.

Важным элементом системы мониторинга ОМП является приемная антенна. Рассматривая, анализируя и сравнивая параметры различных видов приемных антенн, предпочтение было отдано сравнительно простой и в то же время обладающей хорошими характеристиками, подходящей для целей решения нашей задачи. Для проведения экспериментальных опытов была сконструирована сложная рамочная антенна, фиксирующая приходящий сигнал двумя каналами звуковой карты компьютера. Антенная система

представляет собой две неподвижные взаимно перпендикулярные рамки (рис.1).

Основными преимуществами антенны является то, что она занимает мало места, проста в изготовлении, менее восприимчива (в сравнении с аналогичными антеннами) к внешним помехам [1].



Рис.1. Фото экспериментальной рамочной антенны

Поскольку полотна антенны находятся друг относительно друга под углом  $90^\circ$ , есть возможность по сигналам двух каналов определять направление на место повреждения контролируемой линии (рис.2, 3).

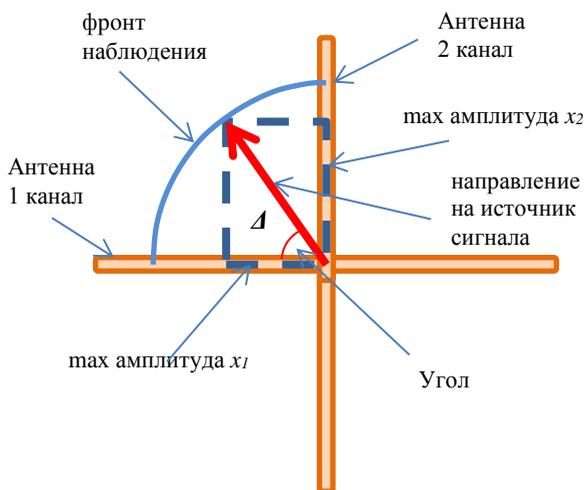


Рис.2. Антенна (вид сверху)

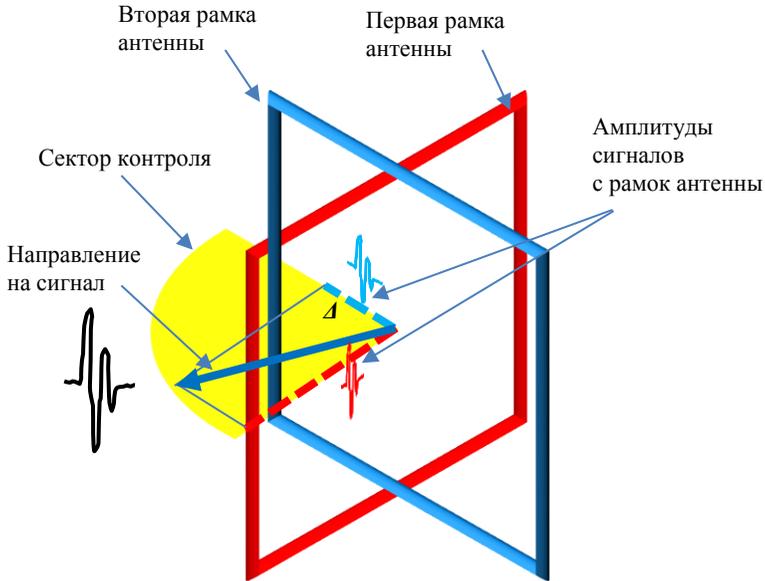


Рис.3. Схематичное изображение антенны и расчета угла направления прихода сигнала

Устройство было собрано, настроено и опробовано в работе в связке «антенна – звуковая карта ПК», под управлением программы, написанной в среде проектирования виртуальных приборов *LabVIEW* [2].

В программном комплексе *LabVIEW* составлена программа (рис. 4), анализирующая записанные сигналы и отображающая результаты анализа в виде спектрограммы.

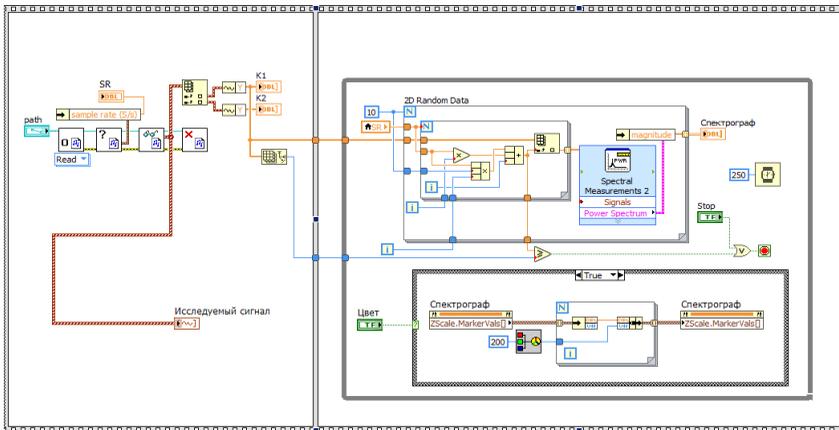


Рис. 4. Блок-схема рабочей программы в *LabVIEW*

На рис. 5 представлен рабочий вид программы с результатами обработки записанных сигналов.

Спектрограф – анализатор позволяет выбирать записанный файл и выполняет разложение в ряды Фурье, по которым строится спектрограмма. Рядом (для наглядности) на осциллографе отображается файл исследуемого сигнала, который (на экране осциллографа) тоже можно анализировать (рис.5).

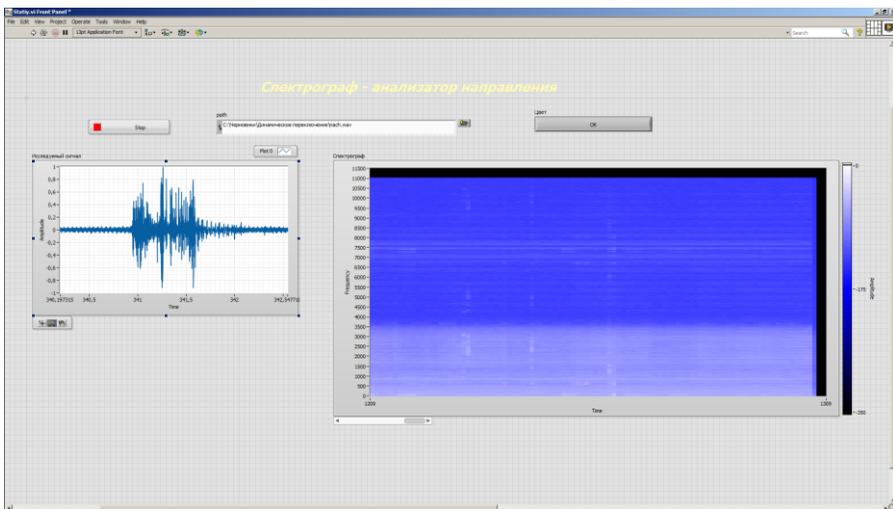


Рис.5. Рабочий вид программы LabVIEW с результатами обработки записанных сигналов

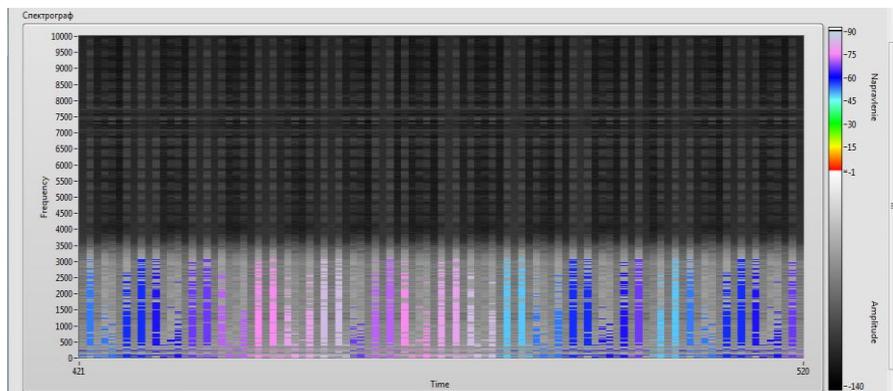
Программа автоматически останавливается по достижении окончания записи, а также предусмотрена возможность останова процесса программы в любом месте.

Разработанная программа анализирует сигналы с обоих каналов звуковой карты. Возможна работа в двух режимах: в режиме спектрографа и в режиме определения направления на проходящий сигнал. В режиме спектрографа программа на экране отображает движущуюся спектрограмму анализируемого сигнала. В режиме определения направления на проходящий сигнал, программа определяет (в градусах) направление на сигнал. Уровень амплитуды сигнала, с которой начинается проведение расчета, определяется (задается) в программе и окрашивает точку сигнала на ленте спектрограммы определенным цветом. Например, для сигналов с амплитудами ниже - 40 dB определяются только уровни сигналов (в черно-белых цветах), а для сигналов с амплитудами выше - 40 dB проводится расчет направления прихода сигнала и эти сигналы окрашиваются в соответствующий цвет.

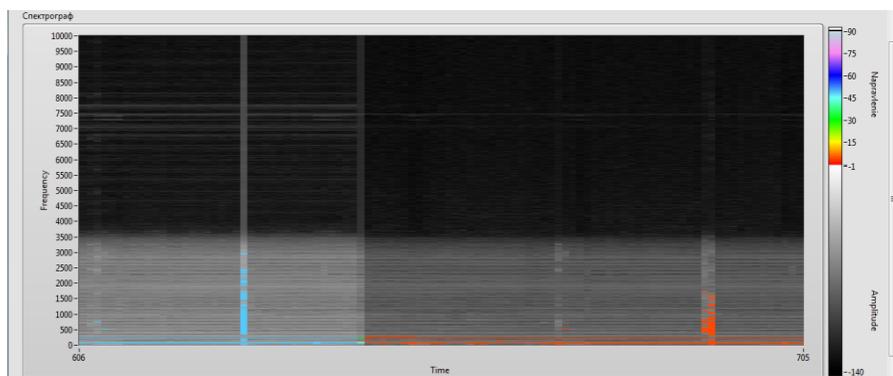
Рядом с экраном спектрографа находится лента цветов спектрографа. Нижняя часть (от -140 dB до -1 dB) определяет цвета амплитуды спектрограммы, верхняя часть (от 0° до 90°) отображает сектор прихода

отслеживаемых сигналов в палитре цветов. В режиме определения направления, сигналы, амплитуды которых выше заданного заранее уровня, окрашиваются на ленте спектрограммы цветом, который соответствует градусу на цветной части палитры. Направление (градус сектора) рассчитывается по соотношению амплитуд сигналов обоих каналов (рис.3).

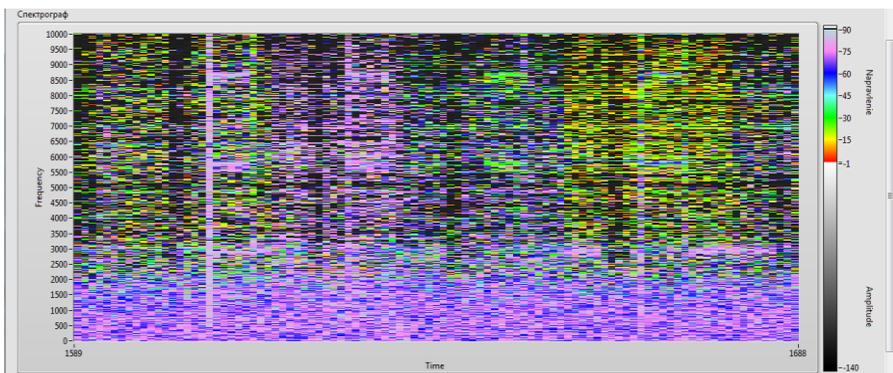
На рис.6 приведены спектрограммы, полученные с помощью разработанной программы в *LabVIEW*.



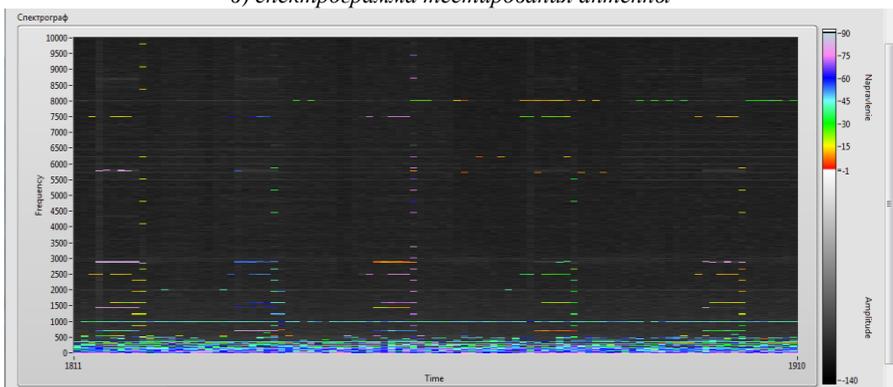
*а) спектрограмма тестового сигнала*



*б) спектрограмма записи грозовых разрядов*



в) спектрограмма тестирования антенны



г) спектрограмма разрядов при включении блока питания

Рис. 6. Спектрограммы определения направления на разные виды контролируемых сигналов

В ходе проведенных исследований был изготовлен экспериментальный опытный образец антенны и разработано для нее программное обеспечение в *LabVIEW* для записи электромагнитных сигналов, построения спектрограмм наблюдаемых сигналов и моделирования определения направления на источник сигнала.

Практическая ценность данного устройства заключается в том, что его легко изготовить, не требуются дорогостоящие детали, оно сразу работоспособно, не требует длительной настройки и надежно в работе.

Сейчас продолжается работа над тем, чтобы программа определяла направление прихода наблюдаемого сигнала с двух и более приемных антенн.

#### 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.

Материал поступил в редколлегию 12.10.20.