

**Міністерство освіти і науки України  
Українська технологічна академія  
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С.Попова  
Редакція міжнародного науково-технічного журналу "ВОТТП"  
Хмельницький національний університет  
Редакція наукового журналу "Вісник ХНУ"  
Вінницький національний технічний університет  
Національний технічний університет України «КПІ»,  
Видавництво «Техносфера»  
Науково-технічний журнал «Фотоніка»  
Томська група відділення Інституту інженерів  
по електротехніці і радіоелектроніці ІЕЕЕ**



**ВИМІРЮВАЛЬНА ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА  
В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ  
(ВОТТП\_16\_2016)**

**Матеріали**

XVI міжнародної науково-технічної конференції

*10 - 15 червня 2016 р. в м. Одеса (Затока)*

Одеса 2016

## ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МОЩНЫХ МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

*Измерительно-информационная система мониторинга мощных маслonaполненных энергетических установок предназначена для анализа и определения концентраций газов и других параметров (давление, температура и влажность) в реальном масштабе времени. Разработанная система мониторинга основана на использовании микроэлектронных частотных преобразователей физических величин, в которых используются зависимости реактивных свойств и отрицательного сопротивления полупроводниковых приборов от влияния внешних физических величин.*

*Ключевые слова: мощные маслonaполненные энергетические установки, частотный преобразователь, отрицательное сопротивление.*

A. V. OSADCHUK, V. S. OSADCHUK, R. V. KRINCHKIN, A. S. ZVYAGIN, I. A. OSADCHUK

Vinnitsia National Technical University (Ukraine)  
osadchuk69@mail.ru

### MEASUREMENT AND INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING POWER OIL FILLED POWER PLANTS

*Abstract. Measurement and information system for monitoring power oil filled power plants is designed to analyze and determine the concentrations of gases and other parameters (pressure, temperature and humidity) in real time. Developed monitoring system based on the use of microelectronic frequency transducers of physical quantities that are used depending on the properties of reactive and negative resistance of semiconductor devices from external physical quantities.*

*Keywords: powerful oil-filled power plants, frequency transducer, negative resistance.*

#### Введение

К основным производственным средствам относится специальное оборудование, в том числе мощные трансформаторы с масляным наполнением, которые часто являются критическими элементами в сети электроснабжения. Выход из строя такого оборудования часто приводит не только к огромному увеличению производственных затрат, но так же и к дальновидным последствиям. Выход из строя мощного трансформатора на электростанции вызывает, например, отключение подачи энергии для целых регионов, повреждение другого оборудования на электростанциях и подстанциях. В экстремальных случаях повреждения могут привести к взрыву трансформатора и пожара. Устранение пожара и его последствий, разлив трансформаторного масла и контаминация окружающей среды, переключение сетей на дополнительные или резервные источники электроэнергии приводит в дополнительным расходам как материальных так и финансовых ресурсов.

Для решения вышеописанной проблемы разработана и изготовлена измерительно-информационная система мониторинга мощных маслonaполненных энергетических установок. Данная система автоматически, в реальном масштабе времени измеряет концентрации газов и других параметров (давление, температура и влажность), растворенных в диэлектрической жидкости, используемых для систем контроля мощных масляных трансформаторов.

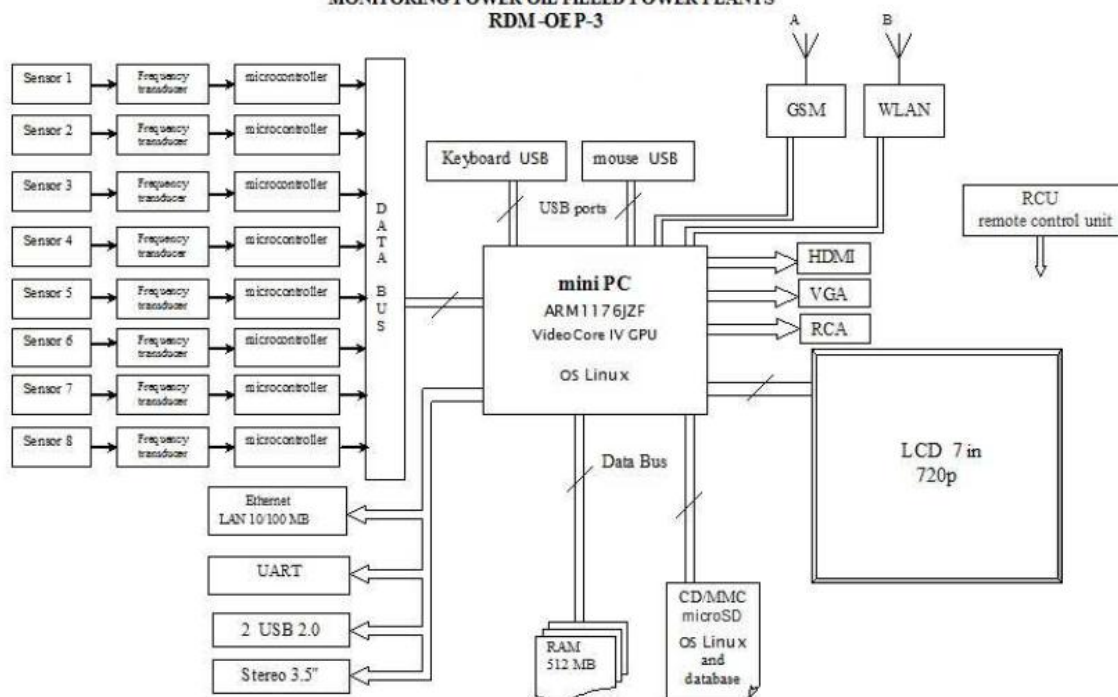
#### Описание технического решения

Одним из перспективных научных направлений в разработке микроэлектронных частотных преобразователей, предложенных в работе, есть использования зависимости реактивных свойств и отрицательного сопротивления полупроводниковых приборов от влияния внешних физических величин и создание на этой основе нового класса микроэлектронных частотных преобразователей концентрации газов, давления, влажности и температуры [1, 2]. В устройствах такого типа происходит преобразование концентрации газов и других внешних влияний в частотный сигнал, который позволяет создавать радионизмерительные микроэлектронные преобразователи по интегральной технологии и дает возможность повысить быстродействие, точность и чувствительность, расширить диапазон измеряемых величин, улучшить надежность, помехоустойчивость и долгосрочную стабильность параметров. Использование как информативного параметра частоты позволяет избежать применения усилительных устройств и аналого-цифровых преобразователей при обработке информации, что снижает себестоимость систем контроля и управление.

Измерительно-информационная система мониторинга мощных маслonaполненных энергетических установок (RDM-ОЕР-3) предназначена для анализа и определения концентраций газов и других параметров (давление, температура и влажность) в реальном масштабе времени. Структурная схема измерительного устройства мониторинга мощных маслonaполненных энергетических установок представлена на рис.1. В разработанной системе мониторинга маслonaполненных энергетических установок используется 8 частотных каналов измерения: концентрация CO, H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, температура и влажность масла, давление и температура в измерительной камере. Обработка измерительной информации осуществляется

одноплатным компьютером на базе ARM1176 JZ-F процессора.

**SCHMATIC DIAGRAM  
MEASUREMENT AND INFORMATION SYSTEM FOR  
MONITORING POWER OIL FILLED POWER PLANTS  
RDM-OEP-3**



**Рис. 1. Структурная схема измерительно-информационной системы мониторинга мощных маслonaполненных энергетических установок**

Скорость насыщения масла газом зависит от высоты столба масла и поверхности столкновения с ним газа. Скорость обратного процесса также зависит от высоты шара и поверхности масла. При вибрации в масле возможно появление местных зон сниженного давления, в которых растворенный в масле газ начинает выделяться в виде пузырьков. Измерительная камера отделена от маслonaполненной энергетической установки керамико-полимерной мембраной, которая пропускает только газовую смесь.



**Рис. 2. Фото прибора RDM-OEP-3**

RDM-OEP-3 имеет возможность подключения к разным сетевым ресурсам (как к сети 220 В, так и с использованием литий-полимерной батареи). В радиоизмерительном устройстве мониторинга мощных маслonaполненных энергетических установок предусмотрено подключение к устройствам средств коммуникации, Ethernet LAN 10/100 MB, подключение к ПК обеспечивается через стандартный USB разъем (USB 2.0), а также беспроводная сеть Wi-Fi стандарт IEEE 802.11g. В приборе минимальное количество кнопок и разъемов, что обеспечивает его надежную работу.

Основные характеристики измерений

Название параметра	Диапазон измерения
Измерение водорода (H <sub>2</sub> )	1...6500 ppm
Измерение окиси углерода (CO)	1...6500 ppm
Измерение этилена (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	1...15000 ppm
Измерение ацетилена (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	1...15000 ppm
Измерение температуры трансформаторного масла	- 10° С ...+ 125° С
Измерение температуры газовой среды	- 25 °С... + 125 °С
Измерение влажности газовой среды	5...99,9 %
Измерение давления газовой среды	0,5...1,5 Атм
Измерение влажности трансформаторного масла	0 - 250 ppm (при Ттр.г.=60°С)
Измерение давления трансформаторного масла	1 атм – 8 атм.

Программа UPowerTransformer простая в использовании и не требует особой подготовки и обучения. Программа работает под разными операционными системами: Windows XP, Windows VISTA, Windows 7 (32 bit, 64 bit), Windows 8, Linux. Хранение и считывание результатов измерений в виде файлов с расширением .txt в программе UPowerTransformer. В файл с расширением .txt записываются результаты измерения 8 каналов (концентрация CO, H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> в ppm; температура в °С, влажность в %, давление в кПа) каждую секунду, а также номер измерения от момента включения прибора.

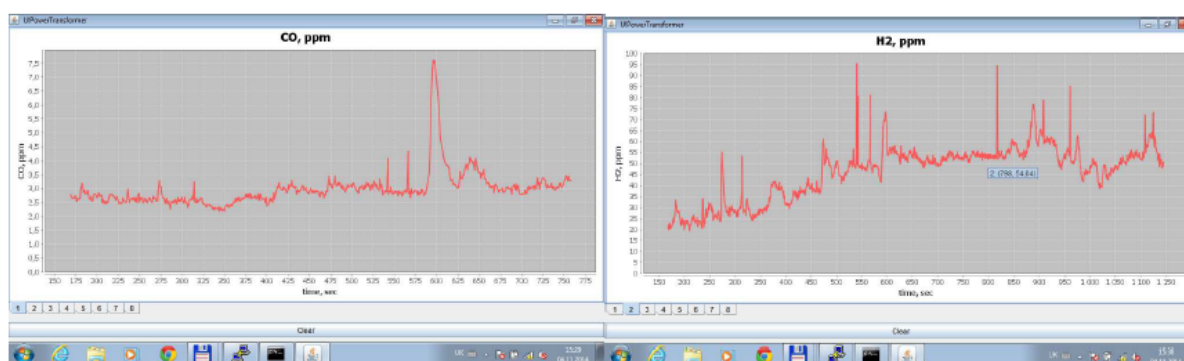


Рис. 3. Скриншоты программы UPowerTransformer

Радиоизмерительный прибор мониторинга устанавливается наружу мощных трансформаторов, на высоте 1, 2-1,5 м в зависимости от конструктивных особенностей трансформатора (напряжения 750 кВ, 500 кВ, 330 кВ). Для непосредственного контроля состояния энергетической установки, по требованиям заказчика, устанавливается дисплей.

### Выводы

Разработана измерительно-информационная система мониторинга мощных маслонаполненных энергетических установок (RDM-ОЕР-3), которая предназначена для анализа и определение концентраций газов и других параметров (давление, температура и влажность) в реальном масштабе времени. Измерительная система мониторинга основана на использовании микроэлектронных частотных преобразователей физических величин, в которых используются зависимости реактивных свойств и отрицательного сопротивления полупроводниковых приборов от влияния внешних физических величин.

### Литература

1. Осадчук В.С. Реактивные свойства транзисторов и транзисторных схем / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук. – Винница: «Универсум - Винница», 1999. – 275 с.
2. Осадчук В.С. Сенсоры газа / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, М. О. Прокопова. – Винница: «Универсум-Винница», 2008. – 182 с.

### References

1. Osadchuk V.S. Reaktivnyie svoystva tranzistorov i tranzistornyih shem / V. S. Osadchuk, O. V. Osadchuk. – Vinnitsa: «Universum - Vinnitsa», 1999. – 275 s.
2. Osadchuk V.S. Sensoryi gaza / V. S. Osadchuk, O. V. Osadchuk, M. O. Prokopova. – Vinnitsa: «Universum-Vinnitsa», 2008. – 182 s.