

## СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

А.В. Некрасов (ОАО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО»)

Рассмотрены области применения, функциональность и особенности систем мониторинга изоляции воздушных линий электропередачи (ВЛ) и температуры токопроводящих элементов подстанций.

Ключевые слова: датчики, воздушные линии электропередачи, система мониторинга, подстанция.

Внедрение в повседневную жизнь инновационных технологий — процесс весьма непростой, но при этом и недолгий. Читатели еще помнят времена, когда обмен информацией между субъектами рынка осуществлялся по факсу, что было современным на тот момент. Однако в течение считанных лет ситуация изменилась коренным образом почти повсеместно, и навыки пользования ксероксом и факсом, а тем более пишущей машинкой стали пусть и полезными, но не столь востребованными в реальной жизни.

В области промышленного инжиниринга объектов электроэнергетики наблюдались изменения, по масштабу сопоставимые с вышеупомянутыми. Так в 1990-х гг. в нашей стране развивались проекты построения ВОЛС, включая реализацию идеи создания линии связи на основе оптических волокон, встроенных в грозотрос. Эти решения сейчас кажутся очевидными, но тогда выглядели вполне революционно и зачастую сталкивались с принципиальным недоверием относительно их практической пользы. В 1997 г. впервые в России была применена технология лазерного сканирования для точного картографирования ВЛ, полученные данные использовались в процессе проектирования линий. Тогда же началось внедрение в процесс проектирования специального ПО, автоматизирующего многие этапы этой работы [1]. Сегодня лазерное сканирование предлагается многими компаниями на рынке и представляется вполне рутинным

способом решения топографических, мониторинговых и проектных задач. Используя опыт внедрения методологии «получение данных — анализ — рекомендация» энергокомпаниям было предложено построение системы динамического рейтинга ВЛ, которая, основываясь на объективных данных лазерной топосъемки, соединенной с текущей информацией о нагрузке на линию и метеорологическими показателями, позволяла в режиме реального времени принимать решения о фактически возможной нагрузке на ВЛ, исходя из текущих внешних условий.

Остановимся подробнее на системах мониторинга, внедрение которых сейчас распространено в электроэнергетике. Начнем с систем мониторинга загрязнения изоляторов ВЛ [2]. Загрязненность изоляторов, вызванная природными и антропогенными факторами (близость к морю, способствующая засоленности, или выбросы в атмосферу близко расположенных предприятий и автодорог) является причиной внезапно возникающих частичных разрядов (ЧР), приводящих к сбоям энергоснабжения и прямым финансовым, а также репутационным потерям поставщиков электроэнергии. Очистка изоляторов, как правило, происходит либо по факту уже произошедших неприятностей, либо в соответствии с заранее установленными планами, либо спонтанно, но безотносительно к фактическому их состоянию. Система мониторинга изоляции ВЛ — это современный продукт, позволяющий эксплуатирующей организации

отслеживать процесс образования на изоляторах отложений, способных вызвать ЧР и последующие перебои с энергоснабжением. Система представляет собой совокупность датчиков ЧР, установленных на всей ВЛ или наиболее критичных ее участках. Будучи связанными в единую беспроводную сеть, датчики позволяют специалисту предприятия отслеживать реально происходящие процессы и принимать решения по оперативной очистке или замене изоляторов там, где это действительно нужно. На рис. 1 представлена принципиальная схема работы указанной системы. Энергопитание датчиков и оборудования связи осуществляется



Рис. 1. Принципиальная схема системы мониторинга изоляторов

от автономных батарей, срок службы которых не менее 5 лет. Также возможно питание посредством индуктивного отбора мощности от фазных проводов ВЛ, от сети переменного тока 220 В (оборудование связи, устанавливаемое на ПС) или от солнечных батарей (для регионов с минимальной рабочей температурой не ниже  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). К настоящему времени в России реализован проект по установке системы мониторинга линейной изоляции в ОАО «Ленэнерго» на ВЛ, проходящих в непо-

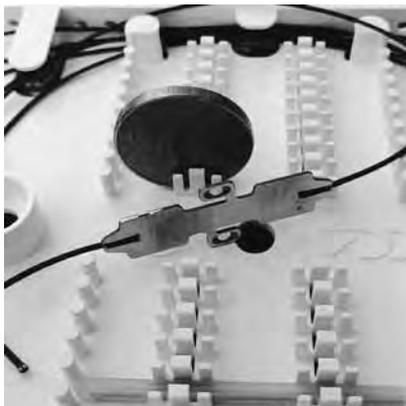


Рис. 2. Датчик температуры

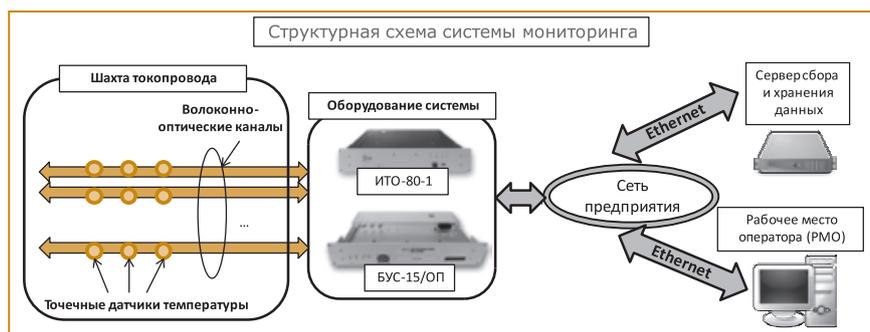


Рис. 3. Принципиальная схема системы мониторинга температуры

средственной близости от кольцевой автодороги вокруг С-Петербурга (КАД). Экспертное заключение специалистов, привлеченных эксплуатирующей организацией, показало, что причиной отключений ряда ВЛ стало именно загрязнение изоляторов и вызванные им пробои изоляции на линиях. Внедрение указанной системы позволяет вовремя оценивать потенциально критические ситуации и принимать меры к их предотвращению, то есть проводить своевременную очистку изоляторов там, где это реально необходимо.

Волоконно-оптические датчики, выполняющие измерения там, где возможности обычных средств ограничены, приобрели широкое распространение во многих отраслях народного хозяйства. Они применяются для контроля температурных полей и напряженно-деформированного состояния конструкций и их элементов в аэрокосмической отрасли, железнодорожном и гражданском строительстве, нефте- и газодобывающем секторе топливно-энергетического комплекса. Рассмотрим, например, функционирование подстанций с размещенными на них токопроводами с литой изоляцией. Физически обусловленная изолированность этих элементов предполагает определенные сложности в оценке их состояния, так как измерение температуры в местах установки соединительных муфт и своевременная реакция обслуживающего персонала на результаты

измерения объективно затруднены. Использование волоконно-оптических датчиков позволяет с высокой точностью проводить измерения температуры в местах их установки. Достаточное число датчиков, их размещение в нужных местах объектов мониторинга, корректная работа измерительных блоков и системы обработки и хранения данных позволяют оператору в режиме реального времени следить за состоянием токопроводов, а также анализировать данные и сравнивать их с ранее полученными. Датчики представляют собой тонкие легкие (массой 3 г) пластины, легко прикрепляющиеся к любым твердым поверхностям с помощью клея или методом точечной приварки, не оказывающие в процессе работы никакого воздействия на объект установки, в том числе влияния электромагнитных полей (рис. 2). Блок измерительного оборудования комплектуется, исходя из числа установленных датчиков

и иных специфических задач конкретного проекта. Он предназначен для проведения измерений, коммутации оптических волокон, первичной обработки полученных данных и передачи их на сервер. Сервер и рабочее место оператора формируют блок управления системой. На рис. 3 представлена схема функционирования системы мониторинга температуры.

Система мониторинга и анализа данных и планирование необходимых действий для обеспечения дальнейшего бесперебойного функционирования предприятия представляются неплохим подспорьем в системе общего обеспечения надежности и безопасности работы энергосистемы. Современный уровень развития измерительных и телекоммуникационных технологий и грамотные инженерные решения по интеграции этих технологий в информационные системы предприятий, широкое внедрение таких решений позволяют качественно улучшить ситуацию в отрасли в целом.

#### Список литературы

1. Некрасов А.В. PLS-CADD – САПР для проектирования воздушных линий электропередачи // Автоматизация в промышленности. 2014. № 9.
2. Alexander Levinzon, Dr. Daniel Kottick, Dr. Roman Knijnik, Liron Frenkel. On-Line Wireless PD Monitoring System for Contamination Detection on High Voltage Overhead Transmission Lines Insulators // CIGRE 2012, B2 - 205.

*Некрасов Алексей Владимирович – ГИП ОАО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО», группа компаний ОПТЭН.*

*Контактный телефон (916) 876-18-07.*

*E-mail: neck@opten.ru*

*http://www.opten.ru*