

## **СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПОДСТАНЦИИ**

**Неуймина Мария Игоревна,**

*студент, ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: [maria.neuymina@mail.ru](mailto:maria.neuymina@mail.ru)*

**Егоров Александр Олегович,**

*доцент, кандидат технических наук, ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: [a.o.egorov@urfu.ru](mailto:a.o.egorov@urfu.ru)*

**Ерошенко Станислав Андреевич,**

*ведущий инженер, ассистент, ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: [stas\\_ersh@mail.ru](mailto:stas_ersh@mail.ru)*

**Хальясмаа Александра Ильмаровна,**

*ведущий инженер, доцент, ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: [lkhalyasmaa@mail.ru](mailto:lkhalyasmaa@mail.ru)*

**Тейхриб Генрих Иванович,**

*старший преподаватель, ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: [lkhalyasmaa@mail.ru](mailto:lkhalyasmaa@mail.ru)*

## **MONITORING AND DIAGNOSTIC SYSTEMS FOR THE TECHNICAL CONDITION OF POWER EQUIPMENT AT POWER SUBSTATIONS**

**Neuymina Maria Igorevna,**

*Student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin», Ekaterinburg, e-mail: [maria.neuymina@mail.ru](mailto:maria.neuymina@mail.ru)*

**Egorov Alexander Olegovich,**

*Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin», Ekaterinburg, e-mail: [a.o.egorov@urfu.ru](mailto:a.o.egorov@urfu.ru)*

**Eroshenko Stanislav Andreevich,**

*Leading engineer, Assistant, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin», Ekaterinburg, e-mail: [stas\\_ersh@mail.ru](mailto:stas_ersh@mail.ru)*

**Khalyasmaa Alexandra Ilmarovna,**

*Leading engineer, Associate Professor, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin», Ekaterinburg, e-mail: [lkhalyasmaa@mail.ru](mailto:lkhalyasmaa@mail.ru)*

**Teykhrub Henrych Ivanovich,**

*Senior lecturer, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin», Ekaterinburg, e-mail: [g.i.teykhrub@urfu.ru](mailto:g.i.teykhrub@urfu.ru)*

**Аннотация.** Важнейшей стратегической целью развития энергетики России является обеспечение надежности функционирования электрооборудования при эксплуатации, а также эффективное и качественное электроснабжение потребителей. Всех этих целей можно достичь с помощью применения систем мониторинга и диагностики электрооборудования, которые используют интеллектуальные (экспертные) способы оценки состояния электрооборудования, которые позволяют обеспечивать оперативный доступ ко всем видам информации о его состоянии.

**Abstract.** The major strategic aim of the development of the Russian electric power industry is the ensuring the operation reliability of electrical equipment as well as efficient and

high-quality consumer power supply. All these goals can be achieved through the application of electric equipment monitoring, control and diagnostics systems using intellectual (expert) methods of the electric equipment condition estimation and allowing to provide operative access to the information on its state.

**Ключевые слова.** Системы мониторинга и диагностики, анализ данных, методы неразрушающего контроля, информационные потоки, первичные датчики, интерфейс программы.

**Key words.** Monitoring and diagnostic systems, data analysis, non-destructive testing methods, information flows, primary sensors, program interface.

## I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существенно возрастают объёмы нового строительства и комплексной реконструкции существующих электросетевых объектов 220-500 кВ, где намечается замена и модернизация физически и морально устаревшего оборудования подстанций.

Существующие электрические сети характеризуются тем, что из-за износа электрооборудования значительно увеличилась вероятность его отказов, а это создает условия для развития системных аварий на больших территориях. При реконструкции и строительстве новых узловых подстанций требуется обеспечить ещё более высокий уровень надёжности эксплуатируемых объектов электроэнергетических систем, который позволит снизить вероятность развития системных аварий, а также уменьшить объем аварийно отключаемой нагрузки.

Также при проектировании подстанций нового поколения необходимо значительно уменьшить объём эксплуатационного и ремонтного обслуживания с переходом в перспективе к работе без постоянного обслуживающего персонала, к планированию и проведению ремонтов по фактическому состоянию электрооборудования.

Одним из таких эффективных средств и инструментов повышения надёжности электроснабжения при проектировании и функционировании подстанций является применение автоматизированных систем мониторинга и диагностики (СМиД) электрооборудования подстанций. Такие системы всё чаще устанавливаются как на действующие, так и на новые подстанции и энергообъекты, что позволяет снизить вероятность наложения отказов на вновь проектируемых на реконструируемых объектах, а также и на примыкающих к ним электросетевых объектах за счёт сведения к минимальному значению вероятности отказа электрооборудования.

## II. СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИИ

На сегодняшний день среди технических и программных средств представлены как системы анализа данных технической диагностики, так и системы мониторинга оборудования. Важно понимать, чем одни отличаются от других и в чем заключаются явные преимущества и недостатки подобных систем.

Под диагностикой понимаются периодические испытания оборудования на предмет дефектов и неисправностей в его работе. На сегодняшний день методы диагностирования (методы неразрушающего контроля) очень активно применяются для оценки состояния оборудования на подстанциях. Методы диагностики часто связаны с выводом оборудования из работы или его демонтажом и транспортировкой в специализированные лаборатории соответствующих предприятий.

Мониторинг подразумевает под собой постоянный контроль за состоянием оборудования в режиме реального времени, при этом оборудование остаётся в работе.

Безусловно, система мониторинга по сравнению с системой анализа данных технической диагностики обладает рядом технических преимуществ:

- 1) высокая достоверность выходных данных, полученных в ходе мониторинга;

2) контроль фактического состояния оборудования (онлайн-контроль), то есть высокая степень контроля по факту нахождения оборудования в работе;

3) возможность хранения в памяти выходных данных (параметров и характеристик оборудования), то есть возможность выявления зависимостей и взаимосвязей между событиями;

4) возможность диагностирования оборудования без его отключения.

В самом общем случае работа системы мониторинга силовых трансформаторов определяется четырьмя информационными потоками, показанными на рисунке 1.

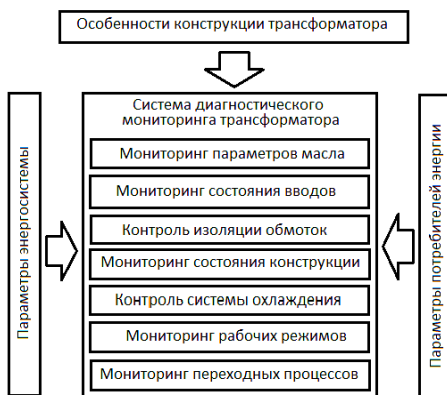


Рисунок 1 – Состав первичных информационных потоков, определяющих работу системы мониторинга силового трансформатора

Для наглядного представления данных о состоянии трансформатора разрабатывается удобный для пользователя интерфейс. Благодаря ему трансформатор из «черного ящика» превращается в полностью контролируемое и просматриваемое устройство. Интерфейс может иметь вид, представленный на рисунке 2.

Мониторинг высоковольтных выключателей осуществляется с помощью устройства оперативного мониторинга в режиме реального времени (OLM2, On-line monitoring). Устройство OLM2 фирмы ABB (рисунок 3) предназначено для сбора измерительных данных и оптимального оперативного анализа состояния высоковольтных выключателей.

Передавать данные с сервера на подстанции к месту их обработки и анализа можно с помощью существующих средств связи, поддерживаемых ОС Windows®. Внешние системы типа SCADA (диспетчерского управления и сбора данных) могут облегчить работу с данными, полученными от системы OLM2.

К данному устройству подключаются необходимый набор внешних датчиков для мониторинга (рисунок 4).

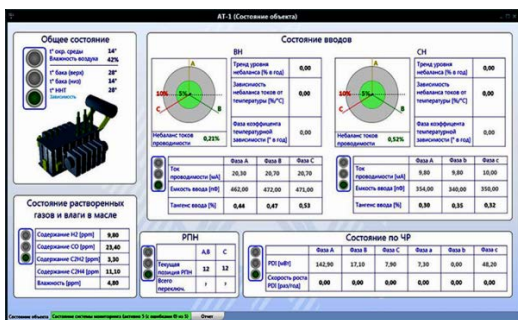


Рисунок 2 – Интерфейс программы СМид силового трансформатора



Рисунок 3 – Система мониторинга высоковольтных выключателей АББ OLM2

работы по техническому обслуживанию электрооборудования подстанции, то есть планировать и проводить ремонты по фактическому состоянию электрооборудова-

### III. ВЫВОДЫ

СМид конкретных типов электрооборудования можно рассматривать как мощные средства диагностики и оптимизации режимов работы отдельного электрооборудования подстанции, которые позволяют:

- своевременно обнаружить и корректировать отклонения текущих режимных или эксплуатационных параметров состояния электрооборудования от нормативных параметров с использованием программных средств анализа и расчетных моделей;

- оптимизировать, планировать, сокращать

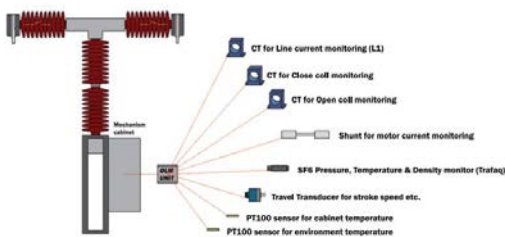


Рисунок 4 – Возможный набор внешних датчиков для системы мониторинга высоковольтных выключателей АББ OLM2

ния;

- продлевать сроки эксплуатации критически важного оборудования, что приводит к повышению коэффициента готовности оборудования подстанции и создаёт возможности для улучшения экономических показателей электросетевых предприятий;

- на некоторых видах электрооборудования подстанций определять необходимость и осуществлять управление технологическими процессами его работы без участия обслуживающего персонала в целях оптимизации расхода ресурса электрооборудования;

- создать предпосылки для предотвращения каскадных отключений электропитания на обширных территориях;
- обеспечить требуемые уровни информационного обеспечения и координацию действий большого количества центров управления (операторов);
- создание системы обмена данными, работающими в стандартном протоколе позволяют вести мониторинг как отдельного элемента подстанции, так её отдельных распределительных устройств так и в целом всего энергообъекта. Создание иерархической системы является важной частью системы управления активами электросетевых и генерирующих компаний.

#### Список использованных источников

1. Галкин В.С. Проектирование систем мониторинга, управления и диагностики основного электрооборудования на подстанциях 500-220 кВ с учетом обеспечения надежности электрических сетей / Лангборт Т.М., Липаткин В.А., Смирнов В.А. // IX Симпозиум «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА 2030», доклад 4.01. - 2007 г. - No 1. - С. 1-5.
2. ООО «Димрус» Методическое руководство по выбору технических и программных средств для систем мониторинга силовых трансформаторов// ООО «Димрус». - 2014 г. - No 2. - С. 1-40.
3. Дарьян Л.А. Общие технические требования к системам мониторинга оборудования подстанций // ЗАО «Техническая инспекция ЕЭС». - 2014 г. - No 3. - С. 1-31.
4. Донченко А.Ф. Современные решения для защиты, мониторинга и диагностики силовых трансформаторов и реакторов // XXI Международной научно-технической конференции «Силовые распределительные трансформаторы. Реакторы. Системы диагностики». - 2015 г. - No 4. - С. 1-18.
5. СТО 56947007-29.180.01.207-2015. Методика измерения частичных разрядов в маслобарьерной изоляции силового трансформаторного оборудования // ОАО «ФСК ЕЭС». -2015 г. - No 5. - С. 1-30.
6. Алексеев Б.А. Объем и нормы испытаний электрооборудования: РД 34.45-51.300–97 / Ф.Л. Коган, Л.Г.Мамиконянц // НЦ ЭНАС. 2004 г. - No 6. - С. 1-177.
7. Хальясмаа А.И. Вопросы реализации оценки технического состояния силового оборудования на электрических подстанциях. / С.А. Дмитриев, С.Е. Кокин, М.В. Осотова // ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». - 2013 г. - No 7. - С. 1-12.
8. Диагностика высоковольтных выключателей // [Электронный ресурс]: <http://forca.ru>
9. Диагностика высоковольтных выключателей. Путеводитель по энергетике // [Электронный ресурс]: <http://pue8.ru>
10. Система мониторинга высоковольтных выключателей АББ OLM2. Электрические сети // [Электронный ресурс]: <http://leg.co.ua>