

*П. Н. Никулин, Н. В. Земцова**

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ

Введение. Повышение надежности эксплуатации кабельных электрических сетей является актуальной научной задачей, для решения которой необходимо создавать автоматизированные комплексы анализа сопротивления изоляции. Мониторинг состояния сопротивления изоляции кабельных линий является высокоэффективным инструментом прогнозирования начинающейся деградации изоляции, позволяющим избежать аварийных ситуаций, что является не только значимой технической задачей, но и носит принципиальное экономическое значение. Для решения задачи мониторинга состояния изоляции силовых кабелей требуется разработка автоматизированного аппаратно-программного комплекса.

Усовершенствованная технология технического обслуживания кабельных линий играет важную роль в обеспечении надежной работы сети электроснабжения. Электрическая сеть работает на обширных географических территориях круглосуточно и без выходных и поэтому подвержена различным эксплуатационным и техногенным нагрузкам. Распределительная сеть является наиболее интерактивной частью сети поставок, и большое количество сбоев возникает из-за компонентов распределительной сети [1]. Поэтому сетевые компании и поставщики электрической энергии постоянно ищут подходящие решения для повышения надежности компонентов и бесперебойности электропитания потребителей.

Развитие нового поколения электрических сетей, к которым относятся активно-адаптивные электрические сети (smart-grid), связано с получением и распространением инновационных технологий диагностики и анализа информации. По причине износа диэлектрической изоляции кабелей и электротехнического оборудования возможны аварийные ситуации, а также повышенные потери электрической энергии (диэлектрические потери) [2,3].

Теория вопроса. Диэлектрическая изоляция является наиболее важной частью, которая спроектирована в соответствии с общепринятыми стандартными спецификациями и практиками и обеспечивает устойчивость к вероятным уровням нагрузки в течение ожидаемого срока службы силовых кабельных линий.

* Работа выполнена под руководством кандидата технических наук, доцента ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. В. Щеголькова.

В нештатных ситуациях в изоляции могут возникнуть дефекты, которые вызывают повышенную скорость износа, прогрессируют со временем и, в конечном итоге, приводят к выходу компонентов из строя до истечения срока их службы [3]. По своей природе дефекты изоляции являются зарождающимися, и поэтому можно предпринять профилактические меры по техническому обслуживанию, исходя из текущего состояния изоляции. Снижение сопротивления изоляции является признаком и одновременно причиной ухудшения изоляции. Мониторинг сопротивления является ценным инструментом для получения понимания состояния изоляции, что требует точной системы измерения и методики для обработки получаемых данных.

Автоматизированный аппаратно-программный комплекс. Автоматизированный аппаратно-программный комплекс [4] позволит: сократить время проведения диагностики; систематизировать полученные данные; минимизировать погрешность измерений; прогнозировать срок службы и время вывода электрооборудования в ремонт.

В разрабатываемом автоматизированном аппаратно-программном комплексе используются измерительные провода большой длины (до 50 м). Учет влияния длины измерительных проводов осуществляется с помощью компенсации электрофизических параметров, связанных с длиной (паразитная емкость, индуктивность) на основе алгоритмов нейронных сетей, которые предварительно обучены на подобных ситуациях и позволяют значительно снижать как стохастическую, так и систематическую погрешность измерений. Снижается время измерения и имеется возможность измерения в различных точках силового кабеля (до 30 точек замера).

На рисунке 1 показан внешний вид некоторых приборов, входящих в автоматизированный комплекс.



Рис 1. Внешний вид некоторых приборов, входящих в автоматизированный комплекс

Блок-схема автоматизированного аппаратно-программного комплекса представлена на рис. 2.

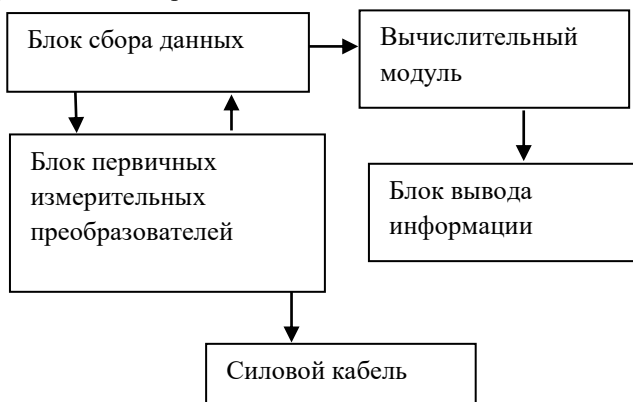


Рис. 2. Блок-схема автоматизированного аппаратно-программный комплекс

Для эффективного функционирования программное обеспечение для автоматизированного аппаратно-программного комплекса написано на языке C++. При этом информация, полученная при измерении сопротивления, хранится в памяти прибора и автоматически обрабатывается в вычислительном модуле, что позволяет динамически отслеживать различные типы процессов в изоляции электрооборудования.

Выводы. Автоматизированные комплексы для измерения параметров диэлектрической изоляции могут быть использованы в различных типах электрических сетей и обеспечить своевременный сбор данных для оценки текущего состояния, а также прогнозирования возможных ситуаций при эксплуатации кабельных линий. Следует отметить возможность изменения конфигурации аппаратной части автоматизированного комплекса, а также формирования программного обеспечения под определенные типы технологических задач.

Список литературы

1. Georgilakis, P. S. A review of power distribution planning in the modern power systems era: Models, methods and future research / P. S. Georgilakis, N. D. Hatziaargyriou // Electric Power Systems Research. – 2015. – Т. 121. – С. 89 – 100.
2. Степанов, А. Г. Оценка и прогнозирование состояния изоляционной системы силовых трансформаторов магистральных электрических сетей : дис. ... канд. техн. наук / А. Г. Степанов // Защищена в Красноярском ГТУ, 2005.

3. Schwarz, R. Modern technologies in optical partial discharge detection / R. Schwarz, M. Muhr // 2007 Annual Report-Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena. – IEEE, 2007. – С. 163 – 166.

4. Евдокимова, С. Ю. Автоматизированный комплекс для экспресс-анализа электрофизических параметров диэлектрической изоляции / С. Ю. Евдокимова, Н. В. Земцова, А. В. Щегольков // Энергетика будущего – цифровая трансформация : сб. тр. III Всерос. науч.-практ. конф., Липецк, 14–15 декабря 2022 года. – Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2022. – С. 233 – 235.

Кафедра «Электроэнергетика» ФГБОУ ВО «ТГТУ»