

Разработка общих технических требований к системам мониторинга и диагностики для повышения наблюдаемости подстанций

Л.А. Дарьян*, Р.М. Образцов
(ЗАО «Техническая инспекция ЕЭС»)
Россия
Daryan-LA@ti-ees.ru

Повышение наблюдаемости является одной из приоритетных задач при новом строительстве и реконструкции подстанций. Автоматизированные системы мониторинга и диагностики (АСМиД) высоковольтного оборудования подстанций (ВВО) в Российской Федерации, как и во всем мире, активно развиваются. При этом разработанная нормативно-техническая документация, регламентирующая вопросы проектирования и эксплуатации АСМиД не охватывает все виды ВВО. В 2008 году в ОАО «ФСК ЕЭС» был введен в действие стандарт организации, в котором впервые были систематизированы требования, на основании которых внедрялись АСМиД только одного вида оборудования – силовых трансформаторов. Однако, в связи с интенсивным развитием и внедрением большого количества АСМиД во всем мире в последние годы, одним из основных вопросов развития АСМиД становится вопрос создания нормативно-технической базы.

В 2014 году авторами проведена работа, направленная на систематизацию и обобщение разрозненных технических требований к АСМиД отдельных видов ВВО – силовых трансформаторов, высоковольтных выключателей, измерительных трансформаторов, КРУЭ, ограничителей перенапряжений, кабельных муфт, ГИЛ.

Функционально АСМиД рассматривается как информационно-измерительная система. При этом она реализует функции логической обработки и представления результатов прямого измерения или расчёта диагностических параметров, характеризующих признаки старения, появление и развитие повреждений (дефектов) контролируемого оборудования.

Предложены принципы построения АСМиД ВВО, учёт которых позволит организовать систему диагностического мониторинга с учетом современного уровня развития приборов и аналитической базы, в том числе и информационных технологий. Принципы затрагивают вопросы организационного характера (поддержка интеграции системы мониторинга и диагностики в систему информационного обмена электроэнергетического объекта), технического (использование оптимального количества датчиков и других элементов системы мониторинга и диагностики, обеспечивающих решение поставленных задач), а также и технологического (количество уровней в архитектуре АСМиД должно определяться количеством уровней управления данным объектом). Показано, что в условиях Российской Федерации возможно применение трёх-, четырёх- или пятиуровневой АСМиД. При этом при любом числе уровней нижний уровень – технологический, самый верхний уровень – экспертно-аналитический.

Разработан подход к оценке экономической эффективности от применения АСМиД для рассмотренных видов ВВО и подстанции в целом. Проведены оценочные расчёты срока окупаемости автоматизированной системы мониторинга и диагностики в зависимости от её относительной стоимости, выраженной в процентах от стоимости оборудования подстанции. Для повышения экономической эффективности предложено оптимизировать перечень контрольных (диагностических) параметров АСМиД на основе анализа статистики аварийности конкретного вида оборудования в каждом отдельном случае и выявлении наиболее часто встречающихся дефектов.

Авторами сформулированы общие технические требования как к приборному обеспечению АСМиД для каждого рассмотренного вида ВВО и каждого диагностического параметра, так и организационному и технологическому обеспечению АСМиД как единой системы. Эти требования учитывают современный уровень развития приборно-аналитического обеспечения АСМиД, а также опыт и возможность непрерывного контроля (мониторинга) диагностических параметров. Приведены также способы и условия монтажа элементов измерительных систем АСМиД.

Отдельно в требованиях к видам обеспечения АСМиД представлены требования к математическому обеспечению. Под математическим обеспечением АСМиД ВВО понимается совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, применяемых с целью оценки технического состояния и диагностики этого оборудования. Выделено три вида математических моделей для этих целей, отличающихся принципами построения: вероятностный, детерминированный и статистический. Отмечено, что следующий уровень развития математических моделей – это гибридная нейро-нечеткая экспертная система. При этом одной из основных функций АСМиД должна быть оценка остаточного ресурса ВВО. Разработаны требования к оценке остаточного ресурса, приведен алгоритм прогнозирования остаточного ресурса. Прогнозирование основано на модели развития неисправностей, построенных, например, на результатах анализа видов, последствий и критичности отказов (ФМЕСА); анализа дерева причинно-следственных связей развития неисправности; оценки риска отказа.

Таким образом, результаты представленной работы можно рассматривать как шаг в создании нормативно-технической базы АСМиД ВВО и подстанции в целом, реализующий современный подход к онлайн контролю технического состояния оборудования, позволяющий существенно повысить наблюдаемость и управляемость подстанций.