

Функциональность систем мониторинга в условиях трансформирующейся энергосистемы активных потребителей

Кучерявенков А.А., директор ООО МНПП «АНТРАКС»

Карташева Е.А., руководитель отдела маркетинга, ООО МНПП «АНТРАКС»

Происходящая в настоящий момент трансформация энергосистемы в сторону децентрализованной модели приводит к меняющейся энергоснабжение ряд особенностей из практики распределительных сетей сложной конфигурации. Наличие в системе активных потребителей (просьюмеров), необходимость интеграции возобновляемых источников электроэнергии требует динамичного изменения потоков транспортировки и распределения электроэнергии. Ключевыми особенностями сетей нового поколения становится работа линий электропередачи при попеременном питании с различных направлений и интеллектуальное управление имуществом энергосистемы, требующее не планового обслуживания, а оперативного реагирования на состояние энергооборудования.

Для легкого конфигурирования и реконфигурирования модернизированной энергосети необходимо наращивать уровень автоматизации в области наблюдаемости и управляемости всех слагаемых систем энергоснабжения в режиме реального времени. Расчет точек автоматизации сети, поддержка функций самовосстановления, динамичное регулирование напряжения и снижение нагрузки — все это требует постоянного мониторинга линий электропередачи и оборудования питающих пунктов, а также самодиагностики устройств мониторинга и управления. Существенно увеличить глубину анализа диагностической информации позволяют современные программно-аппаратные комплексы, обрабатывающие одновременно информацию от множества источников данных, сопоставляющих получаемую информацию с уже накопленной базой данных

по работе сети, применяющие вероятностную модель для отсеивания ложных данных и механизмы искусственного интеллекта для оценки рисков и помощи в принятии управляющих решений.

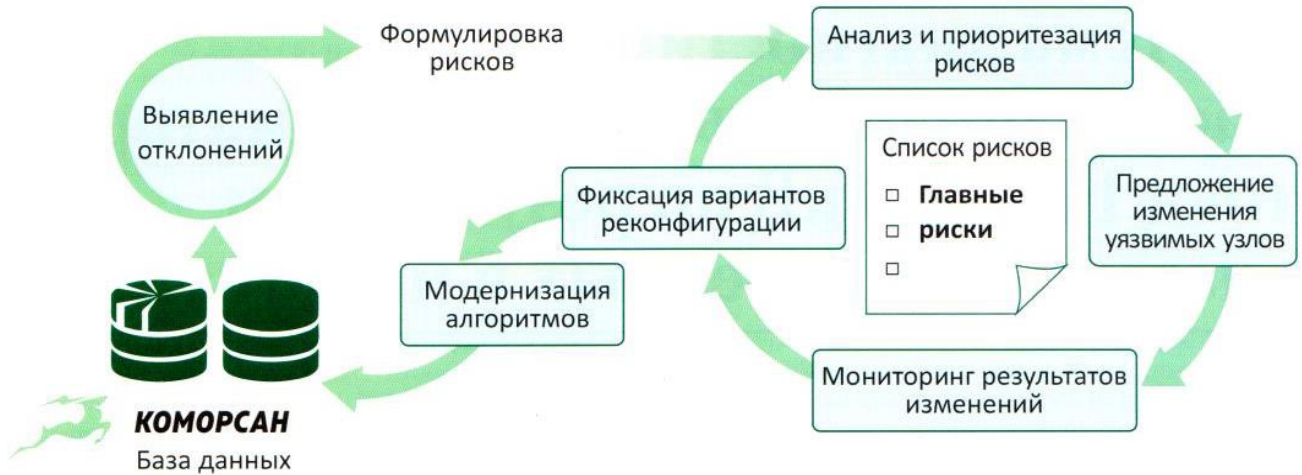
Максимальную наглядность и удобство использования мониторинга модернизированных сетей сложной конфигурации позволяет обеспечить применение географических информационных систем, включающих сведения о местоположении и свойствах пространственных объектов, представленные в координатно-временной системе. С помощью геоинформационной системы возможно осуществлять формирование многоуровневой информационной сети и системы контроля и управления воздушными и кабельными линиями на основе данных с различных диагностических устройств: датчиков тока, датчиков напряжения, датчиков температуры линии, датчиков обледенения и пространственных датчиков положения проводника, топографических и удаленных устройств для определения местоположения повреждения линии. Эти данные не только позволяют немедленно отреагировать на произошедшие в энергосистеме события, но и позволяют реализовать механизм предиктивной диагностики повреждений, оценить вероятность отказа отдельных узлов сети и перейти к активно-адаптивному конфигурированию распределительных сетей.

Базовым функционалом системы мониторинга является корректная идентификация всех видов повреждений линий электропередачи (однофазные замыкания на землю и междуфазные замыкания) при любом направлении перетока мощности или при нулевом перетоке (линия под охраным напряжением), при обрыве про-

вода, в цикле АПВ, при появлении повреждения как в процессе нормального функционирования, так и при включении в распределительную сеть потребителей. Определение места повреждения с визуализацией текущего состояния сети и места аварии, автоматическое секционирование линий при аварийном процессе и учет недопоставленной электроэнергии обеспечивается внедрением геоинформационной системы мониторинга и управления электропередачей.

Предлагаемая компанией АНТРАКС система мониторинга и автоматизации распределительной энергосети основана на использовании линейки интеллектуальных датчиков собственной разработки и производства (индикаторы для воздушных линий ИКЗ, мониторы электрической сети А-сигнал, интеллектуальные цифровые разъединители РИЦ). Она позволяет определять любой тип аварии на воздушных и кабельных линиях 6–110 кВ, а также оперативно секционировать поврежденные участки. Кроме того, часть аварийных ситуаций система прогнозирует заблаговременно на основании анализа поведения оборудования ВЛ. При масштабировании в сторону увеличения аналитической части система позволяет управлять информацией и бизнес-аналитикой на базе цифровых технологий обработки больших массивов данных с использованием систем искусственного интеллекта и машинного обучения.

Центральной частью системы является сервер сбора и обработки данных КОМОРСАН. Данные с интеллектуальных датчиков поступают к серверу по разным каналам связи, в зависимости от типов приборов, включенных в систему. Комплекты приборов



оснащенные GSM-модулем, устанавливают TCP/IP соединение для обмена данными. Индикаторы, использующие для передачи канал ретрансляции данных на основе Mesh-сети, передают информацию на сервер с использованием промежуточного контроллера сбора данных, который является координатором сети и преобразователем интерфейсов. Передача информации в систему КОМОРСАН происходит в реальном времени. Гибкость модели данных системы КОМОРСАН позволяет управлять набором ролей и привилегий, уровнем доступа пользователей в КОМОРСАН Web-клиент. Система имеет встроенные механизмы кибербезопасности и сохраняет информацию о действиях пользователей.

Использование системы оптимально для мониторинга воздушных и кабельных линий класса напряжений 6–110 кВ за счет высокой чувствительности устройств: фиксация аварийных токов от 0,5 А и реализация нескольких алгоритмов определения аварийной ситуации позволяет гарантированно не допустить ложных срабатываний при малых аварийных токах и надежно определять все виды аварийных процессов — однофазные замыкания на землю и междуфазные замыкания. Определение направления протекания тока короткого замыкания делает возможной легкую локализацию поврежденного сектора воздушной линии и точное расстояние до места повреждения.

Для работы системы мониторинга не требуется установка дополнительного оборудования на

подстанциях, что снижает общую стоимость системы, не требует сложного монтажа на подстанциях, не требует создания искусственных режимов с набросами тока, снижающих срок эксплуатации сетевого оборудования. Синхронные измерения напряжения и токов в каждой фазе с меткой реального времени и построением осциллограмм и векторных диаграмм по каждой фазе позволяют убедиться в правильной фазировке линии и осуществлять мониторинг процессов в режиме реального времени, необходимый для перехода к риск-ориентированному управлению сетью.

Интеллектуальные датчики производства компании АНТРАКС выполнены в технологии типа plug and play и не требуют проведения настройки пользователем. Применение управляемых устройств секционирования системы увеличивает срок работы энергооборудования, в отличие от вакуумных выключателей (реклоузеров), которые порождают в сетях высокочастотные (50–200 кГц) перенапряжения, что приводит к преждевременному выходу трансформаторов из строя.

Предлагаемая компанией АНТРАКС система универсальна и интегрируется с уже имеющейся инфраструктурой распределительных сетей, включая SCADA-системы, а при подключении устройств секционирования дает возможность управления энерго районами. Система легко настраивается: возможно включение мнемосхем, добавление выделения поврежденного участка, выделения дополнительных ролей пользователя, сбор аналитики в удоб-

ной форме. Мониторинг дает возможность увеличивать пропускную способность линий, то есть передаваемую мощность в каждый конкретный момент времени.

Использование системы позволяет контролировать пиковые нагрузки, что особенно актуально при интеграции возобновляемых источников энергии и активных потребителей. Возможно самостоятельное принятие решений системой управления, в том числе управление переключением потока мощности. Использование вероятностных алгоритмов и алгоритмов машинного обучения позволяет гарантировать отказоустойчивость системы, дает возможности самодиагностики и самообучения. Поэтапное внедрение комплексной системы очень удобно экономически, система легко масштабируется «в ширину» (территориально) и «в глубину» (включение новых устройств).

Комплексный подход к мониторингу энергосети дает простое решение задачи модернизации и повышения надежности энергосистемы, а использование достижений современной электроники, систем связи и технологий машинного обучения позволяет наиболее экономично решить проблему оперативного восстановления энергоснабжения потребителя без установки первичного оборудования и изменения топологии сетей. **Р**