

Адаптированная риск-ориентированная система мониторинга и управления воздушных и кабельных линий

По материалам
VI Научно-практической конференции
**«КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ
ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ»**

Базовой потребностью клиентов электроэнергетической компании является максимально надежное снабжение электроэнергией с гарантированно высоким качеством. В то же время потребностями сетевой энергокомпании становятся минимизация капитальных и операционных затрат и минимизация потерь при электроснабжении.

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

В Российской Федерации в течение последних трех лет отмечается улучшение уровня надежности электроснабжения. Всего отрасли удалось значительно снизить аварийность: в генерации — на 11%, в распределительных сетях — на 20%. Потери электроэнергии в сетях за 5 лет снизились на 15%. На уровне страны в целом улучшаются уровни SAIDI и SAIFI, стремясь к целевым показателям по уменьшению первого показателя в 3–8 раз, а второго — в 2–4 раза. Но при этом

в России, как и в целом в мире, показатель SAIDI в электросетях среднего класса напряжения по-прежнему в 3–4 раза выше, чем в электросетях высокого класса напряжения [1].

Однако нулевая аварийность не достижима — и это очевидно как самим энергетикам, так и потребителям электроэнергии. Неизбежный рост капитализации при дооснащении энергосистемы дорогостоящим оборудованием впоследствии приводит к увеличению тарифов на электроэнергию. В итоге стоимость качества поставки несут как потребители энергии, ощущая на себе увеличение стоимости, так и распределительные сети.

При этом низкий уровень надежности, напротив, вызывает очень большие экономические потери у потребителей электроэнергии из-за простоя предприятий, прекращения ресурсодобычи и ресурсопередачи. Необходимо найти баланс между вложениями в модернизацию энергосистемы и надежностью. Очевидно, что в определенный момент объем денежных вложений, необходимых для достижения следующего процента повышения надежности электроснабжения, превысит положительный экономиче-

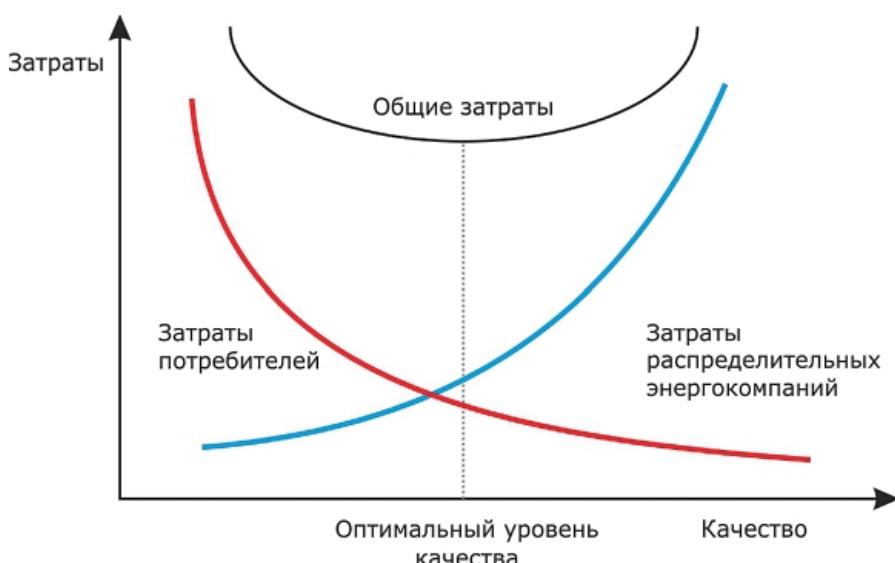


График соотношения затрат энергокомпаний и затрат потребителей при повышении качества

ский эффект для потребителей и сетевых компаний от данного повышения. Срок возврата инвестиций чрезвычайно вырастет, а ARIE — средняя эффективность инвестиций для увеличения уровня надежности на 1% — станет цифрой со множеством нулей [2].

Одной из возможностей для определения правильного пути модернизации энергосистемы с гарантированно эффективным уровнем вложений служит улучшение потенциала использования капитальных вложений. Существующая структура сети не адаптивна для применения в ней новых систем учета электроэнергии и систем интеллектуальной диагностики, что в свою очередь порождает целый комплекс проблем, связанных с низкой эффективностью и высокими затратами на содержание. Сети, особенно среднего класса напряжения, характеризуются слабой информативностью по загрузке и ресурсам эксплуатируемых активов, отсутствием возможности удаленного управления оборудованием, отсутствием функций самодиагностики и самовосстановления сети. Правильные вложения позволят контролировать активы энергокомпании и использовать их полноценнее.

В то же время глобальная программа трансформации, включающая в себя полное переоснащение устройств АСКУЭ, телемеханики, РЗА, систем контроля качества электрической энергии, модернизацию измерительного комплекса, в том числе цепей трансформаторов тока и трансформаторов напряжения, является весьма дорогостоящим и долгосрочным проектом. В перспективе трех-, пятилетних программ развития электроэнергетической сети стоимость подобного пути станет максимальна, а снижение индикативных показателей — минимально. Реализация его на территории всей России в ближайшие 5 лет не возможна. В итоге потребитель слабо почувствует улучшение уровня надежности, а энергосистема существенно увеличит свою капитализацию и будет вы-

нуждена вложить большой объем собственных инвестиций. Для поиска точки баланса во вложениях верное направление могут подсказать новые источники дохода для энергокомпании, например, развитие возможностей обслуживания электрооборудования абонента, развитие клиентских сервисов, оптимизация потребления для клиента и, прежде всего, новая модель управления активами.

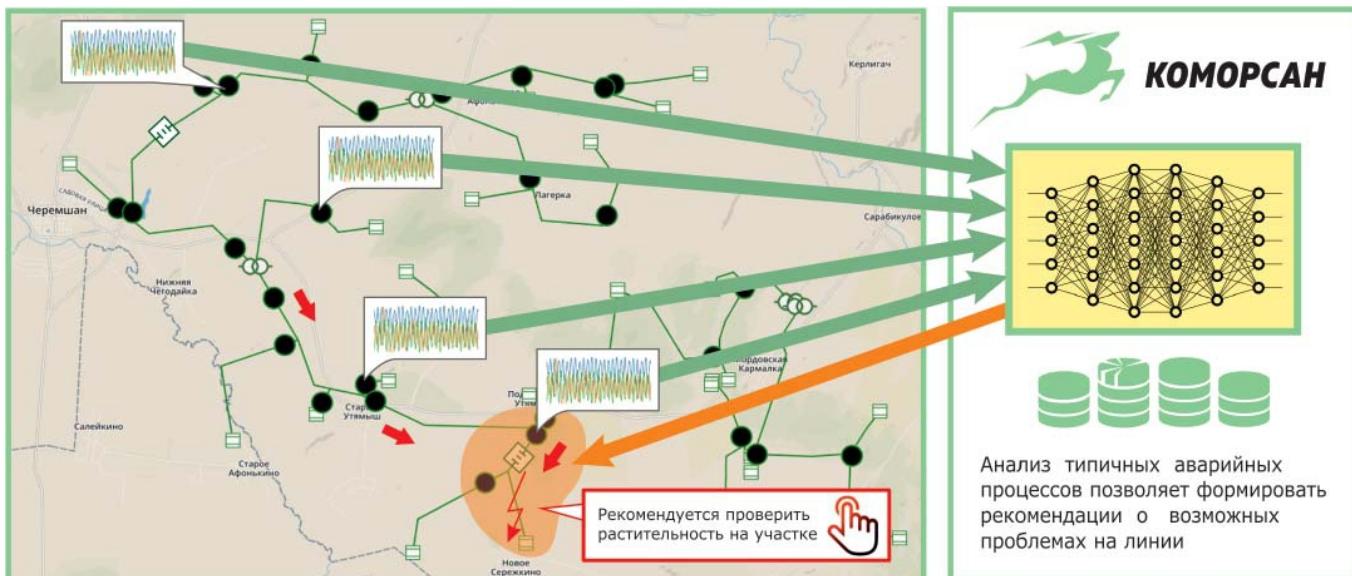
Также необходимо рассмотреть реализацию новой модели управления активами на основе риск-ориентированного управления. Данная задача не требует глобального переоснащения энергосистемы. В то же время необходимо четкое знание архитектуры клиентской сети и структуры потребления клиентов, и, разумеется, возможных параметров работы сети и архитектуры сети электроэнергетической компании.

Полный портрет поведения потребителей дает понимание дополнительных сервисов, которые могут заинтересовать клиента, а также позволяет реализовать многоуровневую надежность для удовлетворения потребителей. Системный сбор и обработка данных о поведении сети электроснабжения дает возможность сформировать рекомендации по оптимальному поведению, позволяющему уменьшить пики нагрузки и оптимизировать загрузку оборудования пользователя.

При внедрении риск-ориентированного управления сеть очевидна необходимость (полная либо частичная) исключения человека из процесса принятия решений и замены его специальными комплексами автоматики, управляющими на уровне всей системы и отдельных ее объектов на основе формализованных методов формирования коммуникационных состояний. Соответственно необходимо внедрение автоматизированного дистанционного управления там, где это не реализовано в настоящий момент. Так, в среднем несекционированная длина воздушных линий составляет 10–12 км, за Уралом доходя до 15–17 км.

Такая архитектура сети для достижения необходимого уровня надежности требует внедрения систем обнаружения места возникновения аварийной ситуации как на подстанции, так и на воздушных и кабельных линиях электропередачи, с последующей автоматической изоляцией поврежденного участка и восстановлением питания на неповрежденных секциях. После устранения причины аварийной ситуации также необходимо восстановление нормальной схемы питания потребителей [3].

Обеспечение наблюдаемости каждой трансформаторной и распределительной подстанции сети, не осуществляя глобального переоснащения систем РЗА и измерительного комплекса, возможно при использовании систем телемеханики и мониторинга фидеров с функционалом локализации аварийных процессов. При внедрении риск-ориентированной системы мониторинг и управление узловыми точками воздушной линии электропередачи осуществляется дистанционно управляемыми разъединителями и индикаторами короткого замыкания с передачей информации в централизованную систему. При этом система определяет возникновение повреждения на воздушной или кабельно-воздушной линии электропередачи, отображает аварийные процессы на географической карте и мнемосхеме с отправкой предупреждений. Помимо непосредственных функций дистанционного управления с функционалом блокировки, важнейшим свойством системы становится широкомасштабный сбор информации высокочувствительными датчиками с непосредственной привязкой меток реального времени и GPS. Датчики типа ИКЗ-В34 и А-сигнал выявляют самоустранившиеся «клевки» на землю, чувствуют возмущения в воздушной и кабельно-воздушной линиях, начинающиеся пробои в изоляции кабеля и изоляторах, в том числе на смежных участках воздушной линии. Индикаторы типа ИКЗ-В36 измеряют вибрации проводов,



Вид модуля FLISR в веб-клиенте системы мониторинга и управления КОМОРСАН

определяя отклонения от нормальных режимов работы.

Максимальное использование информации, имеющейся в распоряжении коммутационных аппаратов и высокочувствительных датчиков, позволяет определять любые аварийные процессы на линиях смешанной топологии, не требуя доступа к данным центров питания и абонентским РП/ТП. Комплексная обработка данных в системе КОМОРСАН от мониторов фидера типа А-сигнал решает три основные проблемы замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью: определение емкостных токов, фиксация перенапряжений и определение поврежденного фидера. Работа в системе мониторинга и управления дает возможность при выборе оптимального пути секционирования поврежденного участка и возвращения питания остальным потребителям учитывать «переносные заземления» и остальные коммутационные аппараты. Функция самодиагностики позволяет контролировать расход ресурсов всего включенного в наблюдаемый участок оборудования и своевременно выявлять неисправности.

Применение датчиков, реагирующих на все виды повреждений с определением направления как в составе коммутационных аппаратов, так и отдельно, не тре-

бует наличия микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики по концам воздушной линии. Запуск алгоритма отделения поврежденного участка в системе мониторинга и управления не только осуществляется с контролем времени доставки команд, но и вводит запрет на другие переключения на уровне SCADA. Модуль FLISR системы мониторинга и управления осуществляет контроль процесса выполнения и успешности завершения алгоритма отделения, фиксируя изменения положения коммутационного аппарата, наличие напряжения, бросков тока и так далее. После восстановления питания по факту устранения повреждения модуль FLISR системы мониторинга и управления проверяет отсутствие перегрузок на воздушной линии, включая возможность перегрузки соседнего фидера.

Помимо модуля FLISR, отвечающего за автоматическое определение поврежденного участка сети, его локализацию и восстановление электроснабжения, масштабный сбор данных в системе мониторинга и управления позволяет реализовать прогностические функции. Реализация алгоритмов предиктивной аналитики базируется на работе нейронной сети с данными о типичных аварийных процессах, собранными интеллекту-

альными устройствами компании «АНТРАКС» в течение нескольких лет. Механизмы работы с большими массивами данных позволяют формировать рекомендации о возможных проблемах на линии. Система мониторинга и управления в модуле «Советчик» выдает рекомендации на основе полученных данных, что дает возможность предотвратить аварийные отключения. Например, в модуле отмечается высокая частота отключений, в связи с чем рекомендуется замена провода на участке на самонесущий изолированный провод. Так же модуль «Советчик» формирует рекомендации о необходимости внеочередного обхода на участке с рекомендацией проверить растительность на участке. Фиксация системой угрозы перехода в устойчивое ОЗЗ формирует рекомендации о проведении на участке с точными географическими координатами проверки изоляторов на предмет пробоев.

Хочется отметить, что риск-ориентированное управление развитием активов базируется на отслеживании текущего состояния сети в текущий момент времени. Это позволяет не только выявлять нарушения на ранней стадии, но и информировать пользователя о предполагаемой длительности перерывов в энергоснабжении. Сеть, дооснащенная разработанной компанией



Вид модуля «Советчик» в веб-клиенте системы мониторинга и управления КОМОРСАН

«АНТРАКС» Системой мониторинга и управления, в дальнейшем в реальном времени сможет отслеживать режимы работы всех участников процесса выработки, передачи и потребления электроэнергии. Получая обратную связь через разветвленную систему датчиков в режиме online, Система реагирует на все изменения, происходящие в сети, принимая оптимальные решения для предотвращения аварий и осуществления энергоснабжения с максимальной надежностью и экономической эффективностью.

Умное управление активами базируется на аналитической обработке больших массивов данных, что возможно только с применением технологий обучения нейронной сети. При использовании данных от высокочувствительных датчиков о фиксации провалов напряжения, о среднем, минимальном и максимальном текущем значении для линии возможна классификация событий по причинам возникновения. Такая информация используется для оптимизации активов оператора управления за счет выполнения рекомендации по замене и дооснащению электрооборудования, по внеочередному осмотру ОВБ, по сопутствующим работам на воздушной и кабельной линии при выводе ее в ремонт, по режимам эксплуатации [4].

Бессистемное внедрение нового оборудования не даст кардинального улучшения. Баланс между расходами на модернизацию энергосистемы и экономический эффект от уменьшения недоотпуска и потерь может быть достигнут путем постепенного внедрения интеллектуальных датчиков с online передачей информации с расчетных модулей Системы мониторинга и управления. Достигнутый уровень автоматизация при таком внедрении позволит предотвратить возникновение технологических нарушений, в том числе вызванных ошибками персонала, а также снизить численность оперативного и эксплуатационного персонала. Модули прогнозирования обеспечат анализ тенденций переходных событий, что даст возможность персоналу распределительных сетей запланировать техническое обслуживание до того, как произойдет неисправность. Использование электроэнергетическими компаниями адаптированной риск-ориентированной Системы мониторинга и управления воздушных и кабельных линий значительно улучшит индексы надежности SAIDI (до 10 раз) и SAIFI, снизит стоимость обслуживания оборудования до 40% в год, уменьшит износ оборудования в распределительных сетях. 

ЛИТЕРАТУРА

- Chollet Y., Biassie J.M., Mallot A. Feeder Automation Improves Medium Voltage Network Efficiency / CIRED Conference, Frankfurt, Germany, June. 23-24, 2008.
- Kueck J.D., Kirby B.J., Overholt P.N., Markel L.C. Measurement Practices for Reliability and Power Quality. Oak Ridge, TN Rep. ORNL/TM-2004/91, 2004.
- Янкович А.Ю., Садохина М.А., Шушпанов И.Н. Интеллектуальная система мониторинга сетей / Сборник трудов конференции «Электроэнергетика глазами молодежи». Самара: СамГТУ, 2017. С. 300–303.
- Штац Т., Бушек Х. Сотрудничество — ключ к совершенствованию систем DMS/OMS // Transmission & Distribution World. Russian Edition. Приложение к журналу «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение», 2013, № 6(21). С. 18–22.



ООО МНПП «АНТРАКС»
+7 (495) 991-12-30,
www.antraks.ru,
mail@antraks.ru