



НПП «Динамика» (г. Чебоксары) – разработчик и производитель современных испытательных устройств для проверки различного электрооборудования. Перспективы цифровизации энергетики оценивает технический директор предприятия Вадим Герасимов.

– С какими проблемами могут столкнуться участники процесса цифровой трансформации энергетики?

– Сегодня данные в цифровой форме необходимо рассматривать как самостоятельный фактор, влияющий на эффективность и производительность труда, надежность и безопасность энергоснабжения. Это позволяет расширить функции защиты и управления объектами электроэнергетики. На современном этапе требуется развитие систем прогнозирования аварийных ситуаций, адаптации характеристик защит к наиболее оптимальным режимам работы. Имеющиеся электромагнитные, электронные системы не позволяют этого делать.

Основная проблема – это совместная работа оборудования прошлого поколения и современного. Кроме того, оптимальная цифровизация подразумевает использование и адаптированного первичного оборудования.

Еще одна существенная проблема – цена. Совокупная стоимость владения (в т. ч. эксплуатация) цифровых систем не должна превышать этот показатель для новых или модернизируемых, а также старых электромагнитных систем. Серьезной проблемой может стать и отсутствие подготовленного эксплуатационного персонала.

– Какие технологии и системы кажутся Вам наиболее перспективными для цифровой трансформации отрасли?

– Вероятно, это активно-адаптивные сети и системы векторных измерений, позволяющие оптимизировать управление энергосистемой в масштабах региона, внедрение интеллектуальных приборов учета. Из технических решений – это развитие методов измерений, в том числе основанных на ранее не использовавшихся физических принципах.

Искусственный интеллект, big data, блокчейн и другие новые технологии могут оказаться востребованными в не очень отдаленном будущем. На сегодня не все из этих технологий удовлетворяют требованиям кибербезопасности.

– Какие изменения в НТД необходимы, учитывая нацеленность на преобразование отрасли?

– По видимому, должна быть принята единая стратегия цифровизации отрасли всеми ведущими игроками: «Россетями», «РусГидро», «Росатомом», «Транснефтью» и др.

Необходимо также разработать новые схемы типовых подстанций с соответствующим первичным оборудованием, типовые требования ко всем компонентам ПС.

Кроме того, предстоит сформулировать требования к глобальным автоматическим системам управления первичным оборудованием на всех станциях и ПС в одном регионе, к удаленному управлению необслуживаемыми ПС.

А в целом требуется государственное содействие созданию и внедрению инновационных технологий и развитию отраслевой науки для разработки национальных стандартов, проподвигающих цифровые технологии.

– Какими могут быть источники финансирования масштабного обновления энергосистемы страны?

– Цифровизация целой отрасли народного хозяйства, отрасли важнейшей для государства, в целом может и должна решаться как национальная государственная программа, но с привлечением частных инвестиций крупных компаний, в первую очередь энергокомпаний.

– Цифровые сети и подстанции: из каких компонентов они должны состоять, по каким стандартам и в какой по-

следовательности внедряться, как должна оцениваться их эффективность?

– Первейшим условием является создание национальной нормативно-правовой базы, что позволит решить проблемы интеграции оборудования разных производителей. Это не только стандарт МЭК 61850, но и руководства по разработке, проектированию и эксплуатации оборудования цифровых подстанций.

Компоненты ЦПС известны, поскольку их силовая часть не отличается от силовой части традиционной ПС. Это высоковольтные выключатели, силовые и измерительные трансформаторы, устройства защиты и управления. Их особенность в цифровом исполнении: формируется единый цифровой поток данных, характеризующий состояние ПС в целом и обеспечивающий управление каждым объектом ЦПС.

Эффективность ЦПС будет определяться только экономическими показателями: совокупные затраты на проектирование, строительство и эксплуатацию должны быть ниже по сравнению с затратами на традиционные ПС. В противном случае цифровизация не приживется.

– Продукция вашей компании отвечает задачам цифровизации энергетики?

– Наше предприятие выпускает испытательные комплексы РЕТОМ-61850, РЕТОМ-61 и РЕТОМ-71, которые используются другими предприятиями для разработки, аттестации и эксплуатации устройств релейной защиты, в том числе и в сфере цифровых технологий, удовлетворяющих требованиям стандарта МЭК 61850.

Кроме того, НПП «Динамика» ведет разработку приборов для проверки измерительных систем тока и напряжения, работающих в соответствии с МЭК 61850.

– Какие меры помогут производителям оборудования для умной энергетики расширить масштабы внедрения их продукции?

– Думаю, что здесь можно двигаться в нескольких направлениях. Например, стимулирующим фактором может стать создание государством для компаний, проподвигающих цифровые технологии, благоприятных условий: предоставление грантов, льгот и т. п. Необходимо привлекать к разработке новых концепций в области цифровых технологий и к их широкому обсуждению максимальное количество производителей, а также вовлекать научные и исследовательские учреждения в совершенствование бизнес-процессов.

Важная задача – развитие цифрового мышления в профессиональном сообществе. Она должна решаться с помощью профильного образования, повышения квалификации.



МНПП «АНТРАКС» (г. Фрязино, Московская обл.) – разработчик и производитель интеллектуальных систем для энергетики. С позицией компании знакомит руководитель отдела маркетинга Екатерина Карташева.

– Цифровая трансформация энергетики – глобальный тренд. Своевременно ли сейчас для России вкладывать ресурсы в цифровизацию? Готовы ли электротехнические компании к переменам?

– Думаю, что для отечественной энергетики цифровая трансформация – это не ультрамодная идея, а осознанная необходимость. Так что для инновационных компаний, таких как наша, работа в этом направлении – рациональное и единственно возможное решение.

«АНТРАКС» 20 лет создает и внедряет устройства и программы для управления активно-адаптивными электросетями, для систем мониторинга и диагностики энергообъектов, поэтому мы хорошо представляем и трудности, и преимущества цифровизации. Основные ориентиры при внедрении цифровых технологий – оптимальная надежность и существующий базис энергосистемы. Очевидно, что энергетикам желательно

минимизировать и вложения, и степень вмешательства в рабочие процессы. При этом потребитель не должен страдать от процессов, происходящих при модернизации сети.

– Как на практике будет осуществляться процесс цифровизации сетей, с каких объектов он будет начинаться?

– Цифровизация неизбежна, но это будут не революционные перемены, а постепенные, эволюционные. Базовым звеном модернизированной энергосистемы становится цифровой энергорайон – РЭС. На этом уровне, используя цифровые каналы связи и методы риск-ориентированного управления, необходимо обеспечить наблюдаемость любого участка сети, легкую управляемость, контроль передачи электроэнергии на любом этапе.

Разумеется, комплексная реконструкция оборудования подстанций, воздушных и кабельных линий – весьма дорогостоящее мероприятие. Кроме того, такой кардинальный подход к модернизации низко эффективен ввиду неготовности персонала РЭС к работе в новых условиях. Поэтому внедрение нового оборудования на территории энергогорайона должно идти поэтапно и системно. Учитывая низкий уровень оснащения распределенных средствами мониторинга, связи и телемеханики, необходимо поэтапное оснащение новыми устройствами, которые становятся звенями единой информационной сети. Сопоставление параметров надежности сети, величины потерь и эффективности работы энергосистемы помогает определить приоритеты при выборе объектов цифровизации. В процессе анализа выявляются наиболее аварийные элементы РЭС, изношенное оборудование ПС, оснащенность устройствами секционирования ВЛ, оценивается практика использования SCADA-системы.

На первом этапе цифровизации РЭС должно обеспечиваться определение поврежденного участка ЛЭП, автоматическое секционирование линии при аварии, удобство поиска повреждения оперативно-выездной бригадой. Требуется внедрение интеллектуальной системы мониторинга и управления электропередачей, с последующим совмещением ситуационного управления и прогнозирования на основе баланса затрат, рисков и производительности активов.

Второй этап цифровизации РЭС – развитие средств диспетчеризации для оперативно-технологического управления на основе данных, полученных от систем мониторинга. Сопутствующая интеллектуализация управления с использованием технологий предупредительной диагностики, big data и машинного обучения позволяет эффективно совмещать модели ситуационного и риск-ориентированного управления.

– Можно уже сейчас говорить о каких-то реальных проектах, практических наработках?

– Конечно! Например, в 2016–2017 гг. в Чистопольских сетях в Татарстане была внедрена система «КОМОРСАН», разработанная компанией «АНТРАКС» для мониторинга и управления линиями электропередачи в распределениях на базе топографических средств определения места повреждения ИКЗ-В34. Для внедрения был выбран район большой протяженности, с высокой аварийностью воздушных линий (за 2016 г. – 684 отключения). Благодаря «КОМОРСАН» время поиска места повреждения сократилось в 5 раз, средняя продолжительность отключения одного потребителя в системе снизилась с 6,5 до 1,5 часов, а недоотпуск электроэнергии уменьшился практически вдвое. Такой эффект дает прогнозная диагностика ВЛ, позволяющая выявить дефект на ранней стадии.

Аналогичный проект реализован в Башкортостане. В течение двух лет в 18 РЭСах строилась геоинформационная система на базе интеллектуальных индикаторов ИКЗ. Параллельно в Уфимских городских электрических сетях началось оснащение РП и ПС мониторами фидера «А-сигнал» для определения любого аварийного процесса в кабельных линиях.

В 2018 г. в Буйинском РЭС (Татарстан) были установлены интеллектуальные разъединители РИМ-3, обеспечивающие быстрое секционирование линии в случае аварии. В режиме реального времени работники оперативно-выездной бригады получают уведомление об аварийном участке линии, что ускоряет ликвидацию неисправности. Для подобного ситуационного управления в Башкирской электросетевой компании в систему «КОМОРСАН» включены реклоузеры, а функцию определения и отключения поврежденных линий на фидере выполняет монитор «А-сигнал».



Система цифрового мониторинга и управления РЭС

Дистанционное управление ВЛ с помощью интеллектуального разъединителя РИЦ

- Определение поврежденного фидера и отключение аварийной отпайки при применении монитора сети «А-сигнал»
- Полная наблюдаемость воздушных линий благодаря установке индикаторов короткого замыкания ИКЗ-В

ОСОБЕННОСТИ

Работа в сети любой топологии, с любым режимом заземления нейтрали.

Определение аварийных ситуаций любого типа, включая однофазные замыкания на землю с низкими аварийными токами.

Гарантированное улучшение надежности сети и индексов SAIDI и SAIFI.



ложенных однофазными кабелями. Эта методика основана на численном решении уравнений поля методом конечных элементов.

По словам специалистов, в отличие от традиционной методики (по ГОСТ Р МЭК 60287) новый подход позволяет учесть максимальное количество влияющих факторов и может использоваться как для стационарных, так и для нестационарных режимов. Инструмент численного решения уравнений поля (электромагнитного и температурного) – модифицированный вычислительный комплекс.

Таким образом, с помощью этой методики точный результат может быть получен для любых способов и условий прокладки, а также при произвольном способе объединения и заземления экранов.

Вторая методика научно-исследовательского института, описанная в докладе, относится к оценке наработки и ресурса изоляции кабельных линий.

– Для оценки наработки и ресурса изоляции кабельных линий, в том числе изготовленных из сшитого полиэтилена, – рассказал главный конструктор НИИ «Севкабель», – мы предлагаем использовать опосредованный мониторинг структурно-чувствительного к процессу старения параметра – тангенса угла диэлектрических потерь $\tg\delta$ (в процессе эксплуатации).

В ходе исследований было установлено, что сдвиг максимума в частотной зависимости $\tg\delta$ в область низких частот количественно информирует о степени старения СПЭ-изоляции. Непрерывному контролю подвергается угол сдвига ϕ между фазным напряжением и емкостной составляющей тока через изоляцию на землю, являющийся дополнением до 90° угла δ . Кроме того, спикер обратил внимание на то, что измерения следует проводить для каждой гармоники питающего напряжения.

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВЛ И КЛ

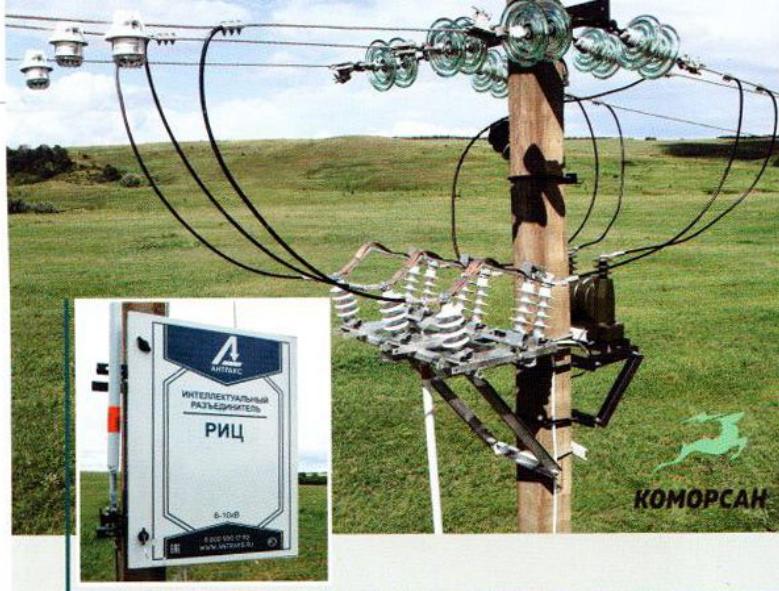


Найл Фазлыев, менеджер отдела продаж ООО МНПП «АНТРАКС» (г. Фрязино, Московская обл.), в своем выступлении заметил, что при цифровизации распределительных сетей требуется внедрение интеллектуальной системы мониторинга и управления электропереходами с последующим совмещением ситуационного управления и прогнозирования.

– Базовым звеном системы мониторинга, разработанной в нашей компании, – сказал докладчик, – являются индикаторы короткого замыкания. Большое разнообразие линеек индикаторов позволяет организовать комплексный контроль распределительных сетей: для диагностики ВЛ применяются устройства, устанавливающиеся на опору или на провод контролируемой ВЛ; для определения поврежденного фидера разработаны устройства, монтирующиеся в ячейку КРУ. Новые приборы отличаются повышенной устойчивостью к различного вида помехам, большой пропускной способностью канала данных, возможностью использования мобильного устройства (смартфон, планшет) в качестве пульта дистанционного управления. В настоящее время такие ИКЗ установлены в 29 странах мира.

Для упрощения модернизации сетей компанией разработан интеллектуальный цифровой разъединитель нового поколения РИЦ, важной особенностью которого является автоматический привод. Если раньше бригада энергетиков выезжала на место и управляла приводом вручную, то сейчас это сможет делать диспетчер, ведь привод управляется дистанционно. Благодаря выделению поврежденного участка интеллектуальным разъединителем РИЦ в совокупной работе с системой мониторинга уменьшается количество отключенных потребителей и существенно сокращается время отключения для прочих пользователей энергосистемы. Также в режиме реального времени работники оперативно-выездной бригады получают уведомление с помощью SMS и e-mail сообщений об аварийном участке линии, что дает возможность быстро ликвидировать неисправность.

Для обеспечения наблюдаемости высоковольтных линий в распределительных пунктах началось оснащение РП и ПС



Интеллектуальный разъединитель РИЦ для секционирования ВЛ 6(10) кВ



ФУНКЦИИ

- Контроль и индикация состояния участка воздушной линии
- Фиксация аварийного процесса на линии и передача информации в диспетчерский центр, в том числе непосредственно в SCADA-систему
- Определение аварийного участка
- Дистанционное включение и отключение обесточенных участков электрической цепи
- Ручное, местное и дистанционное управление приводом

ОСОБЕННОСТИ

РИЦ устанавливается в местах секционирования ВЛ вместо коммутационных аппаратов, переключаемых вручную.

С помощью автоматизированного привода, размещенного в шкафу управления, РИЦ оперативно переключает под напряжением обесточенные участки. Управление приводом осуществляется в дистанционном, местном (блок управления приводом игнорирует команды от GSM-модема) и ручном режиме.

Конструкция РИЦ с приводом обеспечивает его фиксацию в отключенном или включенном положении, исключая самопроизвольное включение/отключение.

Состояние РИЦ отображается на пульте управления диспетчера и на блоке управления разъединителем (механический флагаж и индикаторные лампы).

► мониторами фидера «А-сигнал», позволяющими определить любой аварийный процесс в кабельных линиях. Анализ информации от приборов в режиме реального времени дает возможность широко оценить процессы в распределительной сети и обеспечить надежное электроснабжение как сельского, так и городского потребителя. Благодаря наличию конфигурируемых входов и выходов, «А-Сигнал» выполняет функции контроля и управления высоковольтным выключателем.

Внедрение интеллектуальной системы мониторинга и управления, разработанной компанией «АНТРАКС», позволит выполнить цифровизацию РЭС с возможностью наблюдения и управления из диспетчерского пункта.



Андрей Ванякин, заместитель директора АО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО» (г. Москва), поделился опытом применения оптической системы мониторинга на ВЛ для контроля гололедообразования.

Оптическая система мониторинга воздушных линий высокого напряжения (ОСМ-ВЛ) была изобретена «СОЮЗТЕХ-ЭНЕРГО» в первую очередь для решения задачи контроля гололедообразования.

— Система построена на волоконно-оптической измерительной технологии, — пояснил выступающий. — Полностью автономные датчики ОСМ-ВЛ в натяжных гирляндах проводов измеряют тяжение, вибрацию проводов и температуру воздуха. Передача измерительной информации на подстанцию осуществляется через оптоволокно существующей ВОЛС-ВЛ. С помощью модели механической части ВЛ на основании измерений могут быть рассчитаны толщина стенки гололеда и стрела провеса.

Принцип действия системы обеспечивает уникальные эксплуатационные преимущества:

- полная автономность оборудования на опорах (датчикам не требуется электропитание и обслуживание, они не имеют электронных компонентов и движущихся частей);
- гарантия полноты данных (показания поступают по оптоволокну на расстояние до 80 км несколько раз в секунду);
- долговечность и надежность (минимум оборудования на опоре);
- достоверность показаний (невосприимчивость к электромагнитному полю, высокая точность, контроль всей анкерной секции).

— При прочих равных, — отметил Андрей Ванякин, — затраты на организацию ОСМ-ВЛ не выше, чем для существующих систем контроля гололедообразования. Система в силу своего устройства не требует никакого ежегодного обслуживания, что снижает суммарные затраты на ее эксплуатацию.

Система прошла опытно-промышленную эксплуатацию в филиале ПАО «ФСК ЕЭС» МЭС Юга на ВЛ 330 кВ. По результатам ОПЭ техническим советом ФСК принято решение о внедрении системы.

Вне осенне-зимнего периода ОСМ-ВЛ может дополнительно применяться в целях:

- обнаружения механических повреждений элементов ВЛ и внештатных ситуаций (падение деревьев, возгорание в охранной зоне и пр.);
- контроля стрел провеса (рассчитанные программой и измеренные показания отличаются менее чем на 15 см);
- накопления информации о специфике условий эксплуатации ВЛ.



Алексей Макаров, начальник отдела высоковольтных проектов, и Алексей Захарченко, инженер по АСУ 1-й категории ООО «Титан Инжиниринг» (г. Санкт-Петербург), представили программно-технический комплекс постоянного теплового мониторинга кабельных линий (МКЛ) с контролем токов и частичных разрядов.

— Система МКЛ предназначена для контроля состояния кабельной линии и своевременного обнаружения нарушения

штатного режима функционирования КЛ, локализации и оперативного ремонта, — подчеркнули докладчики.

Система позволяет осуществлять постоянный контроль за:

- температурой токоведущей жилы с детализацией по всей длине КЛ;
- состоянием изоляции высоковольтного кабеля и муфт при помощи датчиков контроля ЧР и акустических колебаний в СВЧ-диапазоне;
- токами утечки на заземляемых экранах КЛ, вводов и муфт.

Полученные данные комплексно анализируются и используются для прогноза аварийной ситуации. Текущие значения максимальной температуры и расстояние до нее, значение тока в экране, аварийная сигнализация, прогнозируемые и другие данные передаются системой по МЭК 60870-5-104 или другим протоколам в ДП, ЦУС и др.

Докладчики отметили, что система не имеет мировых аналогов и является уникальной для задач по прогнозированию аварийных ситуаций, и описали некоторые преимущества и отличительные особенности системы.

— Всё измерительное, вычислительное и коммуникационное оборудование размещается в 19" телекоммуникационном шкафу, что облегчает обслуживание системы, — пояснили выступающие. — Исключена возможность повреждения оборудования системы, поражения обслуживающего персонала электрическими полями и наведенными токами вследствие отсутствия электрических проводов, проложенных от концевых муфт до системы.

Связь между оборудованием и датчиками осуществляется по волоконно-оптическому кабелю, являющемуся полностью диэлектрическим, нечувствительным к электромагнитным помехам (EMI). Все датчики полностью энергонезависимые, не требующие внешнего электропитания.

Система имеет возможность подключения к внешнему серверу для централизованного обслуживания, хранения данных, прогнозирования аварийных ситуаций, картографического отображения данных и др.



Антон Чернышев, главный технолог ООО «Лаборатория будущего» (г. Екатеринбург), представил инновационную разработку компании — роботизированный диагностический комплекс «Канатоход», предназначенный для диагностики и технического обслуживания высоковольтных воздушных линий электропередачи.

— «Канатоход» — это первый в мире (по нашим данным) робот для диагностики ВЛ, — отметил докладчик, — способный и летать, и приземляться на включенную линию, передвигаться по ней и сканировать состояние, работать автономно и в труднодоступных местах. Мониторинг элементов ВЛ выполняется без отключения напряжения и без присутствия человека в опасной зоне, что исключает травматизм и смертность линейного персонала.

«Канатоход» состоит из:

- транспортного модуля, включающего беспилотный летательный аппарат вертолетного типа (летательная платформа) и мобильный робот, перемещающийся по силовому проводу или грозозащитному тросу ВЛ (колесный модуль);
- диагностического модуля, интегрирующего измерительные приборы и информационную систему;
- мобильной лаборатории, включающей автомобиль-вездеход, взлетную площадку и автоматизированное рабочее место диагностической бригады;
- экспертной системы выявления и классификации дефектов;
- системы визуального программирования.

В диагностический модуль входят: видеокамера высокого разрешения, тепловизор, лазерный сканер, магнитный сканер ИНТРОС, датчик температуры, датчик направления и скорости ветра, устройство осмотра каната, диагностическая штанга, система автономного управления устройством, а также АРМ инженерной бригады.

Система автономного управления устройства представляет собой контроллер с загруженным ПО автоматического взлета и посадки на провод или трос и ПО автономного управления,