

## ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЦИФРОВОГО РЭС НА ОБЪЕКТАХ ОАО «СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ»

**О.В. ПАНКОВ (ООО МНПП «АНТРАКС», г. Фрязино),  
Е.А. КАРТАШЕВА (ООО «А-Три», г. Фрязино)**



Энергосистема районных электрических сетей переходит сейчас к цифровой модели управления, что невозможно без внедрения эффективной системы мониторинга. Современная система мониторинга должна быть адаптивной и легко модернизируемой, с интеграцией новых устройств в существующую сеть. Важной частью системы является анализ сетевых процессов и передача данных диспетчерскому персоналу и оперативно-выездной бригаде. Внедрение систем мониторинга даёт возможность не только непрерывного контроля состояния линий электропередачи, но и применения предиктивной диагностики. Для оптимального построения системы мониторинга необходим предварительный анализ схемы районных электрических сетей с выявлением слабых мест. В статье рассматривается эффективность внедрения системы мониторинга высоковольтных линий КОМОРСАН в Чистопольском РЭС ОАО «Сетевая компания» и практические значения улучшения индексов надёжности сети. Анализ информации, полученной из группы диагностических устройств МНПП «АНТРАКС», в режиме реального времени предоставил возможность широко оценить процессы в распределительной сети и обеспечить надежное электроснабжение потребителя. Владея технологиями машинного обучения, система мониторинга использует прогностические функции, определяя возможность аварийных ситуаций. Система мониторинга КОМОРСАН является жизненно важной составляющей механизма эффективного принятия решений, формируя многоуровневую информационную сеть.

**Ключевые слова:** цифровизация, SCADA-системы, система КОМОРСАН, ОИК-Диспетчер, сети GSM/3G/4G, Mesh-сети, протоколы МЭК 60870-5-104 и МЭК 61850.

### ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний момент вся российская энергосистема идёт по пути трансформации для внедрения базовых принципов цифровизации. Важной единицей преобразённой энергосистемы становится Цифровой РЭС. Основными отличительными признаками нового высокоавтоматизированного района распределительных электрических сетей становятся наблюдаемость и управляемость в режиме реального времени с поддержкой функции самодиагностики и самовосстановления, а также интеллектуальный учет электроэнергии и использование цифровых систем связи.

Цифровизация районов электрических сетей не только соответствует стратегии развития

Министерства энергетики России, но и является обязательным шагом для модернизации энергосистемы и повышения её надёжности и эффективности. ОАО «Сетевая компания» находится на переднем крае внедрения инноваций, в течение нескольких лет совместно с ООО МНПП «АНТРАКС» реализуя пилотные проекты по дигитализации и автоматизации. Цифровизация РЭС может происходить различными способами, поэтому так важно изучение успешных проектов для облегчения последующего тиражирования.

### АДДИТИВНАЯ ЦИФРОВИЗАЦИЯ

Дорогостоящим и сложным в освоении для персонала РЭС является переход на цифровые

технологии при комплексной реконструкции ПС, ВЛ и КЛ. Подход к цифровизации и автоматизации должен быть гибким, прежде всего включая в себя выявление слабых мест энергосистемы. Необходим анализ наиболее аварийных элементов РЭС, изношенности оборудования ПС, оснащённости устройствами секционирования ВЛ и практики использования SCADA-системы. Для простоты и эффективности цифровизации внедрение должно идти на базе уже имеющейся системы с добавлением устройств типа plug&play, не требующих длительной настройки и сложных навыков эксплуатирующего персонала. При этом после модернизации РЭС должно обеспечиваться определение повреждённого участка линий электропередачи с визуализаци-

ей диспетчеру текущего состояния сети и места аварии, автоматическое секционирование ВЛ при аварийном процессе и удобство поиска повреждения персоналом ОВБ. Задачу обеспечения наблюдаемости сети в режиме реального времени возможно решить внедрением интеллектуальной системы мониторинга.

На объектах ОАО “Сетевая компания” внедрение системы мониторинга РЭС, разработанной компанией “АНТРАКС”, происходило поэтапно. В 2016 году в филиале Чистопольские электрические сети была реализована опытно-конструкторская работа по внедрению геоинформационной системы топографических средств определения места повреждения с применением индикаторов короткого замыкания ИКЗ-34. Комплекты устройств были установлены на двух фидерах общей длиной более 100 км. Чистопольские электрические сети – это самый большой по обслуживаемой территории филиал ОАО “Сетевая компания”, занимающий 13 100 км<sup>2</sup>. За 2016 год в Чистопольских сетях произошло 684 аварийных отключения. Результатом выполнения пилотного проекта МНПП “АНТРАКС” стало сокращение времени поиска места повреждения в 5 раз, а значит и значительное сокращение времени отключения потребителя [1].

Точечная установка оборудования на наиболее аварийном участке позволила сразу решить острую проблему энергосистемы. Благодаря аддитивному характеру внедряемой системы мониторинга компании “АНТРАКС”, решение удалось легко достроить и тиражировать. Данные первых комплектов устройств сразу же собирались и анализировались геоинформационной системой, передающей итоговую информацию в ранее развернутую в Чистопольском РЭС SCADA-систему



▲ Рис. 1. КОМОРСАН – комплексная система мониторинга и управления РЭС

“ОИК-Диспетчер”. В 2017 году было проведено дооснащение ещё 12 участков воздушных линий РЭСа с включением всего оборудования в единую систему. При оснащении всего Чистопольского РЭС индекс средней продолжительности отключения потребителей SAIDI сократился с 6,5 часов до 1,5 часов, а недоотпуск электроэнергии – с 16 877 кВт/ч до 8589 кВт/ч.

Также улучшился индекс среднего количества отключений потребителей SAIFI с 3,6 до 1,9 отключения. Такое улучшение дала предиктивная диагностика воздушных линий: выявление дефекта на ранней стадии до его перехода в устойчивое состояние. Так при проведении опытно-конструкторской работы за 2 дня (14-15 февраля 2017 г.) прибор, установленный на опоре №56 отработал 13 раз поочередно с сигналом ОЗЗ фазы В и фазы С, но из-за неустойчивой утечки тока при проведении осмотра в дневное время дефектов не выявлено. Во время внепланового осмотра в вечернее время было обнаружено коронирование изоляторов на опорах № 56, 57, что позволило выполнить мероприятия по устранению дефекта. За 2 месяца эксплуатации выявлено и устранено 7 скрытых дефектов. Подобные предупредитель-

ные ремонты, проводимые не по графику, а по необходимости, не только сокращают число аварийных отключений из-за поломок оборудования, но и снижают совокупную стоимость владения энергетической инфраструктурой (ОРЕХ).

#### ОТ МОНИТОРИНГА К УПРАВЛЕНИЮ

С целью дальнейшей цифровизации и автоматизации распределительных электросетей в ОАО “Сетевая компания” было принято решение не только масштабировать систему мониторинга от МНПП “АНТРАКС” “в ширину”, разместив её ещё в четырёх РЭСах, но и наращивать “в глубину”, дооснастив интеллектуальными средствами управления. Являясь аддитивной, система КОМОРСАН (рис. 1), также являющаяся разработкой ООО МНПП “АНТРАКС”, позволяет наращивать как аппаратную составляющую, так и функционал по мере растущих потребностей заказчика. Это позволяет оптимизировать финансовые вложения за счёт поэтапного развития системы. Начав построение интеллектуальной сети с одного прибора и клиент-серверного решения, в дальнейшем система КОМОРСАН легко

дополняется как подключением разнообразных диагностических приборов, так и дополнением системы ресурсами для обработки требуемых объёмов данных.

Система КОМОРСАН позволяет совмещать функции защиты, мониторинга, учёта и контроля в одном программно-аппаратном комплексе. В 2018 году в рамках опытно-конструкторской работы в Буинском РЭС ОАО “Сетевая компания” идёт дооснащение системы интеллектуальными разъединителями, разработанными МНПП “АНТРАКС”. При получении информации с индикаторов короткого замыкания о возникновении аварийной ситуации, интеллектуальные разъединители РИМ секционируют повреждённый участок линии, уменьшая количество отключённых потребителей. Также в режиме реального времени работники оперативно-выездной бригады получают уведомление с помощью SMS и e-mail сообщений об

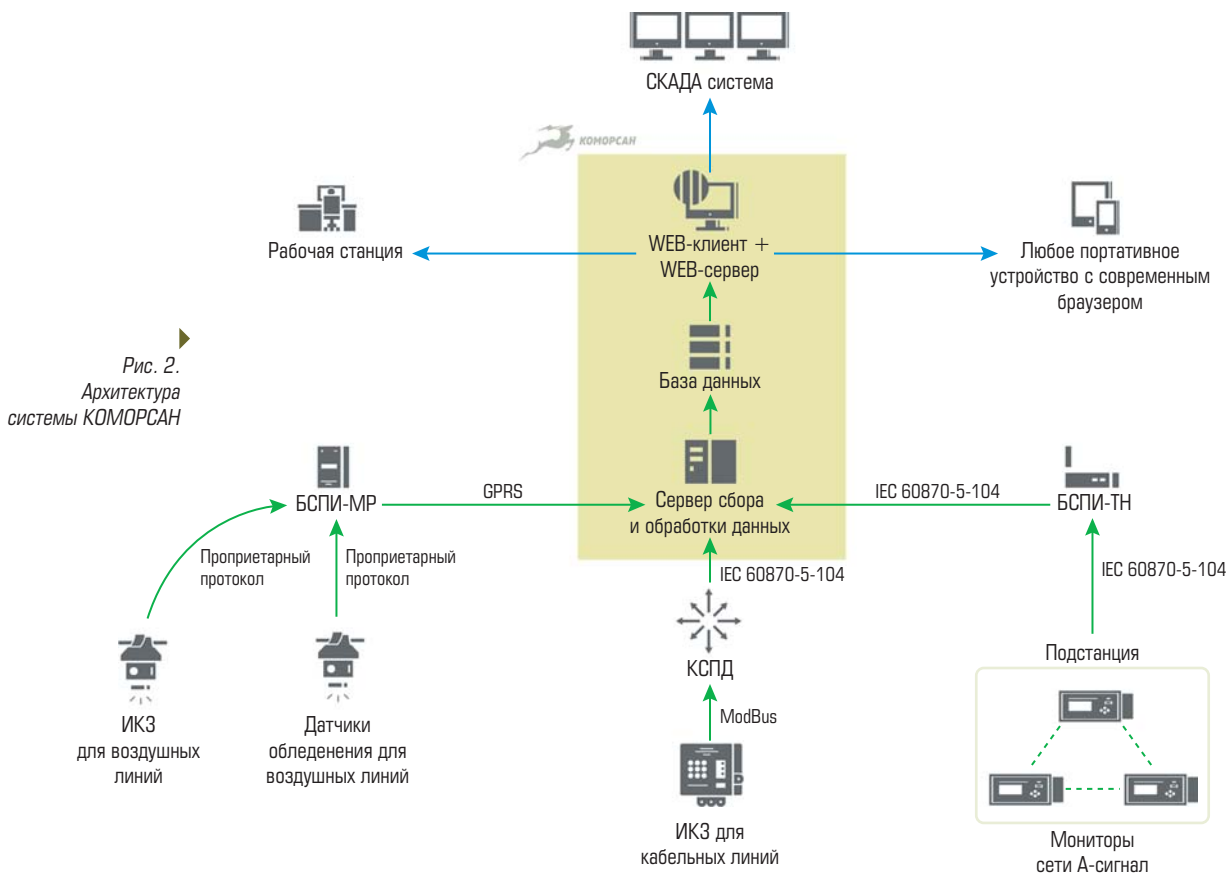
аварийном участке линии, что даёт возможность быстро ликвидировать неисправность.

Важную роль в создании современного программно-аппаратного комплекса мониторинга КОМОРСАН имеет применение в качестве отдельных элементов системы высокоточных устройств мониторинга (рис. 2). Синхронизация данных от устройств мониторинга в единой временной шкале позволяет оперировать фазорами для анализа состояния линии. Использование индикаторов ИКЗ-34 с функцией определения направления потока мощности является наиболее перспективной и технологически сложной ветвью развития указателей повреждённого участка, позволяющей надёжно детектировать ОЗЗ в линиях с изолированной нейтралью [2].

Для синхронизации в режиме реального времени данных с различных приборов необходимо использование в системе

мониторинга надёжных каналов передачи данных. Традиционно в системе КОМОРСАН для передачи данных задействуются сотовые сети GSM/3G/4G. Однако при перегрузке сотовых сетей либо в сложных погодных условиях этот канал отличается невысокой степенью надёжности. Поэтому возможна передача данных по технологии самоорганизующейся сети (Mesh) от одного устройства к другому. Постоянная доступность трёх и более узлов Mesh-сети для каждого устройства распределённой диагностики, установленного на линии электропередачи, обеспечивает резервирование канала.

Вся интеграция информации в уже развёрнутую SCADA-систему, например “ОИК-диспетчер”, идёт с использованием стандартных протоколов МЭК 60870-5-104 и МЭК 61850. У диспетчера энергосистемы нет необходимости держать на рабо-



чем столе несколько “открытых окон” с данными разных систем автоматизации. События, помимо отображения в SCADA-системе, передаются отдельными уведомлениями на современные технические устройства: смартфоны и планшеты. Гибкость модели данных системы КОМОРСАН позволяет управлять набором ролей и привилегий, уровнем доступа пользователей. Так специально для ОАО “Сетевая компания” было развернуто несколько сложноорганизованных баз данных: центральная, со сбором информации со всех РЭСов, и отдельные для каждого из 4-х РЭСов. Работа в системе ведётся в многопользовательском режиме, система сохраняет информацию в электронных журналах о действиях всех пользователей.

## ВЫВОД

Новые технологии интеллектуального управления районами электрической сети формируют новые принципы организации

систем мониторинга для обеспечения требуемых характеристик надежности и качества энергосистемы. Создание эффективной системы мониторинга линий электропередачи и энергообъектов невозможно только на основе аппаратных устройств без использования программно-аналитических комплексов. Внедряющаяся в ОАО “Сетевая компания” система интеллектуального мониторинга и управления распределительной сети КОМОРСАН, производящаяся

МНПП “АНТРАКС”, состоит из устройств, разработанных с учетом специфики российских распределительных сетей и работающих на линиях с любым типом заземления нейтрали. Совершенствование энергосистемы – это не только улучшение таких ключевых показателей как SAIDI и SAIFI, уменьшение недоотпуска электроэнергии, но и улучшение имиджа, сокращение числа недовольных пользователей и жалоб на эксплуатирующие службы.

## Список литературы

1. *Галимзянов Р.Р.* Инновация отличает лидера от догоняющего // Энергоэксперт. № 3(62), 2017, с. 56-57.
2. *Карташев А.С., Кучерявенков А.А., Рукавицын А.А.* Задача поиска ОЗЗ в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью // Автоматизация и ИТ в энергетике. № 12, 2016, с. 2-5.

---

*Панков Олег Владимирович* – руководитель проектов по внедрению интеллектуальных систем и оборудования ООО МНПП “АНТРАКС”, г. Фрязино,

*Карташева Екатерина Анатольевна* – руководитель отдела маркетинга ООО “А-Три”, г. Фрязино.