

УДК 621.311

Т. Г. Горелик, И. Е. Кумец

Внедрение SCADA-систем для реализации цифровой трансформации сети

Представлено описание современного подхода к решению задач автоматизации диспетчерского управления на примере ПТК NPT Expert и SCADA NPT Expert Plus. Данное решение объединяет в себе ряд функций, позволяющих повысить надежность и качество управления сетевой инфраструктурой – использование CIM-моделей, советчик диспетчера, электронные бланки переключений, автоматический анализ аварийной информации, электронный документооборот, интеграция с корпоративными информационными системами.

Ключевые слова: CIM-модель, Smart Grid, NPT Expert, советчик диспетчера, SCADA, топологический анализ, электронные бланки переключений, электронный документооборот, паспортизация оборудования.

Современный подход к построению и модернизации сетей передачи и распределения электроэнергии, предполагающий глубокое внедрение информационных и коммуникационных технологий для управления потоками электроэнергии и получения информации на всех этапах технологического цикла, принято называть технологией активно-адаптивной сети (Smart Grid). В России развитие концепции интеллектуальной активно-адаптивной сети обусловлено двумя основными факторами. С одной стороны, открываются широкие возможности для эффективного внедрения активного силового электрооборудования, повышающего управляемость сети и позволяющего изменять её топологические параметры. С другой стороны, для управления энергосетями постепенно формируется мощная технологическая инфраструктура, обеспечивающая доступ к единому информационному пространству для всех сетевых компаний и предоставляющая, таким образом, возможность своевременного и согласованного управления режимом работы сети [1]. В складывающихся условиях комплексный подход к системной автоматизации электроэнергетических объектов и сетевых компаний способствует более эффективной организации ведения технологического процесса в рамках объединенной энергетической инфраструктуры.

Стремительное развитие информационных технологий и управляющих систем в настоящее время позволяет создать интеллектуальную основу для решения задач управления электрическими сетями. Примером решений такого класса является программно-технический комплекс (ПТК) NPT Expert, разработанный компанией «ЭнергопромАвтоматизация» на базе собственного программного продукта SCADA NPT Expert Plus. Данный ПТК предназначен для автоматизации района электрических сетей в рамках единого диспетчерского пункта (ДП) и интеграции с системами управления крупных питающих узловых центров классов напряжения 110 кВ и выше. SCADA NPT Expert Plus позволяет обеспечить управление из удаленного диспетчерского центра режимами работы группы энергообъектов с учётом разделения зон ответственности и приоритетов передачи прав управления между разными диспетчерскими центрами. Рассмотрим подробнее функциональные возможности SCADA NPT Expert Plus.

ПТК NPT Expert включает в себя средства сбора данных и передачи информации в диспетчерский пункт (объектовые средства автоматизации), серверы сбора, обработки и архивирования данных, автоматизированные рабочие места диспетчеров и пользователей различных служб диспетчерского пункта, а также вспомогательные подсистемы (система ведения точного времени, системы коллективного отображения, система печати и т. д.).

ПТК позволяет объединять информации от объектов различных классов напряжения и организовывать иерархические системы управления. Например, системы верхнего уровня может управлять сетью подстанций 35 кВ (в объеме до 100–150 подстанций), а система нижнего уровня со своими локальными ДП управляет сетями 6-10-20 кВ (в объеме до нескольких сотен ТП, РТП). При этом оба уровня будут работать в едином информационном пространстве с делением на зоны ответственности. Диспетчер верхнего уровня управляет присоединениями 35 кВ и вводными и секционными выключателями 6-10-20 кВ, а диспетчеры нижнего уровня управляют отходящими фидерами 6-10-20 кВ питающих подстанций и всей системой распределения до конечного потребителя.

Базовые функции SCADA NPT Expert Plus представлены широким набором инструментов, необходимых персоналу для ведения режима работы объединенной сети энергообъектов:

- отображение в едином интерфейсе сводной информации о нормальном режиме работы энергетических объектов по всей сети в целом и сигнализация об аварийной ситуации на каком-либо из объектов;
- просмотр текущих измерений и состояния главных схем по каждой из подстанций контролируемой сети по запросу пользователя в заданном графическом виде и в любой момент времени;
- просмотр и анализ осциллограмм аварийных процессов от разных микропроцессорных устройств любых объектов единой сети, формирование экспресс отчета об аварии;
- обработка и архивирование всех получаемых данных с созданием единого архива доступа к информации как по всей сети в целом, так и по каждой подстанции в отдельности;
- централизованное управление из диспетчерского центра с применением технологий интеллектуального анализа и прогнозирования состояния сети;
- создание структурированных мнемосхем и отчетных форм.

Мнемосхемы в SCADA NPT Expert Plus базируются на интегрированных графических редакторах, обеспечивающих единое представление информации для всех объектов сети. Графические схемы поддерживают создание различных форм отображения информации и сигнализации, предусматривают использование библиотек стандартных отраслевых графических элементов, обеспечивают образование специальных «горячих зон» для быстрого перехода между элементами отображения и различными энергообъектами. Графическая подсистема поддерживает динамическое масштабирование мнемосхем в диапазоне от 10 до 200 %, что особенно актуально при работе с системами отображения информации коллективного пользования.

Проблема информационной совместимости и интеграции систем – одна из ключевых, с которыми сталкиваются компании при реализации стратегии цифровой

трансформации. Наличие большого количества систем различных производителей с закрытыми проприетарными моделями баз данных зачастую ставят под сомнение реализуемость и экономическую целесообразность такой интеграции. Предпосылкой для создания единого информационного пространства электроэнергетических и промышленных предприятий служит использование единых стандартов, единой модели данных, базирующейся на единой онтологии. Для решения задачи информационной совместимости Международная электротехническая комиссия (IEC) разработала набор открытых стандартов, известных под названием Общей информационной модели (CIM) для электроэнергетических систем. CIM описывает общепонятные определения элементов электроэнергетических систем, а также закрывает такие аспекты деятельности, как учёт основных средств, планирование работ, управление эксплуатацией, управление взаимоотношениями с клиентами, работа на рынке электроэнергии и мощности и др.

Хранение информации в системах автоматизации также должно осуществляться с использованием Общей информационной модели, которая может быть расширена онтологиями из других предметных областей, таких как финансы, логистика, управление персоналом и др.

Расширенные функции SCADA NPT Expert Plus реализуются посредством специальных расчётных модулей, ориентированных на решение оперативных и неоперативных технологических задач для электрически связанных энергообъединений. В основе всех расчётных модулей используется представление информации с использованием CIM-модели, которая представляется универсальным инструментом для описания энергосистем в различных приложениях типа EMS и DMS, для расчёта режимов, оценивания состояния, управления основным оборудованием. Кроме того, каждый расчётный модуль разработан с использованием интеллектуальных алгоритмов анализа состояний электрооборудования и режимов контролируемой сети энергообъединения в целом. Состав данных модулей оптимизирован в соответствии с оперативно-диспетчерскими задачами уровня управления группой электросетевых объектов и представлен:

- модулем топологического анализа;
- модулем расчёта режимов;
- модулем поддержки принятия решений;
- модулем поддержки автоматизированных бланков переключений;
- модулем оценивания состояния
- модулем паспортизации оборудования и интеграции с корпоративными системами.

В составе модуля топологического анализа реализуется целый набор схожих по типу, но различных по назначению функций: контроль состояния оборудования и топологическая блокировка коммутационных аппаратов, определение участков сети под напряжением и заземленных участков сети, анализ связанности энергорайона. Так, например, топологические блокировки, препятствующие ошибочным действиям персонала, приводящим к таким аварийным ситуациям, как отключение выключателя, влекущее отключение одной или нескольких контролируемых транзитных линий, или отделение одной из подстанций от единой энергосистемы, позволяют предупредить диспетчера о возможных неверных коммутациях на первоначальном

этапе, когда диспетчер вызывает диалог управления выключателем. В соответствии с теми же принципами реализованы и механизмы запрета действий диспетчера при попытке включить коммутационный аппарат с подачей напряжения на заземленный участок линии, или отключить разъединитель под нагрузкой. Важными интеллектуальными составляющими модуля топологического анализа SCADA NPT Expert Plus, обеспечивающими дополнительную защиту от неверных действий персонала, являются также алгоритмы определения заземленных участков схемы и участков, находящихся под напряжением (рис. 1). Опираясь на результаты расчётов данных алгоритмов, диспетчерский персонал может контролировать состояние элементов схемы, заземление участков сети, обоснованно принимать решения о необходимости включения или отключения тех или иных коммутационных аппаратов и планировать работу оперативно-выездных бригад.

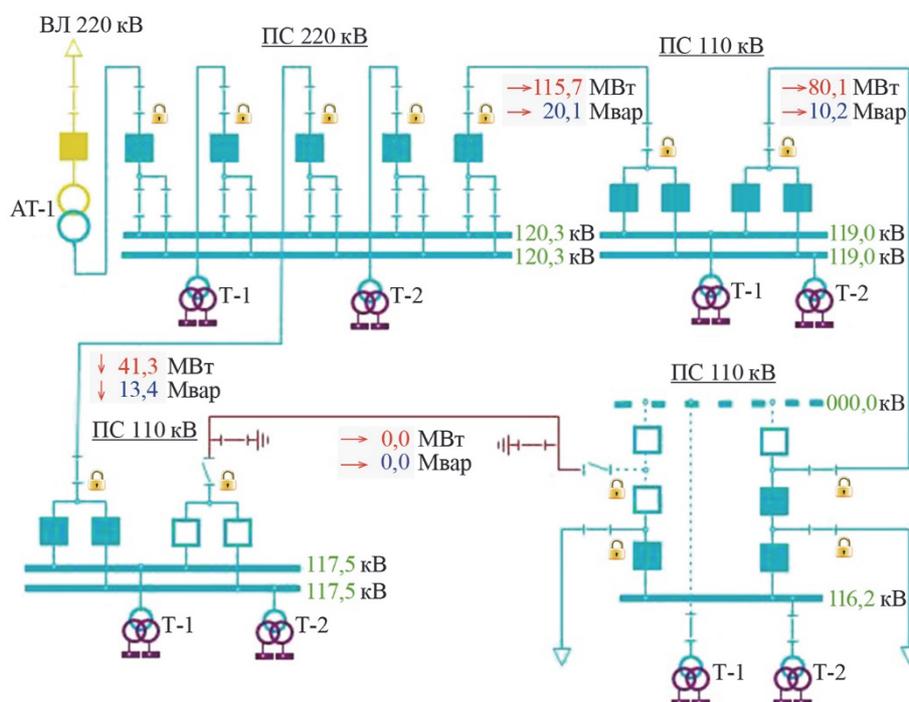


Рис. 1. Пример отображения в SCADA NPT Expert Plus результатов работы модуля расчёта режимов и алгоритмов топологического анализа

Совместно с работой алгоритмов топологического анализа в составе SCADA NPT Expert Plus разработан модуль расчёта режимов на основе неполных данных по измеряемым параметрам, регистрируемым в системе. Работа данного модуля сводится к построению схемы замещения для расчёта установившихся режимов сети и выполняется на основе СИМ-модели и текущих данных о топологии сети.

Для исключения неверных действий диспетчерского персонала при удаленном управлении режимами работы электросетевого комплекса в SCADA NPT Expert Plus реализована подсистема поддержки принятия решений – «советчик диспетчера» (рис. 2). Данная подсистема предоставляет пользователю интуитивно понятный интерфейс и с учётом топологических особенностей контролируемой сети позволяет динамически определять допустимый режим её работы и основного оборудования

энергоузлов, приводя при этом к снижению потерь и рисков возникновения нештатных ситуаций при управлении сетью.

Одним из самых важных и необходимых программных инструментов, используемых диспетчерскими службами управления сетями, является интегрированный со SCADA NPT Expert Plus модуль поддержки автоматизированных бланков переключений. Этот специализированный программный продукт позволяет автоматизировать процесс организации и выполнения типовых переключений с помощью функций контроля сигналов и изменения состояния схемы из SCADA в режиме реального времени, а также редактирования и ведения базы данных бланков переключений. Все инструменты модуля автоматизированных бланков переключений служат, прежде всего, для повышения безопасности работы персонала с электроустановками и сведения к минимуму вероятности возникновения нештатных и аварийных ситуаций в процессе выполнения оперативных переключений, обусловленных строгими требованиями к соблюдению последовательности и правильности действий персонала.

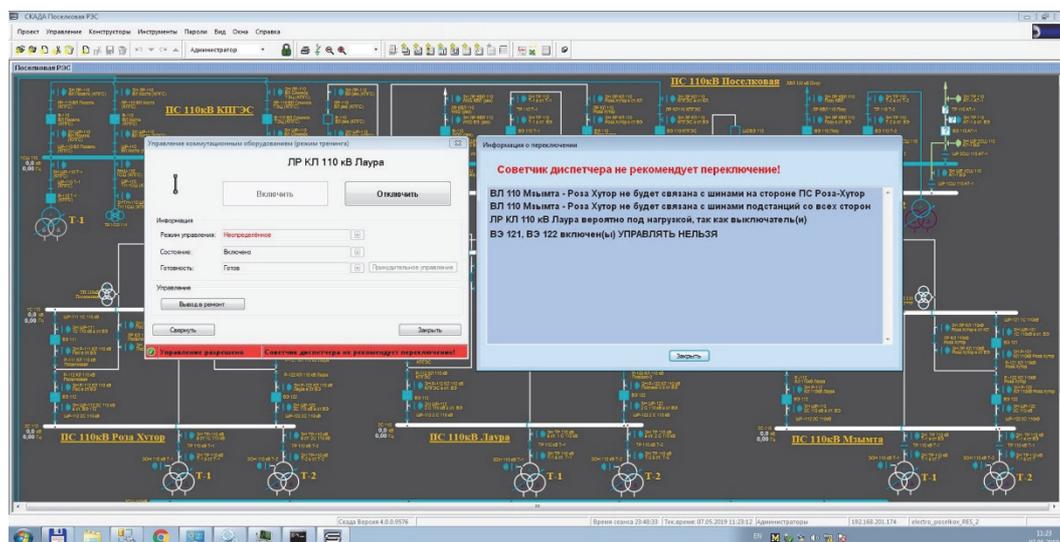


Рис. 2. Пример отображения результатов работы модуля «Советчик диспетчера» при выполнении переключений в SCADA NPT Expert Plus

Дополнительные функции SCADA NPT Expert Plus разработаны и внедрены с целью обеспечить выполнение достаточно высоких требований к диспетчерскому управлению сетью в части объемов и вида информации, предоставляемой пользователям самых разнообразных категорий. Так, дополнение данных о текущем состоянии контролируемых объектов паспортной информацией по основному и вспомогательному электрооборудованию, ведение электронного документооборота способствует повышению скорости и качества принимаемых решений не только диспетчерскими службами, но и административным персоналом. Функциональный модуль паспортизации оборудования и взаимодействия с корпоративными информационными системами [2], встроенный непосредственно в интерфейс системы диспетчерского управления SCADA NPT Expert Plus, позволяет осуществлять ведение базы данных оборудования, графиков ремонтов, технического обслуживания и

диагностики оборудования на протяжении всего цикла его эксплуатации. Хранение, каталогизация и использование данных в универсальном формате в соответствии со стандартом общей информационной модели (СІМ) предоставляет широкие возможности по интеграции ПТК с различными корпоративными информационными системами предприятий.

Режимный тренажер диспетчера, встраиваемый в SCADA NPT Expert Plus, позволяет создавать сценарии работы с использованием реальной базы данных сигналов. В целях повышения квалификации персонала предусмотрено использование как текущих, так и архивных данных оперативного состояния для реализации программных тренажеров-симуляторов реальных схемно-технологических режимов энергообъектов.

Внедрение программно-технического комплекса SCADA NPT Expert Plus позволяет оптимизировать функции контроля и управления материально-техническими ресурсами энергетических объединений из централизованных оперативно-диспетчерских центров, что в конечном итоге ведет к снижению эксплуатационных затрат и общему повышению надежности.

Список литературы

1. Горчаков А. А. Кабанов П. В. Практическая реализация концепции Smart Grid // Автоматизация в энергетике, 2015, № 12 (77). – С. 4–7.
2. Кириенко О. В., Кабанов П. В. Пичурин С. С. Реализация удаленного управления оборудованием подстанции 330 кВ «Василеостровская» // Современные технологии автоматизации, 2016, № 1. – С. 48–50.

Горелик Татьяна Григорьевна, канд. техн. наук, доцент, технический директор ООО «ЭнергопромАвтоматизация».

E-mail: gorelik@epsa-spb.ru

Кумец Игорь Евгеньевич, заместитель технического директора по НИОКР ООО «ЭнергопромАвтоматизация».

E-mail: iekumets@epsa-spb.ru