Повышение наблюдаемости и управляемости подстанций

Вопросам повышения надёжности и наблюдаемости магистральных сетей на разных уровнях уделяется пристальное внимание. Это подтверждается не только словами, но и делами: последние годы в сетевое хозяйство со стороны государства инвестированы значительные средства, идёт строительство новых и модернизация существующих сетей 220 кВ и выше, в ОАО «ФСК ЕЭС» реализуется программа повышения надёжности и наблюдаемости сетей.

Александр АЛЕКСЕЕВ, заведующий сектором,
Владимир ШЕВЕЛЁВ, технический директор ООО «ИЦ Бреслер»

Распределительные сети 35—110 кВ, а особенно сети 6—10 кВ, пока не избалованы средствами на обновление и модернизацию. А ведь именно распределительные сети во многом определяют надёжность и стабильность электроснабжения промышленных предприятий и населения. Именно поэтому в условиях ограниченных финансовых инвестиций в распределительную сеть остаются актуальными выработка решений и предложения оборудования, способного дать реальный эффект в части скорейшего восстановления электроснабжения потребителя, а также управляемости ПС, не имеющих оперативного персонала. Особенно востребованы такие решения в условиях городских мегаполисов, при расположении ПС на значительном удалении от центров управления или в местах, затруднённых для проезда транспорта. Вполне очевидно, что такие решения имеют довольно серьёзные ограничения по стоимости применяемого оборудования.

Благодаря действиям различных компаний, организаций и ассоциаций, в состав которых входят специалисты, знающие специфику распределительных сетей, ведутся работы по внедрению в электроэнергетику среднего и низкого классов напряжений современных технологий, оборудования и материалов.

Компания «ИЦ Бреслер» имеет значительный опыт участия в программах нового строительства, технического перевооружения и реконструкции энергетических объектов как электросетевых компаний, так и промышленных предприятий. Сложность проведения работ по реконструкции ПС заключается не только и не столько в выборе решений и оборудования, сколько в организации работ в условиях действующих ПС. Не менее сложной задачей становится и человеческий фактор: оперативный персонал, привыкший к определённому стилю работы, вынужден осваивать передовые технологии и принимать как должное наличие системы, контролирующей работу не только оборудования, но и персонала.

Предприятию «ИЦ Бреслер» была предложена нетривиальная задача по реализации проекта модернизации ряда действующих необслуживаемых РП, ТП, РТП с целью повышения наблюдаемости и управляемости подстанций, модернизации системы защиты на подстанциях с переменным оперативным током, организации мониторинга работы ПС в условиях мегаполиса.

В качестве пилотного проекта предстояло провести модернизацию 7 ТП и 3 РП, принадлежащих Московскому РЭС ОАО «МОЭСК», и решить ряд актуальных задач. Исходя из поставленных задач было

выработано техническое решение, обеспечивающее:

- оперативное управление выключателями присоединений;
- контроль нормального режима работы ПС (отслеживание нормальной схемы ПС, уровней напряжений, нагрузки);
- получение достоверной информации при аварии на подстанции (автоматическое считывание событий и осциллограмм из терминалов);
- получение диспетчерами необходимой и достаточной информации о состоянии ПС при её полном «погашении»;
- сокращение времени на восстановление питания (знание причин аварии или отключения ПС, визуальный осмотр ПС);
- установку релейной защиты присоединений, рассчитанной на работу во всех режимах;
- установку автоматики вводных фидеров на случай потери питания или снижения уровней питающих напряжений;
- определение повреждённого фидера на ПС при замыкании на землю (ОЗЗ);
- повышение надёжности работы устаревшего оборудования за счёт установки дополнительной катушки для отключения от защит;
- видеонаблюдение и охранную сигнализацию на подстанции.

Вопросы размещения устройств РЗА, организации доступных каналов связи для передачи информации на оперативно-диспетчерские пункты и видеонаблюдения за ТП, РП, РТП были проработаны на этапе предпроектного обследования подстанций. Определённые трудности вызвали вопросы размещения оборудования в ТП, РП из-за ограниченности места установки навесных или напольных шкафов.

УРОВНИ СИСТЕМЫ

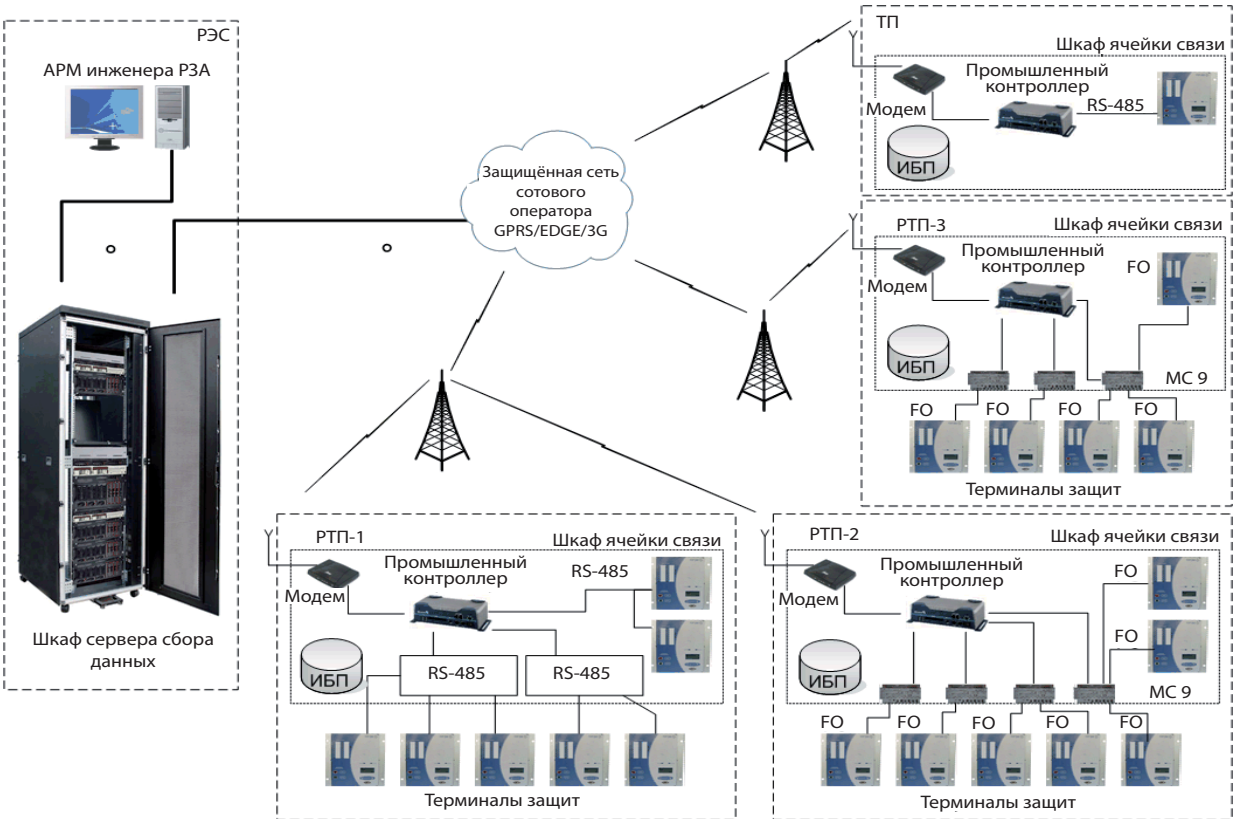
Структурная схема системы мониторинга объектов представлена на рис. 1.

Нижний подстанционный уровень системы состоит из оборудования, устанавливаемого в ТП, РП, РТП:

- релейных ящиков (навесного или напольного исполнения) с терминалами РЗА;
- шкафа ячейки связи напольного исполнения с размещением в нём:
  - промышленного безвентиляторного компьютера и GSM-модема для сбора, хранения и передачи необходимой и достаточной информации для диспетчера;
  - терминала контроля напряжения и автоматики резервирования секций;
  - необслуживаемого источника бесперебойного питания с блоком заряда;
  - преобразователей интерфейсов связи и пр.

Для трансформаторных подстанций в шкаф связи устанавливается терминал контроля напряжений на секциях на базе устройства ТЭМП 2501-64 с непосредственным включением в цепь 0,4 кВ, в результате диспетчеры контролируют уровни напряжений на ПС в любое время

Рис. 1. Структурная схема системы мониторинга объектов



суток. На верхнем уровне (АРМ диспетчера) обеспечивается автоматическое отслеживание нормального уровня напряжения на ТП и сигнализация его повышения/понижения.

На всех объектах применено оборудование промышленного температурного диапазона, которое предназначено для работы на неотапливаемых ПС.

Верхний уровень системы состоит из:

- шкафа сервера сбора информации и совмещённого рабочего места диспетчера и релейщика на базе стандартного персонального компьютера с сенсорным монитором;
- дополнительных персональных компьютеров, на которых устанавливается интегрированное в систему программное обеспечение «АРМ релейщика» для мониторинга и настройки терминалов РЗА.

СИСТЕМА РЗА

Релейная часть подстанции для вводных выключателей, секционного выключателя, отходящих линий, а также линий к ТСН выполнена на взаимозаменяемых универсальных устройствах серии ТЭМП 2501-54.

С целью уменьшения времени на ввод оборудования в работу были изготовлены навесные релейные ящики полной заводской готовности (под схемы присоединений на ПС), в которых размещены терминалы, светосигнальная и коммутационная аппаратура. Терминалы ТЭМП 2501-54 — это хорошо известная потребителям и кардинально обновлённая серия устройств, характеризующаяся следующими особенностями:

- гарантированная работа в необогреваемых помещениях (от -40°С);
- обеспечение работоспособности на ПС с переменным оперативным током с использованием комбинированных блоков питания от цепей тока и напряжения 100/220 В;
- удалённое управление выключателем от АСУ ТП;
- измерение токов, напряжений, частоты, мощности, технический учёт электроэнергии;
- терминал может выполнять функции релейной защиты, автоматики, сигнализации и управления выключателями фидеров, вводов или секционного выключателя (три в одном);
- 4 вида интерфейсов связи, включая оптический, для интеграции в АСУ ТП;
- возможность подстройки под разные режимы заземления нейтрали и определения повреждённого фидера при ОЗЗ;
- полноценная диагностика остаточного коммутационного и механического ресурса выключателей по ГОСТ и паспорту на выключатель;
- гибкое конфигурирование и настройка дискретных входов, реле и светодиодов;
- наличие международного протокола связи;
- регистрация и осциллографирование с частотой до 1600 Гц.

Кроме терминалов в шкафах предусмотрена вспомогательная аппаратура, обеспечивающая:

- действие на дополнительную маломощную катушку отключения, специально разработанную для установки в пружинные приводы старых выключателей;
- возможность удалённого управления выключателем с помощью выносного пульта;
- местное управление выключателями (ключи оперативного управления).

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА

Для обеспечения наблюдаемости подстанций и распределительных пунктов вне зависимости от применяемых устройств РЗА были разработаны шкафы связи, специализированное программное обеспечение для промышленного компьютера и программное обеспечение (сервер-клиент) для АРМ оперативно-диспетчерского и релейного персонала.

На уровне распределительных и трансформаторных подстанций устанавливаются шкафы связи, обеспечивающие:

- предварительный сбор, хранение и передачу необходимой и достаточной информации для диспетчера с помощью безвентиляторного промышленного компьютера со специализированным программным обеспечением, модема и преобразователей интерфейсов. Сведения о срабатываниях защит, измерения, а также осциллограммы передаются автоматически на сервер для отображения на АРМ диспетчера;
- получение информации с «погасшей ПС» благодаря применению необслуживаемого источника бесперебойного питания (ИБП). ИБП представляет собой суперконденсатор, позволяющий поддерживать питание цепей связи в течение 3 минут (определяется при заказе), что достаточно для передачи необходимой информации на верхний уровень после «погашения» ПС. ИБП оснащён блоком заряда/разряда с контролем текущего уровня напряжения для обеспечения безопасности обслуживания и монтажных работ;
- работу в промышленном температурном диапазоне (от -40°С до +55°С), включая волоконнооптические линии связи.

Кроме того, на подстанционном уровне могут располагаться специализированные контроллеры для подключения и передачи на верхний уровень состояния различных дискретных сигналов, таких как контакты электромеханических реле, КСА, концевиков, включая пожарную и охранную сигнализацию. В качестве контроллера применены терминалы РЗА, на свободные дискретные входы которых заведены сигналы от контролируемых аппаратов.

На верхнем уровне устанавливается сервер сбора данных с программным обеспечением сервер—клиент, а также совмещённый АРМ диспетчера и релейщика на базе персонального компьютера с сенсорным экраном. Удобство работы с сенсорным монитором было высоко оценено эксплуатацией, отмечена простота управления объектом и получения необходимой информации одним прикосновением, качество изображения, а также отсутствие манипуляторов типа «мышь».

Как правило, каналы связи в распредсетях либо отсутствуют, либо работают очень медленно. Специализированное программное обеспечение сервера и промышленного компьютера, разработанное специалистами фирмы, гарантирует доставку данных при «плохих» каналах связи и оптимизировано по об-

работке и скорости передачи данных для GPRS-каналов различных сотовых операторов.

Диспетчерский персонал легко осваивает комплекс, на мониторе имеется интуитивно понятный интерфейс, на котором присутствуют окна аварийной и предупредительной сигнализации, выводится мнемосхема контролируемого района. По прикосновению к монитору выводится мнемосхема подстанции с отображением основных технологических параметров работы ПС (нагрузка, уровни напряжений), видна сигнализация действия защит, а также ярлык для запуска видеонаблюдения. В режиме полноэкранной мнемосхемы (рис. 2) оператору доступны:

- главная электрическая схема сетевого района;
- однолинейные схемы распределительных и трансформаторных подстанций;
- детальная информация по присоединениям (измерения, тревоги, события, осциллограммы, уставки, диагностика выключателя);
- панель управления с доступом к:
  - центральной сигнализации (аварийной и предупредительной);
  - списку аварийных событий;
  - экрану тревог;
  - журналу событий;
  - диагностике системы;
  - меню доступа пользователей (ограничение прав, администрирование);
  - меню диспетчера (журналы, отчёты, заметки, напоминания, квитирование);
  - меню инженера РЗА (журналы, отчёты, уставки, осциллограммы).

Дополнительно комплекс АРМ обеспечивает:

- поддержку голосовых сообщений с указанием наименования подстанции и типа сигнализации. Настройки позволяют реализовать голосовые сообщения при работе предупредительной или аварийной сигнализации, в том числе и при отклонении параметров от нормальных значений;
- контроль линейного напряжения в заданном диапазоне;
- определение повреждённого фидера при ОЗЗ в сети 6—10 кВ;
- контроль повышения уровней напряжения на ПС и тока, напряжения нулевой последовательности, по которым можно судить о появлении «земли» в сети;
- создание отчётов (учёт замыканий на землю, нагрузок, графики максимальных нагрузок и т.п.), а также поддержка бланков различного вида;
- динамическую раскраску шин в соответствии с текущим состоянием (неопределённое, под напряжением, заземлена, без напряжения);
- видеоархив и видеонаблюдение за подстанцией (в т.ч. в ночное время суток), обеспечивающее контроль несанкционированного проникновения, хода выполнения работ, наличия задымлённости при аварии и т.п. Видеонаблюдение имеет запуск по датчику движения, при работе защит на ПС или принудительно диспетчером.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Представленное техническое решение обеспечивает повышение надёжности эксплуатации и наблюдаемости подстанций распределительных сетей.

2. Внедрённая система мониторинга решает комплекс задач для оперативно-диспетчерского и релейного персонала:

- наблюдение за всеми подстанциями сетевого района;
- оперативное управление коммутационными аппаратами на ПС;
- контроль работы ПС в нормальных и аварийных режимах;
- комплекс сетевой автоматики на ПС;
- контроль и видеонаблюдение за установленным на ПС оборудованием;
- надёжную работу защит на ПС с переменным оперативным током;
- сигнализацию ОЗЗ в сети и определение повреждённого фидера;
- гарантированное получение аварийной информации от регистраторов аварийных событий;
- автоматическое чтение осциллограмм с устройств РЗА на ПС;
- оценку остаточного коммутационного и механического ресурса выключателей с последующим планированием ремонтов.

Имеется возможность интегрировать в комплекс систему коммерческого учёта, что позволит решить весь спектр задач, необходимых для обслуживания ПС.

Представляется, что предложенное компанией «ИЦ Бреслер» решение позволяет обеспечить необходимый уровень управляемости и наблюдаемости ПС распределительных сетей с оптимальным соотношением цена/качество, функциональность/компактность и, что немаловажно, с последующими незначительными эксплуатационными затратами.

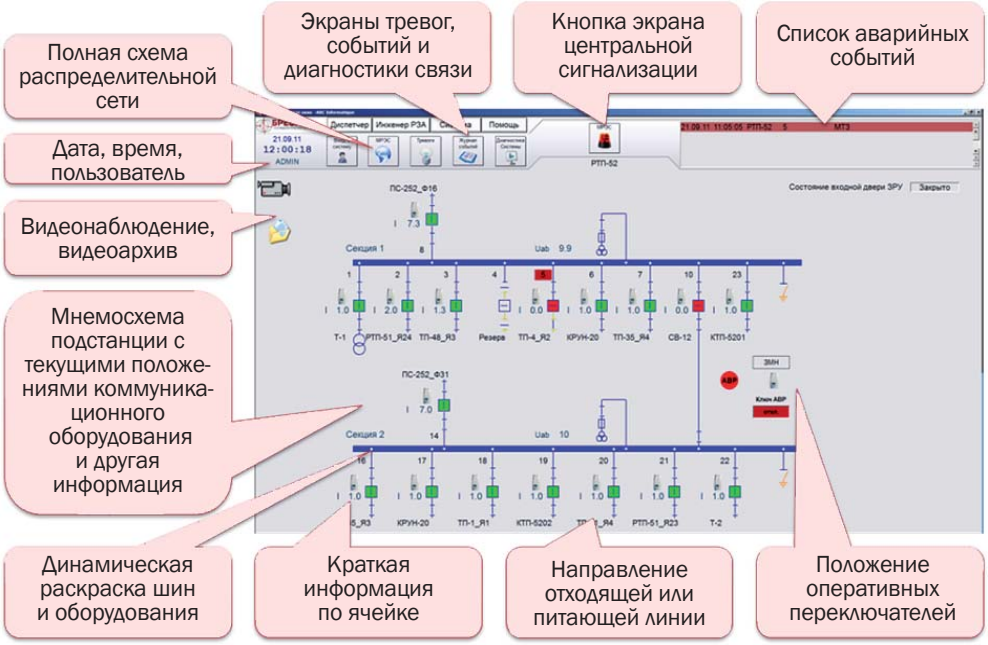



Рис. 2. Пример полноэкранной мнемосхемы АРМ сенсорного управления