

Подстанций 35/6(10)кВ в наших электрических сетях очень много, и для них необходимо выработать и применять оптимальные технические решения по релейной защите и автоматизации. Очевидно, что для данного класса объектов неприменимы архитектуры цифровой ПС, разработанные для объектов магистральных сетей. Для массового применения на ПС 35кВ необходимы простые и недорогие решения с оптимальным (а вовсе не максимальным) использованием новых технологий. Чтобы преодолеть консерватизм эксплуатационщиков, необходимо предложить решение, которое обеспечит повышение надежности, улучшение эксплуатационных характеристик, снижение капитальных и операционных затрат, а также соответствует действующим НТД и сложившимся сферам ответственности различных служб Заказчика. Опытом одного из таких проектов мы, компания «ИНБРЭС», и хотим поделиться в этой статье.

## ОПТИМАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДСТАНЦИЙ 35кВ

На двухтрансформаторной подстанции 35/10кВ проводилась реконструкция с заменой ОРУ-35кВ и КРУН-10кВ на оборудование закрытого исполнения с установкой трех блочно-модульных вторичных терминалов РЗА установлены в ячейках ЗРУ-35кВ и ЗРУ-10кВ.

Исходное проектное решение предусматривало установку в ОПУ:

- шкафа резервной центральной сигнализации (ЦС);
- 2 шкафов (щита) местного управления (ШУ) с мнемосхемой (ключи, лампы и др.);
- автономного шкафа оперативной блокировки (ОБ);
- комплекса телемеханики (ТМ), состоящего из 5 шкафов.

Итого 9 шкафов в ОПУ! Это без учета автоматике РПН, АИИСКУЭ, связи,

СОПТ, ЩСН. И сравнительно большое для ПС 35кВ количество контрольных кабелей между ОПУ и зданиями ЗРУ. Функциональность систем управления – минимальная: простейшая ТМ, отдельная ОБ, отсутствие интеграции вторичных подсистем в ТМ и АСТУ. Именно так и выполняются сегодня большинство проектов по строительству и реконструкции ПС 35-110кВ.

Условия проекта потребовали существенного сокращения стоимости и габаритов оборудования вторичных систем. Поставка выполнялась в кратчайшие сроки с одновременной корректировкой проектного решения и разработкой РД.

Состав устройств РЗА был принят в соответствии с проектом и действующими нормативными документами ПАО «Россети». Что же касается обще-

подстанционных устройств и систем управления и сигнализации, то здесь понадобилась существенная оптимизация.

### Оптимизация технических решений с использованием цифровых технологий

В данном проекте было применено оборудование РЗА серии «Бреслер-0107» производства «НПП Бреслер» и ПТК АСУТП «ИНБРЭС».

Были выполнены следующие мероприятия:

### Организация централизованной селективной защиты от ОЗЗ с интеграцией в АСТУ

В сетях с изолированной или компенсированной нейтралью остро стоит проблема селективного определения поврежденного фидера при однофазных замыканиях на землю (ОЗЗ). Исходное проектное решение предусматривало использование функции защиты от ОЗЗ, встроенной в устройства РЗА ячеек 6-10кВ. Селективность данной функции ниже 50%, поэтому даже на новых и «условно цифровых» ПС поиск «земли», как правило, производится по месту в ручном режиме, что означает необходимость выезда ОВБ на объект и поочередное отключение отходящих фидеров.

Для повышения селективности ЗОЗЗ до 80-90% необходимо приме-

нение централизованных защит, работающих по принципу относительного замера, анализирующих токи нулевой последовательности (3I0) всех фидеров секции. Данный принцип реализован в терминале определения поврежденного фидера (ОПФ) «Бреслер-0107.081». Терминалы защиты и управления присоединений 6-10кВ серии «Бреслер-0107.200» выполняют оцифровку токов 3I0 своего присоединения и передают их в векторной форме по цифровой шине в центральный терминал ОПФ. Данная реализация ЗОЗЗ является ярким примером использования технологий цифровой подстанции для повышения селективности работы РЗА без ущерба для надежности.

### Повышение надежности и безопасности местного и дистанционного управления коммутационными аппаратами

Также мы обратили внимание на множество шкафов, обслуживающих цепи ТС, ТУ, ОБ коммутационных аппаратов (КА). Функции этих шкафов формально различны, но по смыслу тесно связаны, а подведенные к ним цепи на 80% дублируют друг друга.

И здесь хотелось бы поспорить с консерваторами, утверждающими что автономная работа различных устройств и подсистем повышает надежность работы энергообъекта.

Автономная работа шкафов ТМ, ОБ, ЩУ допускает одновременно:

- местное управление КА силами ОВБ со щита управления;
- телеуправление КА силами диспетчера ЦУС через комплекс ТМ;
- «черный ящик» (шкаф ОБ), автоматически блокирующий некоторые недопустимые операции без уведомления об этом оперативного персонала ЦУС.

Без применения дополнительных технических решений и организационных мероприятий, данная концепция несет в себе существенные риски для безопасности персонала ОВБ при его нахождении на объекте.

Для решения этой проблемы, в данном проекте мы применили многофункциональный цифровой шкаф

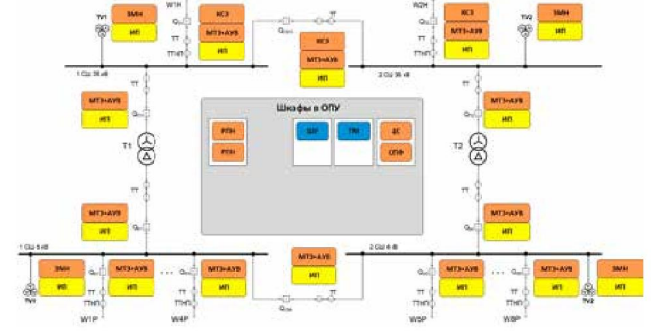


Рис. 2. Схема расстановки устройств РЗА, ТМ, местного управления после оптимизации.

управления и оперативной блокировки (ШУ) на базе контроллера присоединений ИНБРЭС-КПГ, оснащенный экраном для отображения мнемосхем и ключом выбора места управления (Местное/Дистанционное). Таким образом исключается возможность одновременного местного и дистанционного управления КА, запрещаются попытки подачи команд, запрещенных логикой ОБ, а информация о состоянии блокировки каждого КА автоматически предоставляется персоналу ОВБ и ЦУС. Также персоналу ОВБ доступна функция аварийной деблокировки, защищенная отдельным паролем.

### Создание легкой АСУТП с интеграцией МП РЗА

Цифровой шкаф управления служит основой для дальнейшего построения АСУТП. Установив шкаф телемеханики с контроллерами и 3G-модемами и подключив к нему ШУ и цифровые измерительные приборы, мы получили ПТК ССПИ, обеспечивающий полную наблюдаемость объекта и возможность безопасного телеуправления.

Также была реализована интеграция МП РЗА в ПТК. Для этого был выбран протокол МЭК 60870-5-104, т.к. по быстродействию он существенно превосходит МЭК 60870-5-103, а переход на МЭК 61850 привел бы к превышению бюджета проекта.

Отдельно отметим, что интеграция защиты от ОЗЗ в АСТУ исключает необходимость выезда на объект для обнаружения и отключения поврежден-

ного присоединения. Это позволит повысить надежность электроснабжения потребителей, безопасность персонала, снизить повреждаемость основного электрооборудования.

На выходе мы получили:

- комплекс РЗА с улучшенной селективностью и полной наблюдаемостью со стороны АСТУ;
- повышение надежности и безопасности управления коммутационными аппаратами;
- компактную АСУТП по цене простого комплекса телемеханики;
- 3 шкафа в ОПУ вместо 9;
- сокращение затрат на кабельную продукцию и монтаж;
- упрощение наладки и эксплуатации комплекса вторичных систем.

Объект введен в работу в 2017 г.

Читатель ждет уж рифмы про МЭК 61850, а что сказать? Скажу правду: в данном проекте данный стандарт не нашел применения. Использование МЭК 61850-8-1 могло бы упростить организацию ОБ, исключить большинство кабельных связей между зданиями, но заказчик не согласовал данное предложение.

Но это не трагедия. Для эффективной работы ПС в составе интеллектуальных сетей функции ПТК АСУТП более полезны и важны, чем выбор протокола связи внутри объекта.

Считаем, что данное решение оптимально для массового применения на новых и реконструируемых ПС 35кВ, а также в качестве ПТК объектового уровня для построения умных сетей. ●

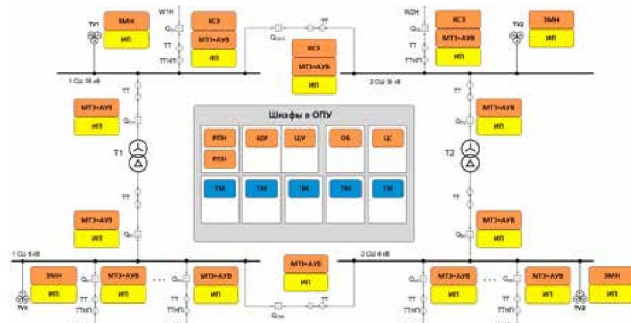


Рис. 1. Исходная схема расстановки устройств РЗА, ТМ, местного управления.