

Реализация САВС в распределительной сети 10 кВ Култаевского РЭС – филиала «Пермэнерго» ПАО «Россети Урал»

Последние годы активно развиваются программно-аппаратные комплексы САВС (системы автоматического восстановления сети) или FLISR (Fault Location, Isolation and Supply Restoration). Системы предназначены для автоматического восстановления электроснабжения после аварий, обеспечивая быстрое отделение поврежденного участка с последующей запиткой смежных с ним участков сети.

Кучерявенков А.А., директор ГК «АНТРАКС»

Горожанкин П.А., специалист по перспективным разработкам ГК «АНТРАКС»

Комплексы САВС и FLISR достаточно эффективно применяются в кабельных городских сетях, но их отсутствие критично в сельских сетях, где при радиальной древовидной схеме сети к одной ВЛ может быть подключено до пятидесяти различных трансформаторных подстанций. Для протяженных сетей с плохой транспортной доступностью время обесточивания потребителей благодаря САВС сокращается с нескольких часов до десятков секунд.

Препятствием широкому внедрению САВС на воздушных линиях в ряде регионов России является достаточно высокая стоимость, поскольку в качестве коммутационных аппаратов предлагается использовать реклоузеры.

Рассмотрим опыт построения системы САВС воздушных линий Култаевского РЭС филиала ПАО «Россети Урал» — «Пермэнерго». Для снижения стоимости САВС предложено использовать в качестве секционирующих элементов не реклоузеры, а разъединители (установленные на ВЛ согласно ПУЭ), дооснащенные автоматикой, применяемой в цифровых интеллектуальных разъединителях РИЦ. Разъединители сокращают время подготовки к ремонту поврежденного участка за счет наличия видимого разрыва в разъединителе и упрощают эксплуатацию за счет отсутствия релейной защиты в разъединителе.

Особенность разъединителя — невозможность коммутации под током, поэтому все коммутации должны выполняться либо при обесточивании, либо в большую бестоковую паузу цикла автоматики повторного включения. Специфика Култаевского РЭС — наличие АПВ практически на всех ВЛ, что позволяет реализовать отключение поврежденного участка в бестоковую паузу цикла АПВ.

Особенность разъединителя — невозможность коммутации под током, поэтому все коммутации должны выполняться либо при обесточивании, либо в большую бестоковую паузу цикла автоматики повторного включения. Специфика Култаевского РЭС — наличие АПВ практически на всех ВЛ, что позволяет реализовать отключение поврежденного участка в бестоковую паузу цикла АПВ.

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

Реализация логики переключений в автоматическом режиме средствами SCADA затруднена или вообще невозможна, поскольку в SCADA-системе изначально логика САВС отсутствует или реализована в сильно упрощенном виде. Предлагаемое решение предусматривает реализацию САВС как отдельного приложения к существующей SCADA-системе программного комплекса «ОИК Диспетчер» (рисунк 1).

Вся информация от РИЦ и центров питания поступает в SCADA-систему и параллельно в программно-аппаратный комплекс (ПАК) «КОМОРСАН-FLISR». Команды автоматического управ-

ления по алгоритмам САВС формируются в ПАК «КОМОРСАН-FLISR» и оттуда поступают напрямую в разъединители и через «ОИК Диспетчер» по протоколу IEC 60870-5-104 в центры управления.

Кроме того, из ОИК «Диспетчер» в ПАК «КОМОРСАН» поступает следующая информация:

- положение сезонных ключей «зима-лето»/«осень-зима»;
- команда вкл/откл FLISR;
- информация из центров питания (подстанций) — факт отключения ВЛ, успешность АПВ.

Реализация алгоритмов САВС на верхнем уровне системы, где собирается информация о всей ВЛ, происходит с использованием теории графов на базе топологического процессора в составе ПАК «КОМОРСАН-FLISR». Такое решение обусловлено следующими соображениями:

- только на верхнем уровне собирается вся информация о топологии сети, на основании которой можно селективно отделить поврежденный участок;
- отсутствие алгоритмов в полевом оборудовании позволяет минимизировать объем передаваемой информации, сократить эксплуатационные затраты, повысить надежность функционирования;
- упрощается эксплуатация.

В состав системы входят компоненты: Интеллектуальные разъединители РИЦ с модулем телеуправления и индикаторами короткого замыкания реализуют функции:

- фиксации междуфазных замыканий;
- реализации телеконтроля и телеуправления;
- автоматического отключения в бестоковую паузу цикла АПВ (с возможностью дистанционной блокировки);
- блокировки отключения разъединителя под током и включения под напряжением;
- поддержки GSM-связи по протоколу IEC 60870-5-104.

Программно-аппаратный комплекс верхнего уровня КОМОРСАН-FLISR реализует следующий набор функций:

- автоматическое отделение поврежденного участка в большую бестоковую паузу цикла АПВ;

- реконфигурацию сети для восстановления питания потребителей, подключенных к ВЛ на участках, смежных с местом повреждения (включение выключателя в точке нормального токораздела и включение выключателя в центре питания либо в бестоковую паузу цикла АПВ, либо после погашения ВЛ от РЗА);
- выдачу команд блокировки отключения РИЦ в цикле АПВ (при нескольких РИЦ, соединенных последовательно);
- непрерывный контроль исправности коммутационных аппаратов и каналов связи;
- однократность выполнения алгоритма САВС;
- блокировку алгоритма САВС при наличии отклонений от нормальной схемы сети при неисправности разъединителей и при потере или больших задержках связи.

ПОРЯДОК ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

Система функционирует следующим образом:

1. Задачи, выполняемые «КОМОРСАН-FLISR» непрерывно в фоновом режиме:

- контроль исправности устройств и их готовности к функционированию;
- анализ схемно-режимной ситуации для фиксации условия запуска алгоритма САВС (блокировка при отклонениях от нормальной схемы выполняется с выдержкой времени 3 с для компенсации условий задержки сбора информации по каналам GSM);
- контроль исправности каналов связи.

2. Задачи, выполняемые «КОМОРСАН-FLISR» при фиксации условий запуска алгоритма САВС:

- формирование команд управления коммутационными аппаратами;
- проверка разрешения исполнения команд САВС (отсутствие команды блокировки САВС от «ОИК Диспетчер», исправность каналов связи, исправность оборудования, участвующего в САВС);
- выдачу команд управления на разъединители и на подстанции (с контролем оставшегося

времени с бестоковой паузой цикла АПВ).

Реализация алгоритмов САВС выполняется на основе информации от разъединителей и индикаторов коротких замыканий в их составе, которая включает:

- положение разъединителя;
- сигналы неисправности;
- сигналы неготовности;
- сигналы от индикаторов короткого замыкания.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Стоимость компонентов FLISR (8 разъединителей + ПАК «КОМОРСАН-FLISR», включая стоимость ПИР, СМР и ПНР) — около 7 млн руб. При применении FLISR: уменьшаются затраты ОБВ (стоимость работы ОБВ — 2000 руб./час, экономия на времени поиска места повреждения и переключения для отделения поврежденного участка и подачи питания для исправных участков ВЛ) ~ 0,8 млн руб./год; уменьшается недоотпуск электроэнергии благодаря сокращению продолжительности отключения с 2–3 часов до 20–30 с ~ 7 млн руб./год. Расчеты сделаны при средней интенсивности повреждений в масштабах одного РЭС. Таким образом, при средней интенсивности повреждений, в масштабах РЭС окупаемость не превысит 1 года.

ВЫВОДЫ

В реализованном САВС для воздушных линий сочетание предложенных технических решений позволяет существенно сократить капитальные и эксплуатационные затраты на реализацию САВС при существенном увеличении надежности электроснабжения потребителей. Инвариантность данного решения по отношению к SCADA-системам позволяет рассматривать такое решение как унифицированное и дает возможность использовать его с различными коммутационными аппаратами и различными SCADA-системами. **Р**

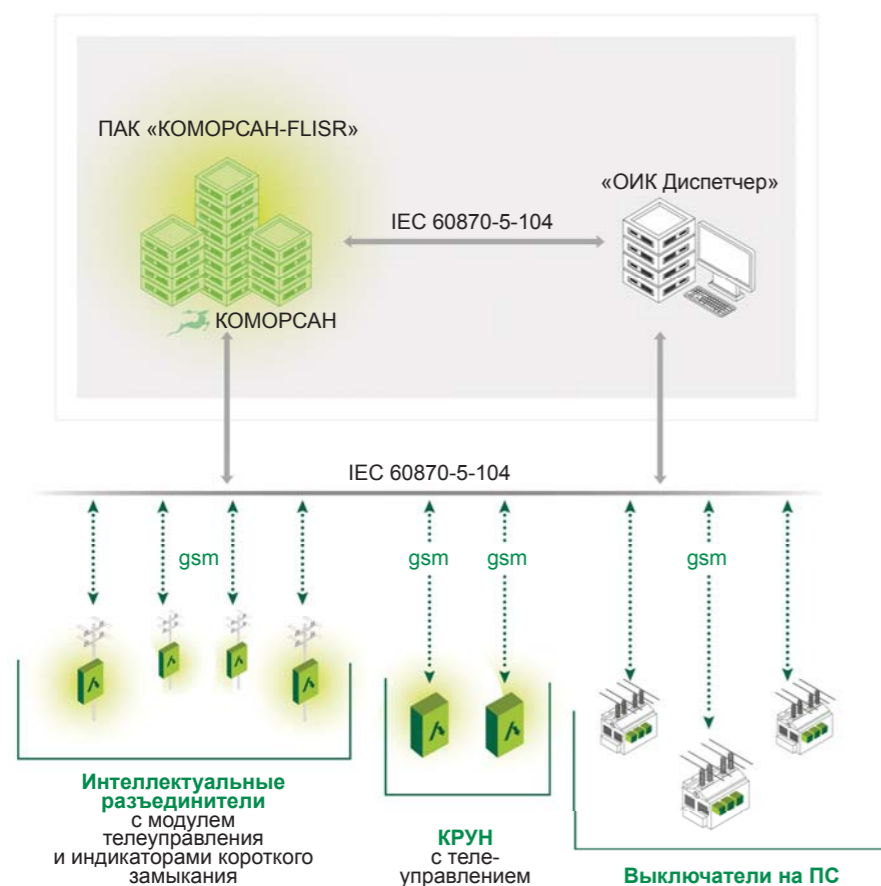


Рис. 1. Структура системы FLISR Култаевского РЭС