

# Применение технологий IEC 61850 в задачах автоматизации распределительных сетей

**Современной тенденцией развития распределительных электрических сетей является их «интеллектуализация». То есть повышение эффективности эксплуатации и надежности электроснабжения потребителей за счет внедрения комплексных средств мониторинга и управления на основе информационных технологий.**

**Дорофеев И.Н.,**  
технический директор  
PLC Technology



**ООО «ПиЭлСи  
Технолджи»** —  
предприятие  
без иностранного  
участия в устав-  
ном капитале,

имеющее на территории России  
полный производственный цикл,  
а именно:

- разработку электронных блоков и контроллеров, включая схемотехнические и дизайнерские решения, а также программирование микроконтроллеров;
- серийное производство электронных блоков и контроллеров, включая производство плат на современной автоматической роботизированной линии;
- разработку специализированного программного обеспечения TOPAZ SCADA для контроллеров уровня объекта, серверов и автоматизированных рабочих мест (АРМ);
- серийное производство комплектов (шкафов) для ССПИ, АСУ ТП, АСКУЭ, ККЭ, РАС, РЗА;
- проектирование ССПИ, АСУ ТП и др.;
- монтаж ССПИ, АСУ ТП и др. на объектах заказчика.

[www.tpz.ru](http://www.tpz.ru)

**А**втоматика локализации, изоляции повреждения и восстановления электроснабжения (Fault Location, Isolation & Service Restoration — FLISR) являются основными компонентами современной «интеллектуальной» распределительной сети. Применение такой автоматики позволяет сократить до минимума продолжительность перерывов в электроснабжении потребителей и локализовать место повреждения. Особенно эффективно построение такой автоматики с использованием цифрового информационного обмена между компонентами системы.

Основные преимущества FLISR, получаемые за счет использования цифровых коммуникаций:

- возможность применения в петлевых и более сложных схемах электроснабжения;
- возможность действия защиты от однофазных замыканий на землю на отключение с минимальным перерывом электроснабжения потребителей;
- в отличие от реклоузеров, не тратится ресурс выключателя на многократные включения на КЗ и может применяться в кабельных сетях.

Основой для построения современной коммуникационной инфраструктуры на объектах электроэнергетики является серия стандартов IEC 61850. Применение положений данного

стандарта позволяет организовать производительную, гибкую и надежную коммуникационную инфраструктуру, обеспечивающую потребности всего спектра задач автоматизации. В настоящей статье рассматривается применение серии стандартов IEC 61850 для задач построения автоматики FLISR.

## **FLISR. ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА**

В переводе с английского языка, термином FLISR обозначается набор автоматических функций, направленных на повышение надежности электроснабжения потребителей в случае повреждения питающей линии. В состав FLISR входят:

- автоматика определения наличия устойчивого повреждения на участке питающей сети (АОП);
- автоматика определения (локализации) поврежденного участка сети между двумя коммутационными аппаратами (АЛП);
- автоматика отключения (изоляции) поврежденного сегмента (АИП);
- автоматика восстановления электроснабжения потребителей (АВЭ).

Алгоритм АОП выполняется в начале и конце каждого сегмента сети. Факт устойчивого повреждения за точкой наблюдения определяется при выполнении следующих условий (один из возможных вариантов реализации):

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИКИ FLISR В СООТВЕТСТВИИ С IEC 61850

Как можно видеть из вышеприведенного описания, автоматика FLISR требует достаточно насыщенного информационного обмена между функциями, распределенными по всей длине фидера.

В соответствии со стандартом IEC 61850, для описания интерфейса функций, участвующих в информационном обмене, используется понятие логического узла (ЛУ). Логический узел — это атомарная функция автоматизации, являющаяся агентом информационного обмена. Стандарт IEC 61850-90-6 (Use of IEC 61850 for Distribution Automation Systems) определяет следующие логические узлы для описания компонентов автоматики FLISR:

- SFPI — индикатор устойчивого повреждения;
  - AFSL — автоматика локализации поврежденного участка;
  - AFSI — автоматика изоляции поврежденного участка;
  - ASRC — автоматика восстановления электроснабжения.
- Также используются логические узлы из стандартного пространства имен IEC 61850-7-4:
- XCBR — модель выключателя;
  - XSWI — модель выключателя нагрузки, разъединителя;
  - CSWI — контроллер управления коммутационным аппаратом;
  - TCTR — модель трансформатора тока;
  - PTOC — токовое реле с выдержкой времени;
  - другие (в зависимости от реализации соответствующих алгоритмов).

На рисунке 2 изображено информационное взаимодействие логических узлов при реализации автоматики FLISR.

ЛУ типа SFPI принимают данные от реле тока (PTOC) сигналы срабатывания защит (PTRC) и формируют сигнал устойчивого повреждения в точке схемы, где производится наблюдение за данным экземпляром логического узла. Далее, в соответствии с вышеприведенным описанием работы алгоритма, информация

- признак аварийного режима (например, превышение тока заданной уставки);
- срабатывание соответствующих защит (МТЗ, ЗОЗЗ) фидера на распределительном пункте — РП (вместо информации о срабатывании защит может быть использована выдержка времени, в течение которой должен существовать признак аварийного режима);
- превышение заданного количества циклов АПВ (если применимо).

Автоматика определения (локализации) поврежденного участка сети пускается при срабатывании АОП и анализирует массив состояний алгоритмов АОП, расположенных вдоль питающей линии. Несовпадение показаний индикаторов повреждения по концам сегмента сети указывает на наличие повреждения в данном сегменте.

Автоматика отключения (изоляции) поврежденного сегмента, в свою очередь, пускается в случае успешного определения поврежденного сегмента и отдает команды на отключение коммутационной аппаратуры, ограничивающие поврежденный сегмент при условии отсутствия тока через отключаемый КА.

АВЭ пускается в случае успешной изоляции повреждения и запрашивает потребителей путем включения выключателя на РП и в точке деления сети при условии, что данные КА не ограничивают поврежденный сегмент сети.

Вышеуказанные алгоритмы работают в приведенном порядке, и каждый последующий шаг выполняется только при успешном выполнении предыдущего. На рисунке 1 приведена иллюстрация работы алгоритма FLISR.

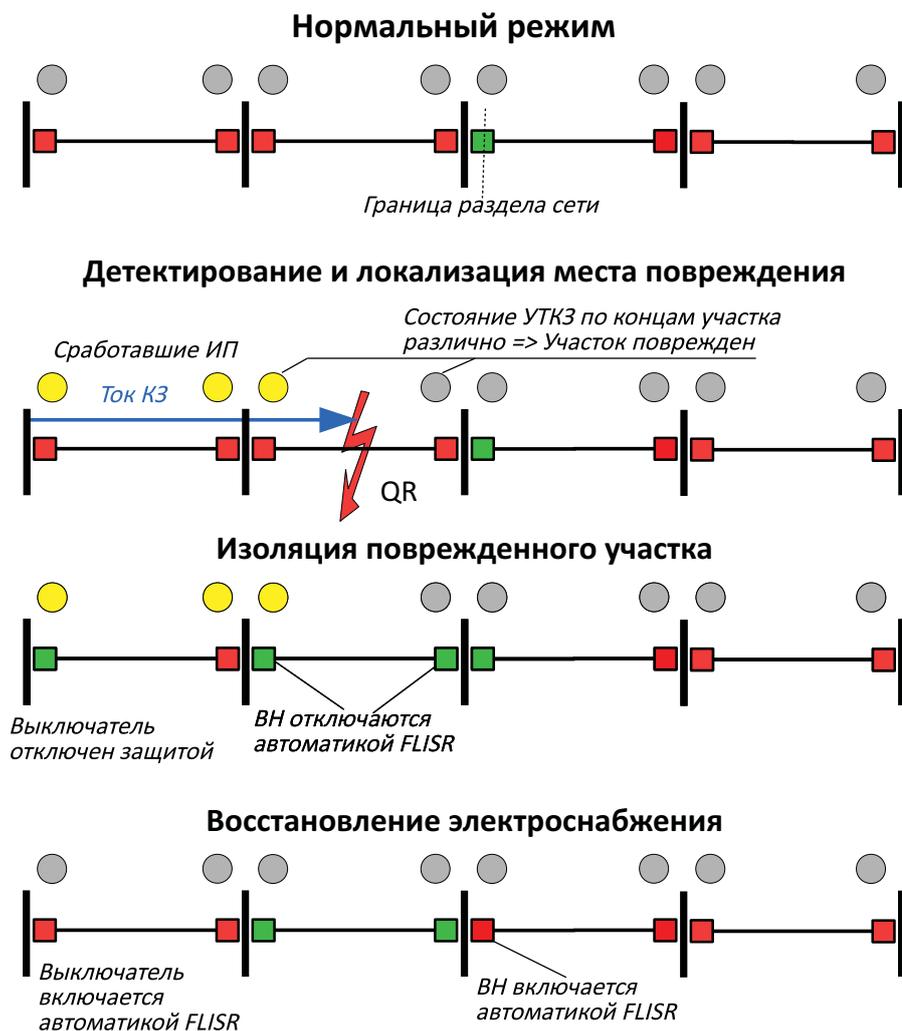


Рис. 1. Стадии работы автоматики FLISR

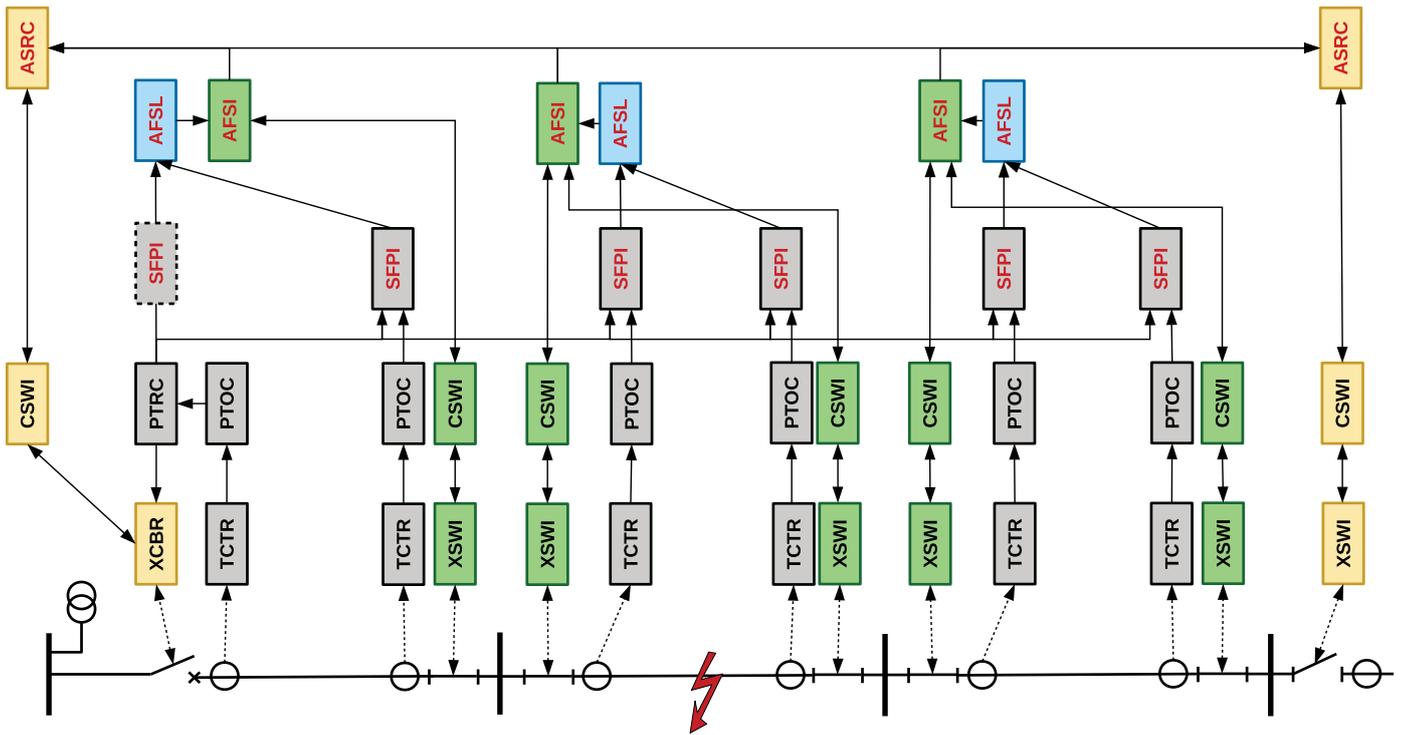


Рис. 2. Информационное взаимодействие логических узлов при реализации автоматики FLISR

передается на логические узлы AFSL, AFSI и ASRC. Узлы ASRC, в свою очередь, воздействуют на ЛУ CSWI управления коммутационной аппаратуры на РП и в точке деления сети, тем самым восстанавливая электроснабжение потребителей, подключенных к неповрежденным участкам питающей сети.

Согласно положениям стандарта IEC 61850, логиче-

ские узлы могут быть распределены по аппаратным средствам произвольным образом. В случае, когда узлы, обменивающиеся информацией, расположены на разных устройствах, то для обеспечения их коммуникации

используются соответствующие решаемой задаче сервисы обмена данными, из состава определенных в IEC 61850.

Таким образом, автоматика FLISR с использованием технологий IEC 61850 может быть практически реализована системой со спектром архитектур в диапазоне от полностью централизованной до полностью распределенной.

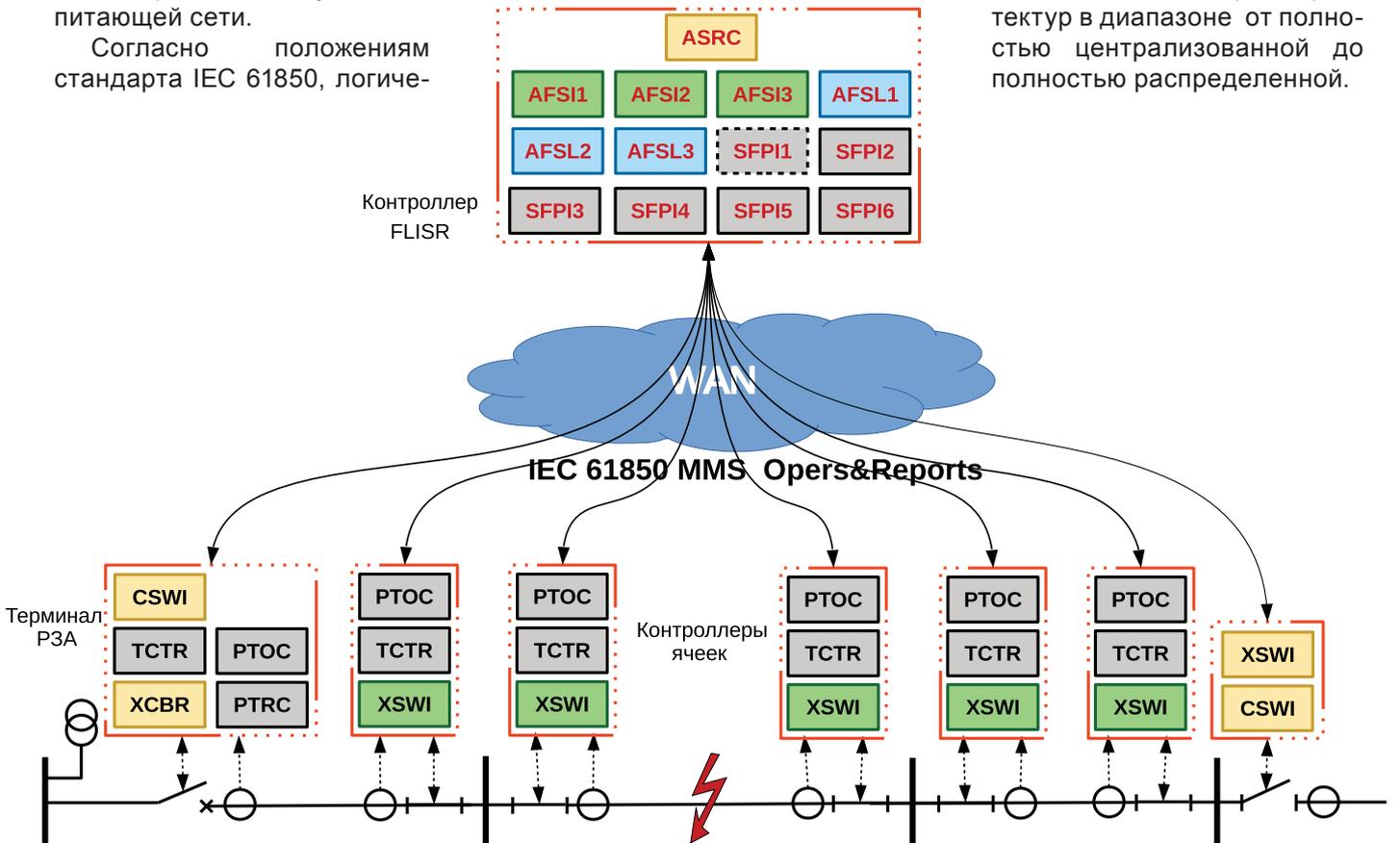


Рис. 3. Централизованная архитектура автоматики FLISR

## ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА АВТОМАТИКИ FLISR

В данном варианте логика автоматизации FLISR имплементируется одним устройством — контроллером FLISR, устанавливаемым на РП или на диспетчерском пункте. В таком случае является возможным и целесообразным обеспечить выполнение функции FLISR для группы присоединений. При таком принципе построения, в соответствующих точках сети устанавливаются относительно простые устройства, обеспечивающие измерение электрических величин, их простую обработку и взаимодействие с коммутационной аппаратурой. Так как потоки информационного обмена в данной архитектуре ориентированы вертикально, то для передачи информации между центральным контроллером FLISR и полевыми устройствами целесообразно использовать сервисы отчетов (Reports) и сервисы управления (Control), реализованные посредством протокола MMS (IEC 61850 8-1) в направлениях мониторинга и управления соответственно. Таким образом, информационные связи между логическими узлами, расположенные в разных устройствах, проецируются в соответствующие процедуры протокола MMS. На рисунке 3 приведен

пример структурной схемы автоматизации FLISR в централизованном исполнении.

## ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА АВТОМАТИКИ FLISR

Децентрализованная реализация автоматизации FLISR предполагает распределение функций (логических узлов) по контроллерам соответствующего силового оборудования (рисунк 4). Каждое из таких устройств реализует набор ЛУ, относящийся к данной точке питающей сети. Информационные потоки в этом случае направлены горизонтально, между некоторым количеством одноранговых устройств. Таким образом, существует необходимость передачи одной и той же информации нескольким получателям (широковещательный обмен). Для реализации такого типа информационного обмена стандартом IEC 61850 предусмотрен сервис Общих Объектно-Ориентированных Сообщений (GOOSE). Данный тип сообщений основан на использовании пакетов Ethernet (уровень 2 по модели OSI) и не может в чистом виде передаваться по IP-коммутируемому ЛВС (уровень 3 по модели OSI). В силу того, что каналы передачи данных между объектами распределительных

сетей (в основной своей массе) основаны на коммутируемых на уровне 3 технологиях, то передача GOOSE-сообщений по таким каналам представляет определенную техническую задачу.

Для решения этой проблемы предлагается либо использовать протоколы туннелирования (например L2TP), либо использовать специальную реализацию GOOSE-сообщений. Эта реализация определена в стандарте IEC 61850-90-5 и получила название Routable GOOSE (R-GOOSE). Использование протокола IGMPv3, являющегося частью спецификации групповой передачи пакетов в IP-сетях, позволяет обеспечить широковещательную рассылку сообщений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование технологий стандарта IEC 61850 позволяет за счет своей гибкости построить автоматизацию FLISR практически произвольной архитектуры — от полностью централизованной до распределенной. Это позволяет адаптировать решение к любому объекту распределительной сетевой инфраструктуры и обеспечить простую интеграцию как компонентов FLISR между собой, так и со смежными системами автоматизации, защиты и управления. **P**

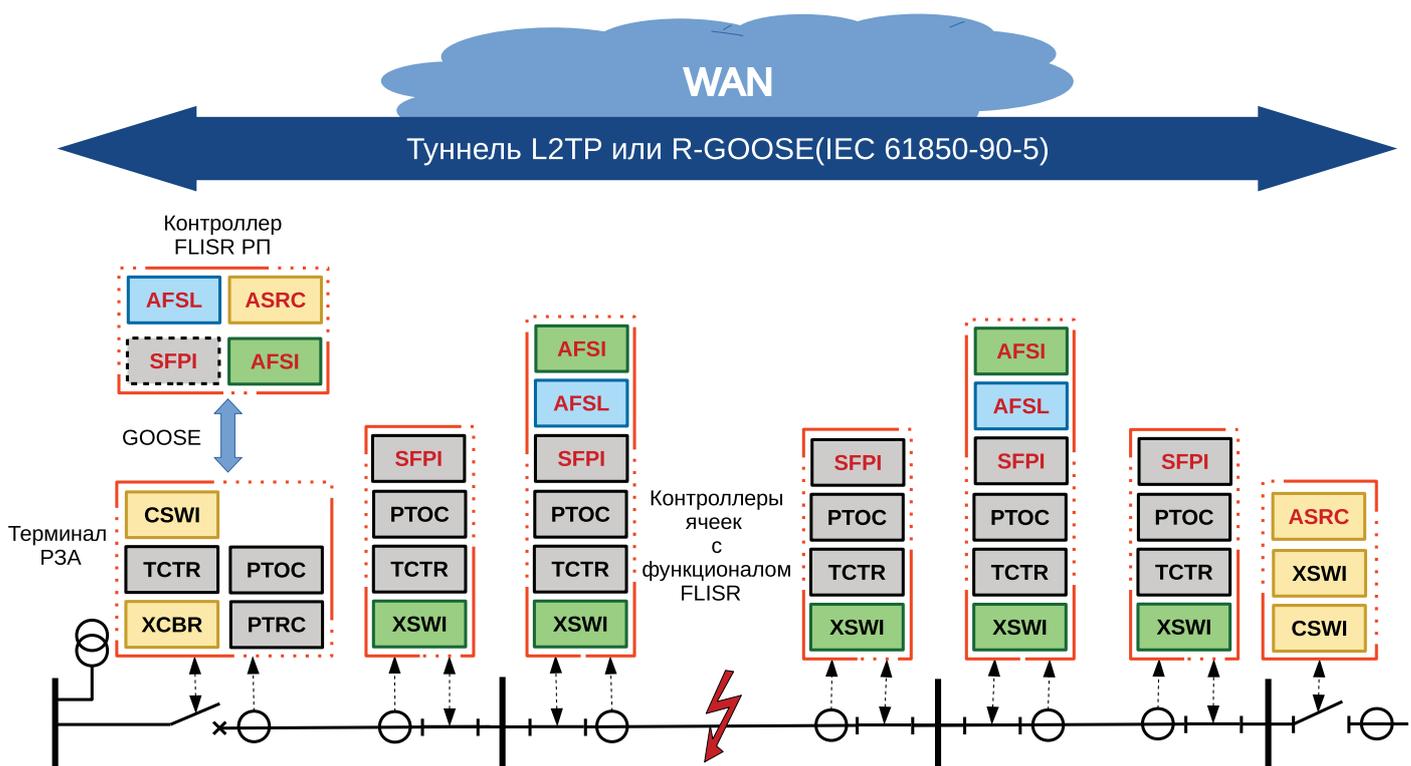


Рис. 4. Распределенная архитектура автоматизации FLISR