

# Централизованное решение по автоматике распределительных сетей 6–10 кВ с использованием «умных» разъединителей и выключателей нагрузки

**Автоматическая реконфигурация сетей — это наиболее эффективное средство улучшения показателей SAIDI и SAIFI и, в конечном счете, сокращение продолжительности отключения потребителей. Раньше возможность увеличения степени автоматизации распределительных линий электропередачи исчерпывалась установкой реклоузеров. Однако в настоящее время появились новые коммутационные аппараты — интеллектуальные разъединители и выключатели нагрузки, что дает возможность обеспечить требуемый уровень автоматизации при минимуме средств и максимально простыми в эксплуатации средствами.**

**Кучерявенков А.А.**, директор ГК «АНТРАКС»

**Горожанкин П.А.**, советник по науке ГК «АНТРАКС»

Особенность распределительных сетей состоит в том, что отключать токи короткого замыкания в большинстве случаев не требуется — это делают выключатели в центрах питания и на РП. Реконфигурацию сети с целью отделения поврежденного участка и восстановления питания потребителей оптимально выполнять с помощью разъединителей, а в тех случаях, когда есть потребность многократно включения, — разъединителей с дугогасительным устройством или выключателей нагрузки.

Эффективность секционирования растет при увеличении количества коммутационных аппаратов, так как сокращаются участки секционирования и, соответственно, сокращается объем отключенных потребителей. Но здесь существует две проблемы:

- рост стоимости пропорционально количеству секционирующих автоматов;
- проблема селективности, то есть отключения только коммутационных аппаратов, максимально близких к месту повреждения.

Проблема минимальной стоимости решается, если в качестве секционирующих элементов используются разъединители (тем более, что разъединители и так есть на ВЛ). Для автоматического секционирования разъединители необходимо дооснастить модулем телеуправления и топографическими индикаторами для фиксации аварийного процесса. Питание разъединителя осуществляется от воздушной линии через понижающий трансформатор, а при погашении линии — от автономной аккумуляторной батареи в составе разъединителя.

Кроме того, целесообразность использования разъединителей с модулями телеуправления в каче-

стве секционирующих аппаратов объясняется еще несколькими обстоятельствами:

- разъединители обеспечивают видимый разрыв, который является необходимым условием вывода в ремонт поврежденного участка воздушной линии;
- разъединитель с телеуправлением значительно проще в наладке и эксплуатации, чем реклоузеры, так как не содержит релейной защиты;
- разъединители дешевле, чем реклоузеры, что позволяет увеличить наблюдаемость сети и получить больший эффект при заданном объеме финансирования.

При использовании интеллектуального трехполюсного разъединителя РИЦ оперативные переключения участков электрической цепи выполняются с помощью автоматизированного привода, размещенного в шкафу управления разъединителя. Состояние разъединителя отображается на пульте управления диспетчера и непосредственно на блоке управления РИЦ. За счет комплектации разъединителя высокоточными индикаторами ИКЗ селективно определяются все типы аварийных ситуаций, включая ОЗЗ с низкими токами и неустойчивые аварийные процессы.

Отключение разъединителем поврежденного участка может выполняться в бестоковую паузу цикла АПВ и после отключения ВЛ от защит (на линиях без АПВ).

На сегодняшний день существует положительный опыт применения умных разъединителей РИЦ в сетях Московской, Ленинградской, Воронежской, Пермской областей и на территории Республики Татарстан (рисунок 1). Как показала практика, использование устройства позволяет повысить эффективность управления сетями и существенно улучшить время реакции при аварийной ситуации, сократить

число отключенных потребителей и время восстановления электроснабжения. Полученные данные с энергообъектов позволяют говорить о том, что цифровые разъединители РИЦ корректно определяют место возникновения аварий на воздушно-кабельных линиях сложной топологии и гарантированно передают информацию в системы верхнего уровня.

Особенность обычного разъединителя — невозможность отключения при токе более 3–5 А и включения под напряжением. Поэтому их целесообразно применять в следующих случаях:

- автоматическое отключение участка ВЛ (отпайки, спаренной линии) после отключения ВЛ от РЗА;
- автоматическое отключение участка (отпайки) ВЛ в бестоковую паузу цикла АПВ;
- автоматическое отключение ВЛ от центра питания при его обесточении (для обеспечения возможности подачи питания на ВЛ с другого центра питания);
- дистанционное отключение участка ВЛ (отпайки) при токе нагрузки <math>< 5\text{ А}</math>.

В тех случаях, когда необходимо отключать ток нагрузки, а отключение тока КЗ не требуется, целесообразно использовать выключатель нагрузки типа РИЦ-ВН (рисунок 2).

Коммутационный аппарат позволяет отключать токи до 1000 А и включать линии под напряжением.

Типичные варианты применения РИЦ-ВН:

- отделение участка линии с ОЗЗ (предотвращение электротравматизма населения);
- отключение потребителей в соответствии с графиком временных отключений (для предотвращения перегрузки линии и/или трансформатора);
- отключение потребителей при поиске ОЗЗ, нарушении условий договора на присоединение (превышение заявленного максимума, неоплата и др.);
- реализация сетевого АВР (запитка участка сети от резервного источника при потере основного питания сети);
- перенос точки нормального токораздела в линии с двухсторонним питанием для запитки потребителей после отделения поврежденного участка (FLISR-технология);
- отключение групп потребителей по командам АЧР.

Достоинством данных коммутационных аппаратов является возможность возврата к нормальному состоянию сети после устранения повреждения на ВЛ без снятия с нее напряжения.

Наличие в составе коммутационных аппаратов индикаторов ИКЗ автоматически решает проблему поиска поврежденного участка.

Проблема селективного отключения может быть решена только за счет согласованного централизованного управления коммутационными аппаратами с верхнего уровня, поскольку там собирается информация о всей ВЛ и месте повреждения.

Для решения этой задачи нужен специализированный сетевой контроллер верхнего уровня или программный модуль в составе SCADA-системы (рисунок 3), постоянно связанный со всеми коммутационными аппаратами.

Один сетевой контроллер верхнего уровня позволяет автоматически управлять всеми ВЛ одного РЭС. Поскольку сетевой контроллер «видит» всю

ВЛ, то задача селективного отключения только разъединителей, максимально близких к поврежденному участку, решается достаточно просто. Такое решение существенно снижает стоимость полевого обо-

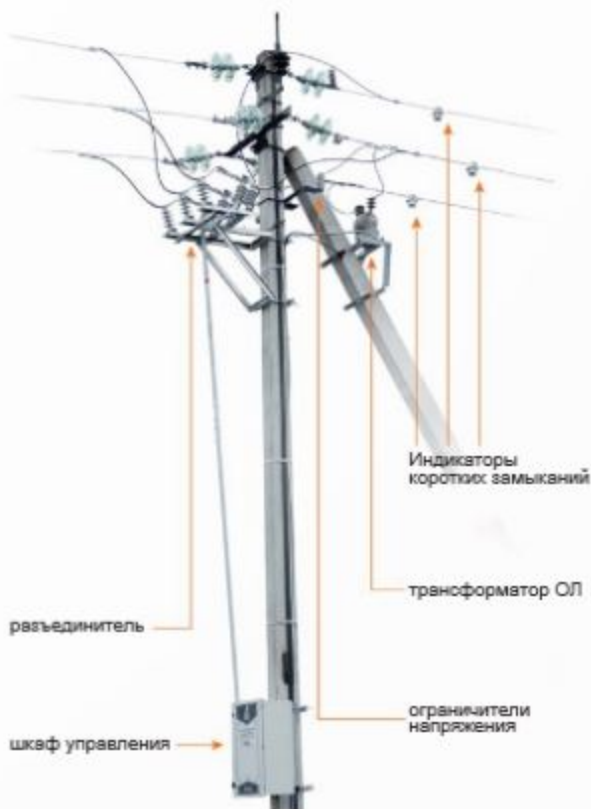


Рис. 1. Применение разъединителей РИЦ



Рис. 2. Выключатель нагрузки РИЦ-ВН

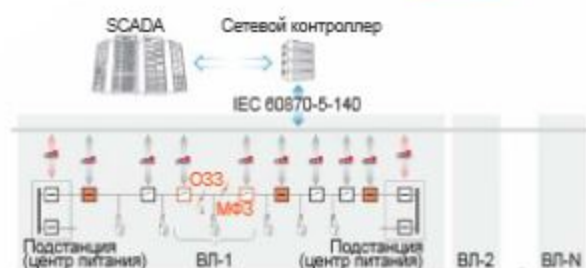


Рис. 3. Структура системы секционирования ВЛ с телеуправлением



Рис. 4. Абонентский терминал и антенна спутниковой системы связи

рудования, упрощает коммутационные аппараты (весь «интеллект» находится на верхнем уровне) и упрощает эксплуатацию.

Надежность функционирования такой системы определяется надежностью верхнего уровня и надежностью связи верхнего уровня с интеллектуальными коммутационными аппаратами.

Надежность верхнего уровня обеспечивается комплексом мер:

- дублирование сетевого контроллера;
- контроль достоверности информации, поступающей как от SCADA-системы, так и от коммутационных аппаратов.

Надежность связи — безусловно, наиболее сложный вопрос, поскольку требуется поиск компромисса между надежностью и стоимостью.

Вполне приемлемым вариантом по стоимости как аппаратуры связи, так и эксплуатационных затрат является GSM-связь по технологии GPRS/EDGE.

Достоинствами GPRS/EDGE-технологии являются:

- поддержка «постоянного» подключения коммутационного аппарата к сетевому контроллеру (для уменьшения времени реакции в аварийной ситуации);
- поддержка проверенных моделей аутентификации и авторизации, включая шифрование передаваемых данных;
- помехоустойчивость (поддержка избыточного кодирования, дублирование сбойных фреймов и т.п.);
- скорость обмена — не менее 5–10 кБит/с, время установки соединения (после длительного перерыва питания ВЛ) — не более 5–10 сек;
- тарификация за объем передаваемой информации;
- большая зона покрытия.

Для обеспечения требуемого быстродействия системы (в том числе при перегрузке сотовой связи) и минимизации совокупной стоимости владения объем передаваемой информации должен быть минимизирован, поэтому необходимо исключить передачу аналоговых данных и сократить до минимума объем передаваемых дискретных сообщений.

Есть, однако, три обстоятельства, которые необходимо учитывать:

- 1) при аварийной ситуации на ВЛ нагрузка сотовой сети может существенно возрасти, а при этом отключается сначала GPRS-трафик, потом SMS и последним — голосовой и CSD-трафик; выходом из положения является дублирование GPRS-связи с помощью SMS-сообщений или переход на CSD-технологию;
- 2) есть опасность полного погашения базовой станции сотовой связи, если она питается от аварийной ВЛ; в этом случае возможность функционирования системы может быть обеспечена за счет работы через двух сотовых операторов (две SIM-карты) или минимального объема передаваемой информации и команд управления (информационный обмен займет несколько секунд, когда сотовая связь еще работает от источников бесперебойного питания);
- 3) отсутствие сотовой связи или крайне малый сигнал в месте установки коммутационного аппарата. В этом случае возможно использование либо PLC-связи по проводам ВЛ, на которой установлен коммутационный аппарат, либо по спутниковому каналу связи.

Например, для российской низкоорбитальной спутниковой системы связи время ожидания канала связи составляет 0...1 мин, время доставки сообщений — 1...10 с (скорость передачи 2,4–20 кБит/с). Преимуществом использования низкоорбитальной системы связи является возможность использования малагабаритных абонентских терминалов с ненаправленными антеннами (рисунок 4).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Секционирование ВЛ разъединителями и выключателями нагрузки, оснащаемых модулями телеуправления и датчиками повреждений под управлением общего сетевого контроллера верхнего уровня, позволяет при минимальных затратах решить задачу селективного отделения поврежденного участка в любой сети сколь угодно сложной топологии.
2. Единый верхний уровень системы секционирования на базе резервированного сетевого контроллера позволяет сократить стоимость полевого оборудования, существенно уменьшить стоимость эксплуатации и повысить ее надежность.
3. Связь между полевым уровнем и сетевым контроллером должна быть реализована либо по GPRS/EDGE и SMS, а при отсутствии GSM-связи — по PLC, либо по спутниковому каналу связи с использованием шифрования по отечественным алгоритмам. ■



Группа компаний «АНТРАКС»  
Московская область, г. Фрязино,  
Заводской проезд, д. 2  
+7 (495) 991-12-30  
mail@antraks.ru  
www.antraks.ru