

системы управления проектами значительно облегчает разработку нормативно-методической документации по проектной деятельности.

Безусловно, были и остаются определенные трудности, но можно утверждать, что компетенция сотрудников в области управления проектами постепенно повышается, и уровень зрелости общества в целом заметно вырос.

В настоящий момент система постепенно наращивает мощности и потенциал: появляются новые

идеи по развитию, проектируется интеграция с внутренними системами. Это является положительным индикатором того, что система постепенно становится ядром информационного взаимодействия как внутри ООО «Питер Газ», так и во взаимодействии с внешними участниками: инвесторами, подрядными организациями и другими. Система набирает обороты и становится полезным инструментом управления проектами в руках специалистов ООО «Питер Газ».

*Рябчуков Егор Анатольевич* – начальник Информационно-технологического управления,  
*Крухмалева Яна Сергеевна* – начальник Аналитического сектора Информационно-аналитического отдела  
Информационно-технологического управления ООО «Питер Газ»,  
Контактный телефон (495) 784-71-61.

E-mail: [kruhmaleva.yana@petergaz.com](mailto:kruhmaleva.yana@petergaz.com) [Http://www.petergaz.com](http://www.petergaz.com)

*Зимина Диана Александровна* – зам. руководителя департамента проектных решений и технологий ЗАО «ПМСОФТ».  
Контактный телефон (495) 232-11-00.

E-mail: [dzimina@pmssoft.ru](mailto:dzimina@pmssoft.ru) [Http://www.pmssoft.ru](http://www.pmssoft.ru)

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ РМНСА С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ПРИВОДОМ

Д.А. Виноградов, В.Б. Курочкин, П.Е. Петрухин (НПО «Прибор»)

Представлены основные особенности систем управления разъединителями. Рассмотрены вопросы повышения надежности электроснабжения потребителей. Описан принцип работы дистанционно-управляемого разъединителя с автоматизированным приводом и показаны его преимущества. Установлено, что использование разъединителей РМНСА является технически оправданным мероприятием, имеющим положительный экономический эффект и небольшой срок окупаемости (по сравнению со сроком службы). Рассмотрены принципы связи разъединителя с АСОДУ.

Ключевые слова: разъединитель, привод, автоматизация, секционирование, дистанционное управление, надежность, автоматизированные системы управления.

### Введение

Разъединитель представляет собой коммутационный аппарат для напряжения > 1 кВ, предназначенный для включения/отключения обесточенных участков электрической цепи, изолирования предварительно отключенной (выключателями) части системы, электроустановки, отдельных аппаратов от смежных частей, находящихся под напряжением и для создания видимого разрыва цепи в воздухе.

Коммутационные аппараты являются важнейшим звеном всего современного энергоснабжения. Развитие автоматизации производственных процессов в значительной мере определяется прогрессом в области аппаратостроения. Электрические аппараты составляют 90% всех элементов автоматизации, а на установки с аппаратурой среднего напряжения приходится 50% всей потребляемой в стране электроэнергии.

Традиционно наиболее слабым звеном в системе электроснабжения являются воздушные распределительные сети 10 (6) кВ. В результате исторического развития концепции секционирования воздушных линий 10 (6) кВ в качестве основного подхода к повышению надежности электроснабжения потребителей в отечественных воздушных распределительных сетях среднего напряжения используется ручное

секционирование. Основной отличительной чертой данного подхода является зависимость работы секционирующих аппаратов (разъединителей, пунктов секционирования) от решений диспетчера. Ручное секционирование подразделяют на местное (получившее широкое распространение в России) и дистанционное (преимущественно развитое в Европе). Рассмотрим основные особенности, присущие системам с ручным местным секционированием.

При ручном местном секционировании для обеспечения возможности выделения (секционирования) поврежденного участка сети на магистрали устанавливаются линейные разъединители. Сетевой резерв вводят вручную. В такой схеме при возникновении повреждения на любом участке происходит отключение защитного аппарата на отходящем фидере, и все потребители линии на длительное время теряют питание. Для локализации повреждения на место выезжает оперативная бригада. Путем последовательных переездов и переключений разъединителей вручную бригада выделяет поврежденный участок сети и включает под напряжение остальных потребителей.

Чтобы понять, как уменьшить время поиска и локализации повреждения, рассмотрим процесс восстановления электроснабжения потребителей. Учитывая, что в существующих распределительных сетях

для секционирования до сих пор применяются ручные разъединители, его можно разделить на следующие характерные этапы.

1. Информирование диспетчера о наличии повреждения на линии (от момента отключения линия до начала поиска повреждения).

2. Поиск поврежденного участка: первое пробное включение выключателя в центре питания (ручное повторное включение), далее следуют последовательные переезды и ручные переключения разъединителей на линии до момента нахождения поврежденного участка.

3. Локализация поврежденного участка — включение разъединителей между участком с повреждением и сетевым резервом.

4. Включение потребителей неповрежденных участков — ввод сетевого резерва.

5. Обход поврежденного участка — определение непосредственно места повреждения на локализованном участке.

6. Ремонт поврежденного участка — выполнение работ в зависимости от вида повреждения.

При такой схеме управления аварийными режимами задействуется большое число техники и персонала. Учитывая протяженность и различные условия прохождения линии, время, затрачиваемое на переезды оперативных бригад, может достигать до нескольких часов, иногда суток. Очевидно, уровень надежности в этом случае будет достаточно низким.

Таким образом, существующие подходы к управлению аварийными режимами работы сети не обеспечивают требуемые уровни надежности электроснабжения потребителей, соответственно необходимо внедрять более совершенные автоматические методы поиска и локализации повреждения. Для сокращения числа отказов оборудования и повышения надежности системы электроснабжения в целом наиболее целесообразным является переход от восстановительной к инновационной модели модернизации электрических сетей. Инновационная модель обеспечит экономически рациональное и опережающее развитие энергетических инфраструктур.

#### Использование разъединителей РМНСА с автоматизированным приводом

Наиболее эффективным способом повышения надежности электроснабжения в воздушных распределительных сетях является реализация автоматического секционирования воздушных линий электропередачи. В последнее время в связи с популярностью и широким внедрением в России технологии Smart Grid особое внимание уделяется вопросам АСУ.

Для реализации секционирования и отключения поврежденного участка сети на магистрали возможно использование дистанционно-управляемых разъединителей РМНСА (разъединитель модульный наружного исполнения с автоматизированным приводом). Предлагается замена старых или устаревших разъединителей с ручным приводом на разъединители РМНСА с дистанционно управляемым (автоматизированным) приводом.

За рубежом такие компании, как АВВ, ZWAE, НАРАМ, S&C Electric Company уже давно используют автоматизированные приводы для дистанционного управления разъединителями и разъединителями с дугогасительными камерами. В России разработаны аналогичные модели, но используются они только в ограниченной области, на территории подстанции. Комплект автоматизированного привода и дистанционно-управляемого разъединителя РМНСА возможно устанавливать на любое расстояние от подстанции. Первоначально предполагаемые места установки — труднодоступные места, где для отключения разъединителей необходимо задействовать технику и потратить много времени на переезды оперативной бригады.

Использование разъединителей РМНСА позволит в течение нескольких минут провести секционирование участка сети и возобновить электроснабжение потребителей неповрежденных участков, снизив тем самым риск возникновения ущерба.

Преимуществами данного подхода являются сокращение затрат на многочисленные переезды и содержание большого штата оперативного персонала, уменьшение объема аварийных отключений потребителей при повреждениях, сокращение времени локализации повреждения, повышение культуры эксплуатации воздушных линий.

Преимуществами данного подхода являются сокращение затрат на многочисленные переезды и содержание большого штата оперативного персонала, уменьшение объема аварийных отключений потребителей при повреждениях, сокращение времени локализации повреждения, повышение культуры эксплуатации воздушных линий.

#### Описание и принцип работы привода

Привод предназначен для автоматизации управления механизмом разъединителей серии РМ на напряжение 10 кВ (рис. 1), обеспечивающих включение/отключение участков электрической цепи.

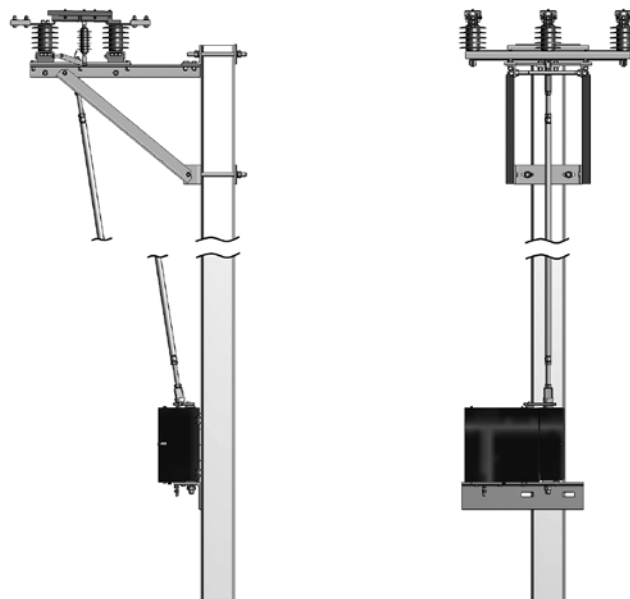


Рис. 1. Разъединитель РМНСА с автоматизированным приводом

Привод изготавливается в климатическом исполнении УХЛ, категория размещения 1.

Беспроводное интеллектуальное коммутационное устройство позволяет организовать два режима управления — дистанционное и ручное. При дистанционном управлении связь оператора с диспетчером осуществляется путем передачи/приема SMS сообщений по каналу сотовой связи GSM стандарта. Все режимы работы, информация об авариях и несанкционированных проникновениях выводятся на ПК оператора с блока дистанционного контроля и управления (БДКУ) автоматизированного привода и позволяют в легкодоступной форме в диалоговом режиме управлять работой разъединителя (рис. 2).

Команды управления приводом вводятся в ПК оператором при помощи интерфейса управляющей программы и через порт последовательной передачи данных поступают на GSM модем, который после подачи на него питающего напряжения от адаптера AC/DC и завершения процедуры регистрации в сети сотовой связи, передает их в эфир. После приема SMS сообщения подается питание на линейный привод и происходит включение/отключение разъединителя. Главным условием нормального функционирования канала связи между рабочим местом оператора и приводом разъединителя является расположение привода в зоне уверенного приема сигнала сотовой сети.

Сообщения, принятые модемом от БДКУ, передаются на ПК, обрабатываются и отображаются в диалоговом окне управляющей программы.

Ответные сообщения от БДКУ можно подразделить на четыре категории: режим управления; положение силовых контактов разъединителя; состояние двери корпуса привода; аварии.

Разъединитель РМНСА с автоматизированным приводом имеет следующие преимущества перед аналогами с ручным управлением:

- отсутствие необходимости в обслуживании;
- простая конструкция с использованием проверенных механизмов (2000 коммутационных циклов);
- местное либо дистанционное (посредством GSM связи) управление разъединителем;
- работа в автономном режиме от аккумуляторной батареи обеспечивает  $\geq 50$  циклов включения/отключения.
- автоматический контроль и индикация состояния, наличия неисправностей и нестандартных ситуаций привода;
- интеграция в АСОДУ, SCADA-системы;
- удобство и простота монтажа на опоры линий;
- вандалозащищенность.

Отличие разъединителей РМНСА с автоматизированным приводом от разъединителей, применяемых в автоматизированных системах оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ), заключается в кон-

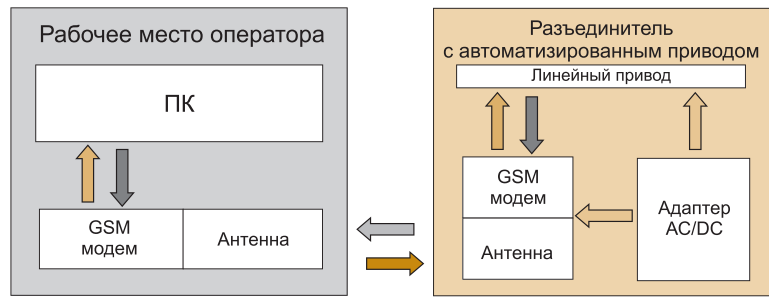


Рис. 2. Принципиальная схема управления приводом

струкции привода. С помощью автоматизированного привода возможен не только сбор информации о состоянии разъединителя, но и управление им, ведение журнала переключений, контроль и индикация состояния разъединителя.

В связи с вышесказанным одним из главных преимуществ является возможность использования разъединителя для объединения коммутационных аппаратов (разъединителей, реклоузеров, выключателей) под управлением АСУ с целью создания «умных» сетей. Связка дистанционно управляемых аппаратов позволит оптимизировать работу оперативного и диспетчерского персонала, повысить надежность потребителей и автоматизировать процесс поиска и локализации повреждений на линии.

#### Оценка экономической эффективности от внедрения разъединителя РМНСА

Экономический эффект от внедрения разъединителей РМНСА можно подразделить на две составляющие:

- снижение ущерба от недоотпуска электроэнергии потребителям;
- снижение эксплуатационных расходов на обслуживание, переключение и контроль.

В свою очередь ущерб от перерыва электроснабжения складывается из двух составляющих:

- ущерба, связанного с длительностью перерыва электроснабжения (ущерб от невыработки продукции, порчи сырья и т. п.);
- ущерба, связанного с самим фактом перерыва электроснабжения (ущерб от выхода из строя оборудования и инструмента, брака продукции и т. п.).

По предварительным подсчетам срок окупаемости инвестиций с учетом затрат на недоотпуск электроэнергии, затрат на обслуживание, эксплуатацию и переключения составит 3 года. Отметим, что в России протяженность электрических сетей 10 (6) кВ превышает 1,1 млн. км, в связи с этим экономический эффект может быть повышен за счет широкомасштабного внедрения дистанционно-управляемых разъединителей по всей территории РФ.

#### Заключение

В связи с развитием инновационных технологий системы с автоматизированным управлением получают все большее распространение. В ходе заседания научно-технического совета ОАО «Ленэнерго»

по вопросу эффективности работы разъединителей РМНСА совместно с реклоузерами принято решение о проведении опытной эксплуатации разъединителя в филиале ОАО «Ленэнерго» «Лодейнопольские электрические сети».

В настоящее время разъединитель РМНСА установлен и проходит опытную эксплуатацию в Лодейнопольских электрических сетях.

Использование разъединителей с автоматизированным приводом позволяет добиться существенных преимуществ, в том числе повышения надежности системы, развития интеллектуальных электрических сетей, снижения потерь электроэнергии в электрических сетях.

Необходимо отметить, что установка разъединителей с автоматизированным приводом будут соответствовать современному уровню развития коммутационных аппаратов, а также иметь положительный экономический эффект и небольшой срок окупаемости. Из этого следует, что по сравнению с используемыми разъединителями с ручным местным секционированием внедрение разъединителей РМНСА повысит надежность электроснабжения потребителей и снизит расходы на переключения и эксплуатацию, а главное позволит создать управляемые и автоматизированные сети нового поколения.

*Виноградов Дмитрий Алексеевич – инженер,  
Курочкин Владимир Борисович – начальник сектора;  
Петрухин Павел Евгеньевич – инженер-конструктор.  
Контактный телефон (812) 326-09-50*

*E-mail: d.vinogradov\_npo-pribor@mail.ru; info@npo-pribor.ru: Http://www.npo-pribor.ru*

## СИНХРОННО-ВРЕМЕННОЙ ПРОТОКОЛ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

**Н.А. Захаров, В.И. Клепиков, Д.С. Подхватилин (НПП «Дозор» ОАО «Концерн КЭМЗ»)**

*Рассмотрен синхронно-временной протокол обмена информацией, предназначенный для построения распределенных систем управления. Особенностью данного протокола является организация обмена данными в соответствии с общим расписанием, хранящимся в каждом узле сети. Описан механизм синхронизации времени в узлах, обеспечивающий точность синхронизации до 1 мкс.*

*Ключевые слова: распределенные системы управления, синхронизация времени, синхронно-временной протокол, обмен данными, расписание.*

Переход от централизованных систем управления к распределенным требует разработки соответствующих электронных компонентов, для которых существенное внимание уделяется таким требованиям, как наличие эффективных каналов связи, работающих в жестком реальном времени; пониженное энергопотребление; расширенный диапазон рабочей температуры; способность работать при некачественном электропитании. Современная тенденция построения распределенных систем управления состоит в интеграции блоков управления в управляемые ими агрегаты, датчики и исполнительные механизмы.

В связи с этим необходимо создание коммуникационных шин и сетевых протоколов, обеспечивающих взаимодействие компонентов распределенной системы управления друг с другом. В настоящее время широкое распространение получила комму-

никационная шина CAN, работающая под управлением одноименного протокола. Первоначально она была разработана для автомобилестроения. CAN — это событийный протокол с присвоением приоритета каждому сообщению индивидуально.

Протокол с использованием приоритетов для сообщений и узлов выгодно отличается тем, что критически важные сообщения будут доставлены в первую очередь. При этом время доставки сообщений с меньшим приоритетом оказывается нестабильным, оно зависит от загруженности шины сообщениями с большим приоритетом. Для задач регулирования, решаемых несколькими узлами распределенной системы управления совместно, требуется фиксированное время доставки сообщения, в этом случае транспортное запаздывание можно корректно учесть в алгоритме регулирования и настройках регулятора. Во многих случаях требуется доставка в заданное время всех сформированных узлом сообщений. Поэтому в дальнейшем перспективно использовать протоколы с передачей данных по расписанию.

НПП «Дозор» предлагается собственный синхронно-временной протокол (СВП), отличающийся тем, что передача сообщений каждым узлом распределенной системы осуществляется строго в определенный для него момент времени. Английское название данного протокола time-triggered

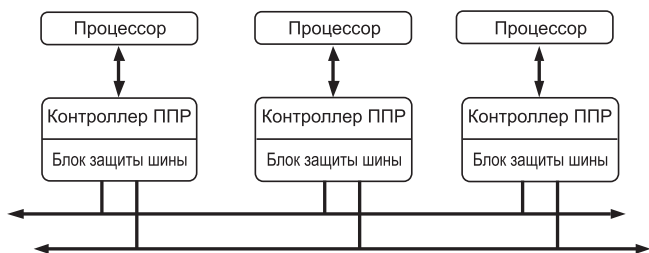


Рис. 1. Топология сети СВП