**Цифровые терминалы РЗА. Опыт адаптации к российским условиям**

Анатолий Беляев, к.т.н., начальник отдела РЗА и АСУЭ, Владимир Широков, главный специалист, Алексей Емельянцев, главный специалист, Специализированное управление «Леноргэнергогаз», г. СанктПетербург

Специалисты в области релейной защиты неоднократно отмечали, что терминалы цифровой релейной защиты и автоматики, разработанные в зарубежных странах, требуют адаптации к российским условиям.

Насколько велик объем работ по адаптации, какие сложности при этом возникают, готовы ли сами производители к конструктивному сотрудничеству – об этом в материале специалистов специализированного управления «Леноргэнергогаз», являющегося проводником технической политики ОАО «Газпром» в области релейной защиты и автоматики.

В следующем номере журнала, где будет опубликовано окончание этой статьи, мы планируем предоставить слово как специалистам компанийизготовителей упомянутых терминалов, так и представителям проектных организаций, также занимающихся адаптацией цифровых устройств РЗА.

Необходимость адаптации зарубежных терминалов цифровой релейной защиты и автоматики (ЦРЗА) вызвана, с нашей точки зрения, тем, что производители терминалов – это специалисты узкого профиля. Они отлично знают свой аппарат, но не всегда достаточно хорошо представляют себе условия его эксплуатации, режимы работы и принципы автоматизации электрических сетей, в которых он будет установлен. При применении импортных терминалов это особенно актуально, поскольку зарубежная техническая идеология ЦРЗА отличается от российской, что требует внесения изменений в их конфигурацию [1, 2].

Специализированное управление «Леноргэнергогаз» по заказу управления энергетики ОАО «Газпром» активно занимается адаптацией терминалов РЗА, в частности, совместно с компаниями «АББ Автоматизация» (устройства SPAC800, SPAC810) и Schneider Electric (терминалы серии SEPAM). Упомянутые фирмы охотно идут на сотрудничество, понимая, что в выигрыше окажутся все – и потребители, и производители. В настоящее время специалисты «Леноргэнергогаза» работают над адаптацией терминалов семейства SIPROTEC фирмы SIEMENS.

Особый интерес представляет опыт адаптации к российским условиям эксплуатации терминалов SEPAM и SIPROTEC.

**Терминалы SEPAM**

Адаптировались терминалы серий SEPAM 2000 и SEPAM 80 компании Schneider Electric . Входы, выходы, функции защит, логика выполнения автоматики, управления и сигнализации, способы ввода, вывода, хранения информации, поддержания единого времени и другие характеристики терминалов были подвергнуты тщательному анализу на соответствие российским нормам и правилам выполнения устройств защиты и автоматики.

По результатам адаптации были приняты следующие меры:

изменены напряжения срабатывания дискретных входов до уровня 154 В для исключения ложных срабатываний при замыканиях на землю в цепях оперативного тока;

увеличено количество входов и выходов для построения необходимой общесекционной автоматики и удобных для обслуживания схем сигнализации подстанции;

разработаны схемы дифференциальной защиты шин вместо логической на подстанциях с синхронными двигателями и генераторами, модификации ДЗШ для разных объектов, дуговая защита КРУ, МТЗ с пуском по напряжению (у терминалов компании такая защита отсутствовала), защита от потери питания и специальные АВР для подстанций с синхронными двигателями, делительные защиты для электростанций и др.

Разработка логики отдельных терминалов начиналась с разработки общей концепции РЗА, сигнализации и управления подстанции, размещения и определения функций цифровых терминалов присоединений и общесекционных устройства РЗА. Логические схемы терминалов являются алгоритмами работы защит, автоматики, управления и сигнализации каждого отдельного терминала и всей подстанции в целом, определяют количество входов и выходов, их назначение, устанавливают связь между входами и выходами терминала. Пример одной из таких типовых схем рассмотрен в работе [2].

Важнейшим результатом адаптации явилось создание банка основных типовых логических схем терминалов для всех видов присоединений и подстанций, применяемых в электроустановках Газпрома. Эти схемы являются заданием на программирование терминалов на заводеизготовителе. Такая работа продолжается и в настоящее время в связи с большим разнообразием объектов применения.

Каждой типовой логической схеме присвоен свой заводской номер, по которому потребитель может заказать терминал в соответствии с его назначением, например, для кабельной или воздушной линии, для вводного выключателя, генератора и т.д. Логика в терминал закачивается на заводеизготовителе или в специализированном центре в соответствии с типовой логической схемой. Заказав терминал, потребитель получает изделие с заранее заданной логикой. Это оказалось весьма удобным для проектировщиков и потребителей, поскольку не нужно думать о логике терминала.

Ниже приведены некоторые недостатки терминалов SEPAM 80, которые пока еще не удалось устранить:

несовершенная система допуска к работе с терминалом, которая рассматривается далее;

в терминале выполнены два варианта пуска МТЗ по напряжению.

Первый вариант. Трехрелейный пуск МТЗ (подтверждение функции защиты 50/51 функцией 27) выполнен правильно. Функция защиты 50/51 срабатывает, когда любой из фазных токов превышает уставку, а функция 27 – когда любое из трех линейных напряжений снижается ниже уставки. Поэтому МТЗ 50/51 и 27 срабатывает как при трехфазных, так и при двухфазных КЗ (обозначения 50/51, 27 и приводимое далее 47 – это обозначения функций защит по международному коду ANSI).

Второй вариант. Комбинированный пуск МТЗ выполнен неверно, поскольку функция защиты 50/51 подтверждается только функцией 47, которая срабатывает, когда напряжение обратной последовательности превышает уставку. Поэтому МТЗ 50/51 и 47 срабатывает только при двухфазных КЗ и отказывает при трехфазных КЗ. Такой вариант МТЗ применять нельзя. Разработчикам терминала необходимо заменить вариант МТЗ 50/51 и 47 на 50/51 и (47 или 27).

Практически приходится применять или первый вариант, или комбинацию двух функций 50/51, в которых первая имеет пуск 27, а вторая – пуск 47.

К недостаткам можно отнести и отсутствие в серии SEPAM 80 функций дифференциальной защиты трехобмоточных трансформаторов и шин.

**Терминал SIPROTEC**

Адаптировался один из самых продвинутых и широко распространенных терминалов типа 7SJ642 компании Siemens. Ниже приведен неполный перечень недочетов, обнаруженных в процессе адаптации терминала.

Запрограммированные с помощью свободно программируемой логики таймеры перестают запускаться после снятия и подачи оперативного тока (после перезагрузки устройства) при условии существования условий пуска от внешних входов до момента подачи оперативного тока. Это может привести к отказу или ложной работе защит и автоматики.

В случае использования стандартных функций с блокирующими сигналами возможна ложная работа терминала на отключение при потере оперативного тока. Это объясняется тем, что при потере оперативного тока внутренняя логика терминала остается работоспособной в течение около 0,5 с, однако она уже не воспринимает блокирующий дискретный вход.

Цепь отключения может разрываться выходным реле устройства вне зависимости от положения вспомогательных контактов выключателя, что может приводить к повреждению выходного реле терминала.

В рассматриваемом терминале только часть входов имеет напряжение срабатывания 176 В (при напряжении оперативного тока 220 В). Оно выставляется с помощью соответствующих перемычек внутри блока. Остальные входы имеют напряжение срабатывания не более 88 В.

В укрупненном блоке логики АПВ не предусмотрено ускорение защит после АПВ. Вместо этого выполнено ускорение защит до АПВ, что практически в России не применяется.

Схема подключения, приведенная в описании терминала, не соответствует действительности в части выходных реле ВО6, ВО7, ВО8, ВО9. В описании не сказано, что в случае срабатывания реле ВО6 (ВО8) блокируется срабатывание ВО7 (ВО9), и наоборот,в случае срабатывания ВО7 (ВО9) блокируется срабатывание ВО6 (ВО8). Кроме того, одновременное срабатывание реле ВО6 и ВО9 вызывает срабатывание ВО7, даже если реле не участвует в логике.

Выходные цепи терминала выполнены неудачно, поскольку группы контактов выходных реле связаны общей точкой. Указанное приводит к усложнению схем вторичной коммутации, необходимости устанавливать дополнительные внешние реле.

В терминале заложена неоправданная техническая и информационная избыточность. В руководстве по эксплуатации (C53000G1140C1476, 2005 г.) отмечается «простота работы с устройством с помощью интегрированной панели управления или посредством подключения ПК с системной программой DIGSI», что не соответствует действительности. Например, требуется вводить около 500 параметров (уставок), не считая внесения неизбежных изменений в матрицу сигналов, а у каждого из сигналов есть «свойства», влияющие на работу устройства (распечатанная из DIGSI матрица сигналов занимает около 100 страниц англоязычного текста).

Учитывая необходимость составления заданий на наладку и протоколов проверки терминалов, где должны указываться все параметры настройки, объем документации становится неподъемным. Большой объем вводимой информации усложняет настройку. Информационная избыточность повышает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором. Техническая избыточность требует для работы с терминалом специалистов высокой квалификации.

Документация фирмы по рассматриваемым терминалам – это тысячи страниц, но при этом зачастую нет нужной информации, встречаются ошибки. Например, не приведена логическая схема работы АПВ (предусмотрено 9 циклов!), описание алгоритма АПВ содержит противоречия.

Эксплуатировать терминал достаточно трудно, поскольку он не русифицирован (дисплей, программа ввода уставок, АСУ и т.д.), хотя фирма заявляет о его полной русификации. Предложенная компанией русификация (инструкция на английском языке) порождает проблемы, препятствующие нормальной эксплуатации (потери русских букв в названиях сигналов при перезагрузке и, как следствие, нарушение работы запрограммированной логики; невозможность изменения логики изза сбоев русифицированного программного обеспечения и др.).

Приведенный перечень наглядно показывает необходимость адаптации, которая должна проводиться совместно с разработчиками конкретного типа терминала.

**О системе допуска к работе с терминалами**

Терминалы ЦРЗА делятся на два класса: с жесткой логикой и свободно программируемые.

К терминалам с жесткой логикой можно отнести устройства ЦРЗА серии SPAC800 производства фирмы «АББ Автоматизация». Логика этих терминалов согласована со всеми ведущими проектными институтами России, поэтому терминал полностью адаптирован к российским условиям применения. Набор входов и выходов позволяет применять их в любых схемах вторичной коммутации. Выбор типа терминала выполняется по его назначению, например, SPAC80101 – терминал защиты кабельной или воздушной линии, SPAC80102 – секционного выключателя и т.д. Заказав терминал, потребитель получает изделие с заранее заданной логикой, которая не подлежит никакому изменению, возможен лишь вводвывод отдельных функций и уставок защит. Это оказалось весьма удобным для потребителя, поскольку не нужно думать о разработке логики терминала. Для настройки терминала на месте эксплуатации предусмотрена возможность ввода уставок защит, таймеров логики, вводавывода отдельных функций и др., но доступа к изменению логики нет. Такое решение полностью оправдало себя, поскольку позволило предотвратить возможность неквалифицированных изменений базовой логической схемы, которые могут привести к отказам или неправильной работе защиты и автоматики. Терминалы SEPAM2000, БМРЗ фирмы «Механотроника» и некоторые другие относятся к классу свободно программируемых, однако при этом программирование логики ведется на заводеизготовителе. Заданием на программирование логики терминалов являются логические схемы терминалов, которые разрабатывает потребитель (или по его заданию специализированная организация) или применяет типовые, если таковые имеются.

В свободно программируемых терминалах новейших серий (SEPAM80, SIPROTEC и др.) предусмотрена возможность программирования логики терминала самим потребителем с помощью компьютера и специального программного обеспечения. Программирование формализовано и заключается в работе с таблицами, матрицами, обычными логическими элементами, уравнениями и укрупненными блоками логики. После набора нужной логики компьютер соединяется с терминалом и эта логика закачивается в терминал специальной командой. После такого программирования обязательно нужно нарисовать итоговую логическую схему на бумаге, чтобы иметь полную картину работы терминала.

К сожалению, в терминалах SIPROTEC и SEPAM80 программа ввода логики совмещена с программой ввода параметров настройки терминала. Ограничить доступ к логике терминала даже с помощью системы паролей не удается, поскольку таймеры логики также требуют настройки, а часть из них приходится использовать в цепях защиты и автоматики. Такое совмещение совершенно недопустимо, поскольку может привести к снижению надежности электроснабжения потребителей.

Например, в терминалах SEPAM 80 ввод логики управления, автоматики, параметров таймеров логики, программных ключей вводавывода автоматики и основных характеристик присоединения защищен паролем «Параметрирование». Ввод функций и уставок защищен паролем «Настройка».

При наладке терминала на месте эксплуатации оказывается, что наладочному персоналу нужно иметь допуск не только к вводу функций и уставок защит, но и к разделу программы, защищенному паролем «Параметрирование». Это требуется для ввода основных характеристик защищаемого присоединения, данных по ТТ и ТН, уставок таймеров логики, вводавывода логической защиты и других параметров. Например, для ввода уставок таймеров логики и переменных К\_1 и К\_0, используемых в качестве программных ключей вводавывода отдельных функций, требуется обеспечить допуск наладочного и эксплуатационного персонала к редактору уравнений. При этом открывается доступ и к изменению логики. Поэтому для наладки SEPAM 80 на месте эксплуатации приходится открыть полный доступ к программированию терминала, что недопустимо. Изза этого вообще теряет всякий смысл деление допуска с паролями. Этот недостаток не снимается и в случае использования более удобной по сравнению с логическими уравнениями программы Logipam, разработанной фирмой дополнительно к базовой.

В следующем номере журнала авторы продолжат рассказ о проблемах, связанных с системой допуска к работе с терминалами, а также об адаптации вторичных схем комплектных распределительных устройств и сети постоянного оперативного тока к цифровым терминалам.

**Список литературы**

1. Рожкова А.В., Петров С.Я., Рудман А.А., Новикова О.Н., Юркова О.П. Опыт проектирования и перспективы использования микропроцессорных защит // Энергетик. – 2003. – № 4.

2. Беляев А.В. Вторичная коммутация в распределительных устройствах, оснащенных цифровыми РЗА. «Библиотечка электроэнергетика». Приложение к журналу «Энергетик». Части 1 и 2. Выпуск2(86) и 3(87) – М.: НТФ «Энергопрогресс», «Энергетик», 2006.