

## **Релейная защита и противоаварийная автоматика**

Насущная задача – сделать аппаратуру РЗА пригодной для использования в той или иной отрасли, так как производители этих устройств релейной защиты не всегда досконально знают особенности сетей, условия и режимы эксплуатации, в которых придется работать их продукции.

Сотрудники Инженерно-технического управления (ИТУ) РЗА и АСУЭ компании «Оргэнергогаз» обосновывают необходимость адаптации логики отечественных терминалов РЗА к специфике отраслевых объектов и рассказывают об опыте такой работы.

### **ЦИФРОВЫЕ ТЕРМИНАЛЫ РЗА**

#### **Практика адаптации к отраслевым условиям**

**Анатолий Беляев**, к.т.н., зам. начальника ИТУ РЗА и АСУЭ

**Леонид Филин**, к.т.н., начальник ИТУ РЗА и АСУЭ

**Валерий Широков**, зам. начальника отдела РЗА

Специализированное управление «Леноргэнергогаз» – филиал ОАО «Оргэнергогаз», Санкт-Петербург

Необходимость адаптации терминалов РЗА, особенно зарубежного производства, к российским и отраслевым условиям обсуждалась неоднократно, например в [1–6]. Указание на необходимость адаптации содержится и в СТО Газпром 2-1.11-661-2012 «Цифровые устройства релейной защиты и автоматики для систем электроснабжения. Технические требования».

В «Газпроме» адаптация была проведена силами Инженерно-технического управления РЗА и АСУЭ ОАО «Оргэнергогаз». В частности, такая работа была выполнена для терминалов SEPAM 2000 и SEPAM 80, что обеспечило их массовое применение в электроустановках. В процессе адаптации были разработаны: алгоритмическое обеспечение и файлы конфигурации терминалов для всех видов присоединений, схемы вторичной коммутации ячеек для различных заводов-изготовителей распределительных устройств. Все технические решения были проверены и отработаны на специальном испытательном стенде РЗА и АСУЭ. Типизация технических решений существенно облегчила проектирование, ввод в работу и последующую эксплуатацию этой сложной цифровой техники.

Казалось бы, такая адаптация необходима только для терминалов зарубежного производства, поскольку их идеология технической политики отличается от российской. Однако практика показывает, что это далеко не так.

### **СПЕЦИФИКУ НЕОБХОДИМО УЧЕСТЬ**

В настоящее время в связи с политикой импортозамещения российские производители цифровой релейной защиты (НТЦ «Механотроника», НПП «Экра», «НПП Бреслер», ИЦ «Бреслер», «Радиус Автоматика» и др.) предлагают свою продукцию для применения в различных отраслях промышленности. В связи с этим чрезвычайно важным становится вопрос адаптации алгоритмического обеспечения этих устройств (логики терминалов) к отраслевым условиям, а также вопрос унификации применяемых технических решений.

Устройства цифровой релейной защиты (ЦРЗА) разных производителей, предназначенные для сетей передачи и распределения электроэнергии напряжением 110 кВ и выше,

максимально унифицированы и мало отличаются. Первичные схемы этих сетей, наборы защит и логика управления присоединениями стандартизованы на базе многолетней практики, трудов специализированных научно-исследовательских и проектных организаций и практически одинаковы. Технические параметры терминалов также почти идентичны. Поэтому выбор устройств ЦРЗА для этих сетей сводится в основном к вопросам цены, транспортной доступности и сервиса.

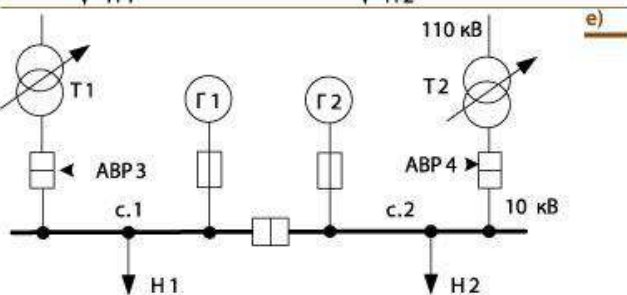
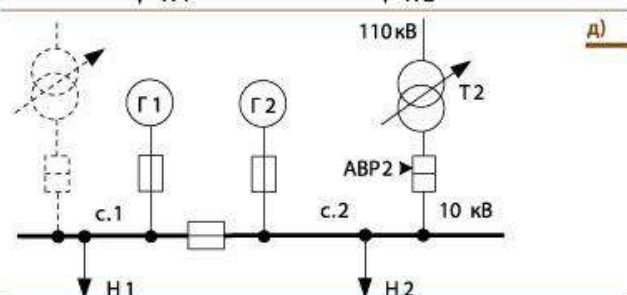
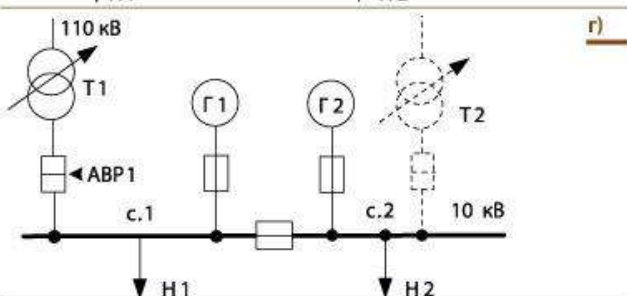
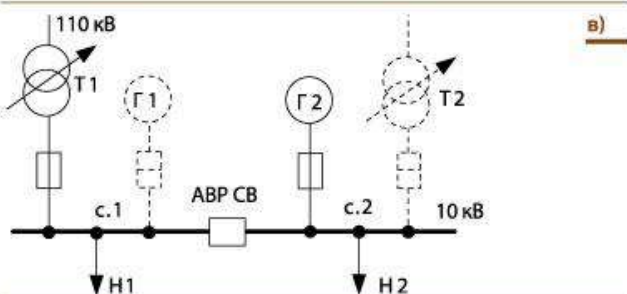
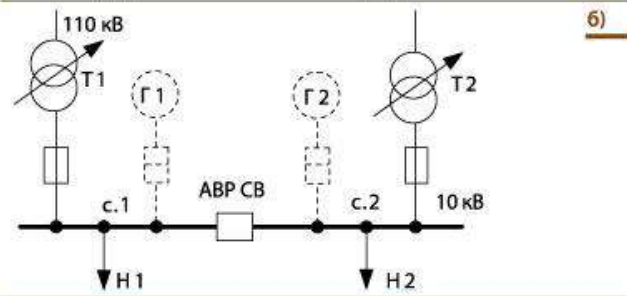
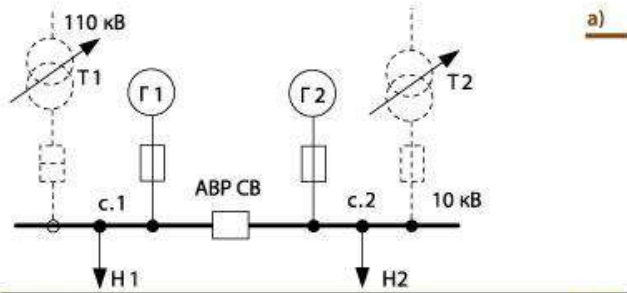
Иная ситуация складывается в сетях напряжением 6(10) кВ. Здесь однотипные решения характерны только для простых распределительных подстанций. На подстанциях технологических объектов требуется адаптация терминалов к особенностям этих объектов. Рассмотрим несколько примеров.

ПС 6(10) кВ технологических объектов. На таких ПС устройство автоматического включения резерва (АВР) может быть выполнено как на секционном выключателе, так и на одном из вводов от энергосистемы. Решение о том, в каких режимах работать, принимает оперативный персонал в соответствии с местными условиями, которые могут существенно изменяться в зависимости от состояния и надежности оборудования, погодных условий, времени года, при выводе в ремонт оборудования и т. д.

При этом необходимо учесть, что к секции могут быть подключены генераторы собственной электростанции, что требует контроля отсутствия встречного напряжения перед срабатыванием АВР, специального органа однократности действия, а пуск АВР по напряжению должен быть дополнен пусковым органом, реагирующим на обрыв фаз питающей линии и снижение частоты. Автоматический возврат схемы в исходное состояние должен выполняться по выбору: либо без перерыва в питании секции, включенной устройством АВР, либо с перерывом в питании, если есть возможность несинхронного включения.

В результате получается, что устройство АВР должно позволить реализовать любой из режимов работы главной схемы, представленных на рис. 1. Поэтому логические схемы терминалов РЗА должны дать возможность выбрать путем простого изменения положения переключателя АВР тот вариант работы, который предпочтителен в данный период времени. Это означает, что к таким режимам должна быть приспособлена логика терминалов секционного выключателя, трансформаторов напряжения, вводов от энергосистемы, генераторов.

**Рис. 1. Возможные варианты работы главной схемы с выбором действия устройства АВР на секционный выключатель (а, б, в), на один из вводных выключателей (г, д) или на оба вводных выключателя (е)**



Кроме того, в логике должны быть предусмотрены устройства и функции, специфичные для малых электростанций, такие как автоматика быстрой разгрузки; неполная дифференциальная защита шин с блокировкой от пусковых органов защит отходящих линий, не охваченных трансформаторами тока; АЛАР; делительная автоматика и др. [7,8].

ПС 6(10) кВ с мощными синхронными электродвигателями. Такие подстанции широко используются в газовой и нефтяной промышленности. Они оснащаются сложным комплексом взаимосвязанных устройств РЗА, учитывающих поведение синхронных электродвигателей при потере питания [9]. Здесь предусмотрены: АВР с частотным пуском и контролем отсутствия встречного напряжения, блокировка АЧР при потере питания, защита от потери питания, возможность группового или поочередного самозапуска электродвигателей, дифзащита шин; обеспечено быстрое отключение КЗ в критических зонах и др.

Простые распределительные подстанции. Даже на таких ПС приходится адаптировать логику терминалов к особенностям объектов применения. Например, учитывать такие условия, как блокировка включения выключателя при наличии встречного напряжения на отходящей линии, необходимость делительной защиты для обеспечения действия сетевых АВР или возможность осуществления быстродействующей логической защиты питающих линий, если такие ПС питаются от узлов нагрузки с синхронными генераторами или синхронными электродвигателями.

Адаптация терминалов к особенностям этих объектов состоит не только в разработке алгоритмического обеспечения отдельных терминалов, файлов конфигурации, в определении необходимого количества аналоговых и дискретных входов и выходов, но и, главным образом, в проверке и отработке функционирования всего комплекса защит и автоматики подстанции. Только после этого можно разрабатывать схемы вторичной коммутации присоединений и применять эти решения в рабочих проектах.

## **ПРИМЕР АДАПТАЦИИ**

Примером выполнения такой работы служит проведенная совместно с НТЦ «Механотроника» адаптация терминалов серии БМРЗ.

В ИТУ РЗА и АСУЭ были разработаны и опробованы на физических моделях типоразмера терминалов БМРЗ для всех видов присоединений электроустановок различных объектов отрасли (рис. 2). Общее количество типоразмеров терминалов с разной логикой составило 26 штук.

**Рис. 2. Фрагменты испытательного стенда РЗА и АСУЭ с терминалами БМРЗ (а, б) и SEPAM 80 (в)**



Были проведены следующие работы:

1. Разработка алгоритмического обеспечения для всех присоединений – заданий на программирование терминалов.
2. Программирование терминалов в соответствии с заданием на программирование.
3. Сборка моделей РЗА подстанций разных типов (электростанций, подстанций с мощными синхронными электродвигателями, распределительных подстанций без синхронных электродвигателей) на испытательном стенде РЗА и АСУЭ.

4. Индивидуальные испытания терминалов, устранение обнаруженных недостатков в программном или алгоритмическом обеспечении.
5. Проверка взаимодействия между терминалами и работоспособности комплекса РЗА объектов.
6. Проверка связи с АСУЭ.
7. Заключительные стендовые испытания.

Данные терминалы полностью адаптированы к отраслевым условиям и готовы к применению. В результате создан банк типовых логических схем и файлов конфигурации для всех видов присоединений, прошедших опробование на физических моделях РЗА подстанций и электростанций.

В настоящее время совместно с рядом заводов-производителей КРУ идет работа по созданию типовых схем вторичной коммутации на базе этих терминалов, что обеспечит их широкое применение не только в газовой, но и в других отраслях промышленности, импортозамещение, сокращение сроков проектирования и ввода электроустановок в работу.

Такие же работы намечено выполнить и с другими производителями ЦРЗА: «НПП Бреслер», «Радиус Автоматика».

Заметим, что испытательный стенд в ИТУ РЗА и АСУЭ используется не только для указанных выше целей, но и для отработки и тестирования принимаемых проектных решений по релейной защите и АСУЭ, для моделирования нештатных ситуаций, возникающих при эксплуатации объектов электроснабжения, для выработки мер по их предотвращению и по совершенствованию устройств РЗА и АСУЭ, а также для испытания новых устройств РЗА и систем АСУЭ разных производителей.

**Об актуальности проблемы адаптации свидетельствует опыт внедрения цифровых защит в различных отраслях промышленности. Помимо «Газпрома», по пути адаптации логики терминалов ЦРЗА к отраслевым условиям и унификации применяемых технических решений пошли такие крупные российские компании, как АК «Транснефть», Госкорпорация «Росатом», ГМК «Норильский никель».**

## **ЛИТЕРАТУРА**

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. Устройства цифровой релейной защиты требуют адаптации к российским условиям // **Новости ЭлектроТехники. 2001. № 4(10).**
3. Антоненко А.А., Богданов Е.Г., Беляев А.В. и др. Цифровые терминалы РЗА: вопросы переходного периода. Рекомендации по итогам семинара «Актуальные проблемы РЗА и АСУ Э» // **Новости ЭлектроТехники. 2007. №3(45).**
4. Беляев А.В., Широков В.В., Емельянцеv А.Ю. Цифровые терминалы РЗА. Опыт адаптации к российским условиям // **Новости ЭлектроТехники. 2007. №1(43), 2(44).**
5. Белоусенко И.В., Беляев А.В., Емельянцеv А.Ю., Широков В.В. Цифровые устройства РЗА. Ограничение доступа к логике // **Новости ЭлектроТехники. 2008. № 1(49).**
6. Александров А.М., Беляев А.В., Соловьев А.Л., Шмурьев В.Я. Цифровые терминалы РЗА // Энергетик. 2009. №12.

7. Бе­ляев А.В., Юрганов А.А. Защита, автоматика и управление на элект­ростанциях малой энергетики. Ч. 1, 2, 3. М.: НТФ «Энергопрогресс», 2010. (Библиотечка электроэнергетика. Приложение к журналу «Энергетик». Вып. 6(138), 7(139), 8(140)).
8. Бе­ляев А.В., Жданов Д.В., Филин Л.Л., Эдлин М.А. Некоторые особенности релейной защиты и автоматики на элект­ростанциях малой энергетики // Релейщик. 2014. № 4(20). С. 40–47.
9. Бе­ляев А.В. Автоматика и защита на подстанциях с синхронными и частотно регулируемы­ми электродвигателями большой мощности. М.: НТФ «Энергопрогресс», 2014. (Библиотечка электроэнергетика. Приложение к журналу «Энергетик». Вып. 1 (181), 2 (182)).