

ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ

№12
2019

digitalsubstation.com

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ 20

Альтер эго новой энергетики

НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 6

Кто и как будет их развивать?

ЦПС 330 кВ «МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ» 10

О тонкостях наладки

ФИЗИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 12

Мнения экспертов разделились

ОБМЕН ДАННЫМИ МЕЖДУ ЦПС 34

Новые принципы релейной защиты и автоматизации

«БЕСШОВНОЕ» РЕЗЕРВИРОВАНИЕ 42

Какой протокол лучше?

СОПТ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ 58

Необходимы дополнительные требования

Сегодня один из самых актуальных вопросов в энергетике России – внедрение и тестирование «цифровых подстанций», реализованных с применением стандарта МЭК 61850 [1]. Заказчиками рассматриваются различные варианты технических решений, которые, впрочем, сводятся к двум основным вариантам: организации релейной защиты с распределением функций по отдельным терминалам и выполнение комплекса РЗА всего объекта в одном или нескольких централизованных устройствах. В статье рассматривается опыт испытаний комплекса цифровой централизованной защиты (далее – ЦЦЗ) подстанции 110/35/6 кВ [2].

КОМПЛЕКСНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИМУЛЯТОРА RTDS

Техническое решение предусматривает интеграцию в одном устройстве функций релейной защиты и автоматики, измерения, сигнализации и управления коммутационной аппаратурой всей подстанции. Сбор информации о состоянии объекта по стандарту МЭК 61850 позволяет минимизировать количество точек подключения к первичному оборудованию и обеспечивает доступность измерений для всех функций РЗА. Применение централизованного подхода обеспечивает минимизацию горизонтальных связей между устройствами и сокращение коммуникационного оборудования на подстанции по сравнению с децентрализованными решениями. Также необходимо отметить значительный экономический эффект от реализации такого решения: уменьшение количества устройств защиты и медных кабелей, времени на монтаж и ввод в эксплуатацию.

В процессе разработки и внедрения централизованной защиты, возникает необходимость тестирования не только отдельных его компонентов, но и проведения комплексных испытаний в условиях, максимально приближенных к условиям работы защищаемого объекта. Комплексное тестирование позволяет не только проверить правильность работы отдельных функций и измерительных органов устройства, но и убедиться в корректности алгоритмов взаимо-

действия всей системы защиты и автоматики объекта с использованием GOOSE-сообщений, а также проверить корректность задания уставок и настроек защиты для различных режимов защищаемого объекта.

Основная особенность тестирования ЦЦЗ – моделирование работы большого количества аналоговых и дискретных сигналов, поступающих со всего защищаемого объекта. Применение портативного программно-аппаратного симулятора RTDS позволяет не только имитировать работу энергосистемы, но и выдавать необходимое количество SV-потоков и GOOSE-сообщений с получением полноценной обратной связи от тестируемого устройства. Удобный графический редактор RSCAD позволяет создавать и корректировать модель объекта энергосистемы, ускоряя процесс выявления наиболее сложных режимов для работы устройства.

Испытания цифровой централизованной защиты

Испытания ЦЦЗ с помощью программно-аппаратного комплекса RTDS проводятся на схеме «Цифрового двойника» – ПС 110/35/6 кВ «Пойковская» Тюменской энергосистемы, представленной на рис. 1.

Испытаниям подвергается шкаф ЦЦЗ (рис. 2) производства ООО «Релематика», включающий в себя:

- два терминала ЦЦЗ типа «TOP 300 ПС 701» (исполнение 3/4) с функциональными кнопками (36шт.) и цветным TFT экраном (800x480);
- два управляемых коммутатора третьего уровня типа MOXA PT-G7828 для приема и передачи цифровых сигналов МЭК 61850;
- сервер точного времени типа Метроном-600.

Программно-аппаратный комплекс RTDS был предоставлен фирмой ЗАО «ЭнЛАБ», являющейся эксклюзивным представителем в России компании RTDS Technologies, Канада. В его состав вошли:

- портативный шкаф симулятора RTDS с установленными в нем двумя процессорными модулями PB5, модулем приема-передачи интерфейса рабочей станции GTWIF, двумя модулями сетевых интерфейсов GTNET и модулем интерфейса панелей ввода-вывода GTFPI;
- модуль универсальный программируемый GTFGA с 16 медными портами Ethernet, обеспечивающий передачу девяти SV-потоков, необходимых для работы двух комплектов централизованной защиты;
- ноутбук с установленным программным обеспечением RSCAD.

Комплексные испытания централизованной защиты предусматривают проведение ряда опытов коротких замыканий (далее – КЗ) в прилегающей сети и в пределах защищаемого

объекта (на рис. 1 отмечены точки КЗ, рассматриваемые в рамках данного тестирования):

- металлические КЗ в различных точках;
- трехфазные, междуфазные, однофазные и двухфазные КЗ на землю с различными переходными сопротивлениями;
- одновременные КЗ в двух точках энергосистемы;
- КЗ, переходящие из одного вида в другой в одной точке с любыми моментами и временами перехода;
- КЗ, переходящие из одной точки в другую, в том числе с изменением вида КЗ в любой момент и с любым временем перехода;
- повреждения, моделируемые на фоне отклонений частоты сети, а также на фоне качаний.

В дополнение к различным условиям КЗ проверяются определенные рабочие команды, вызывающие различные переходные процессы, например, пусковые токи намагничивания силовых трансформаторов и т.д.

Во время испытаний учитываются угол включения на КЗ, варьируются значения параметров системы (напряжение и сопротивление) для обеспечения полноценного тестирования комплекса защит в минимальных и максимальных режимах работы сети.

В качестве нагрузки в различных режимах подключается динамическая нагрузка, эквивалентный асинхронный двигатель, синхронный компенсатор, батарея статических конденсаторов. Проводятся испытания работы защиты при различных переключениях в энергосистеме и скачкообразном изменении нагрузки.

Корректность работы отдельных функциональных блоков защиты контролируется с помощью светодиодной индикации и осциллограмм, записанных терминалом РЗА, а также дискретных сигналов, получаемых от устройства РЗА программой RSCAD по протоколу МЭК 61850.

Информация о текущем состоянии подстанции (положение КА, электри-

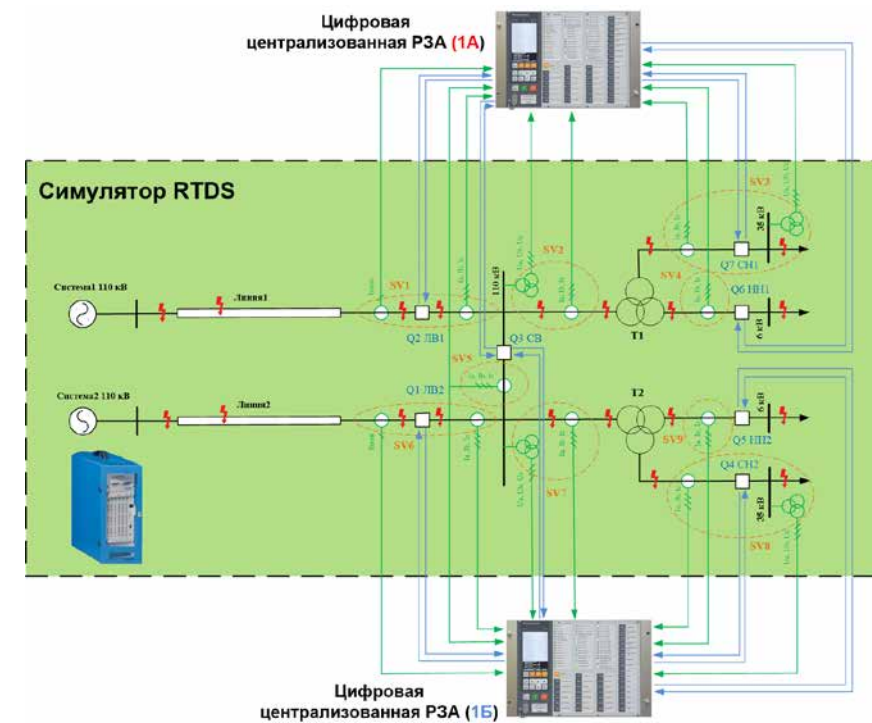


Рис. 1. Схема подключения ЦЦЗ, управление КА, разделение аналоговых сигналов на SV-потоки и основные точки моделируемых коротких замыканий (КЗ)

ческие величины) и работоспособности защит дублируется в АСУ ПТК «UniSCADA» (далее – ПТК) производства ООО «Релематика» по стандарту МЭК 61850 (MMS), выполняющая функцию АРМ оперативного персонала. ПТК на основе полученных с устройств РЗА осциллограмм, уставок и конфигурации автоматически формирует протокол анализа действия защит, что позволяет перейти с периодического технического обслуживания на обслуживание по состоянию.

Процедура испытаний выглядит следующим образом (рис. 3):

1. Создается модель сети в программе RSCAD. Данные по параметрам энергосистемы, линий, трансформаторов и прочее предоставляются заказчиком.
2. Выбирается режим работы сети, место и вид КЗ.
3. RSCAD проводит расчёт режима, в результате чего выдаются значения токов и напряжений в реальном времени.
4. Симулятор RTDS подаёт расчётные величины токов и напряжений в наблюдаемых узлах (в формате SV выборки) на терминалы ЦЦЗ.

5. RSCAD фиксирует реакцию терминалов и встроенных функций защит на данный вид повреждения и корректирует их значения в режиме реального времени для новой конфигурации системы.

6. АСУ ПТК «UniSCADA» собирает и отображает в реальном времени положение КА, электрические величины на однолинейной мнемосхеме под-



Рис. 2. Шкаф цифровой централизованной защиты с подключением симулятора RTDS

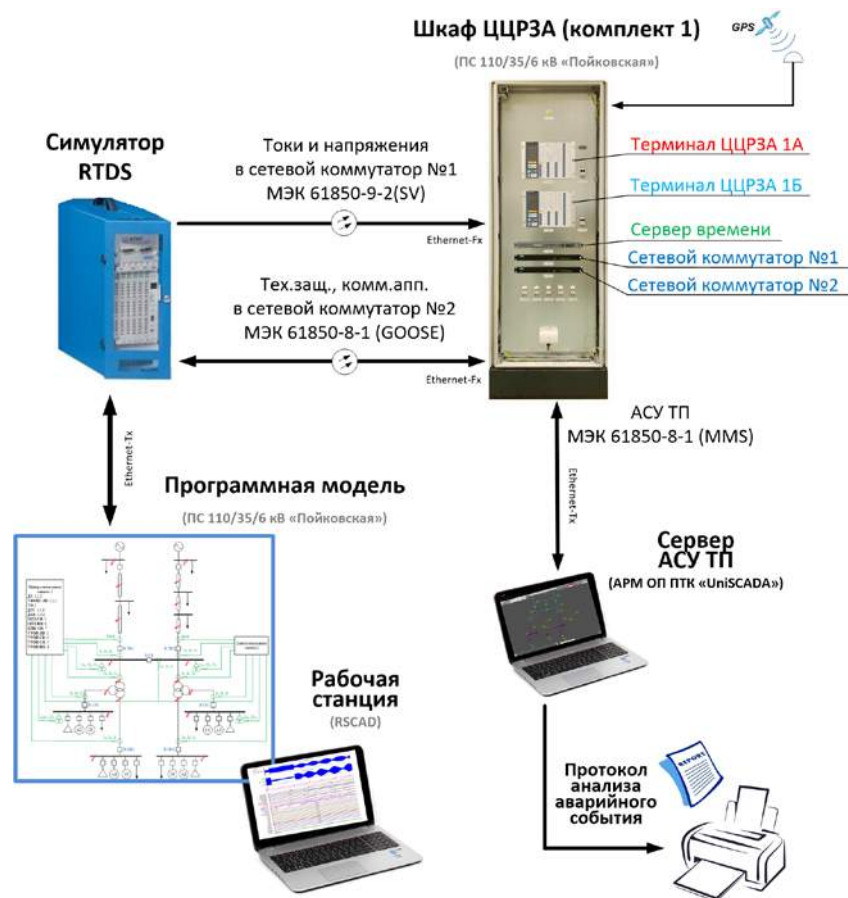


Рис. 3. Схема испытаний цифровой централизованной защиты с помощью симулятора RTDS

станции, а также работоспособность устройств ЦЦЗ. По мимо этого, ПТК удаленно осуществляет управление КА и защитами.

7. На основе полученных осциллограмм, уставок и конфигурации с устройств РЗА в сервере АСУ ПТК «UniSCADA» автоматически формирует протокол анализа аварийного события.

8. Выбирается иной режим работы и вид КЗ, и далее повторяется п.3 и следующие.

Несомненным преимуществом такого вида испытаний является высокая достоверность моделирования режимов работы сети, значительное количество

расчетных видов и мест КЗ для оценки работоспособности комплекса защит и получение величин токов и напряжений в наблюдаемых узлах при КЗ в разных точках сети защищаемого объекта.

Разумеется, подобный объем работ затруднительно проводить для каждого энергообъекта во время приема-сдаточных испытаний (далее - ПСИ) оборудования. При этом на стадии реализации пилотных проектов внедрения цифровых ПС текущий подход оправдан. С другой стороны, имея на руках готовые значения уставок и конфигураций оборудования, подготовленных для реального энергообъекта, возможно

значительно сократить пуско-наладочные работы на подстанции при проведении ряд таких испытаний на стадии заводских ПСИ.

По результатам испытаний были скорректированы некоторые уставки и параметры защиты. Во время испытаний зафиксировано, что тестируемая ЦЦЗ подстанции 110/35/6 кВ «Пойковская» обеспечивает чувствительность и селективность работы при всех видах повреждений.

Выводы

1. В ходе испытаний с применением стандарта МЭК 61850-9-2 (SV-поток) ЦЦЗ показала работоспособность во всех режимах испытаний.

2. Времена действия защит во всех режимах не превысили заданные параметры.

3. Применение для испытаний программно-аппаратного комплекса RTDS значительно улучшило качество проведения испытаний, повысило надежность срабатывания комплекса защит и значительно снизило связанные с испытаниями расходы.

4. Функция автоматического формирования протокола анализа действия защит позволила оперативно решать вопросы в части правильности работы устройств ЦЦЗ.

5. Управление и мониторинг «цифровой подстанции» с помощью АСУ ПТК «UniSCADA» позволило дистанционно собирать всю необходимую информацию с ЦЦЗ, производить их конфигурацию, а также диагностику, в том числе вспомогательного оборудования, в реальном времени.

6. Рекомендуется проведение такого рода испытаний для пилотных проектов внедрения «цифровых ПС» ●

ОБ АВТОРАХ:

Михаил Шамис // К.т.н., генеральный директор ЗАО «EnLAB», г.Чебоксары, Россия.

Янез Законьшек // Технический директор ЗАО «EnLAB», г.Чебоксары, Россия.

Ирина Подшивалина // К.т.н., заведующий сектором моделирования, ООО «Релематика», г.Чебоксары, Россия.

Дмитрий Кержаев // К.т.н., заведующий отделом разработки цифровых подстанций, ООО «Релематика», г.Чебоксары, Россия.

Александр Алексеев // Заместитель директора Департамента стратегического развития, ООО «Релематика», г.Чебоксары, Россия.

ЛИТЕРАТУРА ►1. IEC 61850-2. Communication networks and systems in substations – Parts 2: Glossary, technical specification. Edition 1 (Термины и определения) ►2. Иванов С.В., Буров А.В. Централизованная релейная защита подстанции 110/35/6 кВ на принципах системной интеграции алгоритмов защит в едином устройстве. «Электроэнергия. Передача и распределение» №5 (44) Сентябрь-Октябрь 2017. ►3. Мочалов Д.О., Законьшек Я.В., Шамис М.А. Комплексы моделирования в реальном времени современных энергосистем. «Релейная защита и автоматизация», № 1, 2013.