



Некоммерческое партнерство «Российский национальный комитет Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения» (РНК СИГРЭ)

109074, Россия, г. Москва, Китайгородский проезд, дом 7, стр.3. ОГРН 1037704033817.
ИНН 7704266666 / КПП 770501001. Тел.: +7 (495) 627-85-70. E-mail: cigre@cigre.ru

ОТЧЕТ

об участии в 45-й Сессии CIGRE и работе Исследовательского Комитета
В5 «Релейная защита и автоматика» CIGRE,
25-29 августа 2014 года, Париж (Франция)



Отчет подготовил:

Нудельман Года Семенович,
к.т.н., проф., член CIGRE с 1996 г., член Президиума и Технического комитета РНК СИГРЭ с 2008 г., постоянный представитель от России в SC CIGRE В5 “Protection and Automation”, удостоен звания «Заслуженный член CIGRE» (CIGRE Distinguished Member) в 2014 г., Председатель Совета директоров, первый зам. генерального директора – директор по развитию и технологии ОАО «ВНИИР» (АБС Электро) (г. Чебоксары), зав. кафедрой «Теоретические основы электротехники и релейной защиты» ЧГУ им. И.Н.Ульянова



Контактные данные:

E-mail: nudelman@vniir.ru
Тел. +7 (985) 921-88-48, +7 (495) 735-42-44

Дата отчета:

23.10.2014

Москва, 2014 год

Оглавление

1. Вступление.....	3
2. Сессия докладов	3
3. Предпочтительная тема 1 «Новые принципы построения систем релейной защиты и автоматики на основе современных коммутационных технологий»	6
3.1. Новые решения по построению РЗА с использованием каналов связи между подстанциями.....	6
3.2. Новые решения по построению РЗА с использованием коммуникационной сети подстанции	8
3.3. Использование данных синхронных векторных измерений для реализации функций релейной защиты и управления, предполагающих обеспечение высокого быстродействия.....	9
3.4. Анализ устойчивости энергосистемы и синтез управляющих воздействий.....	12
3.5. Управление ресурсами и техническое обслуживание	14
4. Предпочтительная тема 2 «Ожидания от использования стандарта МЭК 61850».....	15
4.1. Требования заказчиков.....	15
4.2. Стандартизация и профилирование	19
4.3. Инженерное программное обеспечение	21
4.4. Испытания и техническое обслуживание.....	25
Заключение	28

1. Вступление

Последняя неделя августа 2014 года ознаменована важнейшим для мирового электроэнергетического сообщества событием – в Парижском Дворце конгрессов состоялась 45-я сессия Международного совета по большим электрическим системам высокого напряжения (CIGRE).

Программа сессии включала обширный ряд мероприятий, в том числе заседание Исследовательского комитета (Study Committee) CIGRE B5 «Релейная защита и автоматизация» (Protection and Automation).

Вниманию присутствующих были представлены 29 докладов, один из которых подготовлен представителями Российского национального комитета (РНК) СИГРЭ. Доклад B5-106 от России представлен по теме «Централизованная система противоаварийной автоматики нового поколения в ОЭС Востока и опыт ее эксплуатации»; авторы – П. Кац, Л. Кощев, А. Лисицын, М. Эдлин (ОАО «НТЦ ЕЭС») А. Жуков, П. Легкоконец, Е. Сацук (ОАО «СО ЕЭС»).

Настоящий отчет посвящен аналитическому обзору докладов.

2. Сессия докладов

Представленные доклады разделены на две предпочтительные темы.

Предпочтительная тема 1 «Новые принципы построения систем релейной защиты и автоматики на основе современных коммутационных технологий».

Развитие коммуникационных технологий открывает широкие возможности для совершенствования систем релейной защиты и автоматики (РЗА). Появляются новые решения в области быстродействующих систем релейной защиты и восстановления энергосистем, систем глобального мониторинга, релейной защиты и автоматики электрических сетей с распределенной генерацией. Становится возможным использование информации, полученной от устройств векторных измерений (PMU), систем SCADA/EMS для повышения эффективности действия релейной защиты и управления.

По данному направлению представлены 14 докладов, объединенных по тематическим группам:

1) Новые решения по построению РЗА с использованием каналов связи между подстанциями (4 доклада).

Алгоритмы релейной защиты и принципы управления предполагают все более широкое использование «глобальной» (удаленной) информации, в связи с чем существенно возрастает важность создания системы связи между подстанциями. «Ячеистая» одноранговая логическая топология представляется более подходящей для организации такой коммуникационной сети в сравнении с топологией «звезда». Отмечено, что энергетические компании,

руководствуясь, в том числе, вопросами сокращения затрат на создание и обслуживание коммуникационной сети, рассматривают как более предпочтительный вариант использование для задач релейной защиты не выделенных сетей, а сетей общего назначения.

2) Новые решения по построению РЗА с использованием коммуникационной сети подстанции (1 доклад).

Применение стандарта МЭК 61850, цифровых измерительных первичных преобразователей позволит создавать полностью «цифровые» подстанции; при этом возрастет роль коммуникационной сети подстанции в реализации функций релейной защиты и автоматики.

3) Использование данных синхронных векторных измерений для реализации функций релейной защиты и управления, предполагающих обеспечение высокого быстродействия (5 докладов).

Информация о значениях напряжений, токов и фазовых углов в узлах электрической сети, получаемая от устройств РМУ, может быть использована для совершенствования существующих систем релейной защиты и управления, использующих преимущественно локальные измерения.

4) Анализ устойчивости энергосистемы и синтез управляющих воздействий (3 доклада).

Для обеспечения устойчивой работы энергосистемы наряду с быстрым отключением коротких замыканий важно выполнять предварительную оценку запасов устойчивости с принятием превентивных мер, выявлять возникающие возмущения, а также заранее осуществлять оценку устойчивости системы после ликвидации повреждений и на ее основе вырабатывать соответствующие управляющие воздействия.

5) Управление ресурсами и техническое обслуживание (1 доклад).

Создание единого центра технического обслуживания энергообъектов окажет поддержку эксплуатационным и управляющим центрам в части координации процесса управления и обслуживания воздушных и кабельных линий электропередачи, высоковольтного и вторичного оборудования.

Предпочтительная тема 2 «Ожидания от использования стандарта МЭК 61850».

МЭК 61850 – уникальный стандарт, направленный, прежде всего, на обеспечение взаимной совместимости устройств различных производителей на коммуникационном, информационном и инженерном уровнях.

По данному направлению представлены 15 докладов, объединенных по тематическим группам:

1) Требования заказчиков (7 докладов).

В докладах по этой теме нашли отражение требования со стороны энергетических компаний и системных операторов по разработке и реализации проектов, связанных с применением стандарта МЭК 61850. Отмечается необходимость в специализированном программном обеспечении для созда-

ния технической спецификации системы в соответствии с требованиями стандарта МЭК 61850. Обобщаются результаты международных исследований, на основе которых сделан вывод о том, что задача разработки «мультивендорных» (не привязанных к конкретному производителю) программных инструментов, обеспечивающих поддержку этапов планирования, инжиниринга, проектирования, наладки и обслуживания систем, соответствующих стандарту МЭК 61850, на данный момент времени представляется не реализуемой практически. Затрагиваются вопросы безопасности информации (группа стандартов МЭК 62351). Изложены организационные и технические проблемы, препятствующие внедрению стандарта МЭК 61850; подчеркивается необходимость вовлечения энергетического сообщества в процесс определения общих требований к дальнейшему совершенствованию стандарта, конкретизации ряда его положений, разработки рекомендаций для пользователей.

2) Стандартизация и профилирование (4 доклада).

Для обеспечения максимальной степени соответствия стандарта МЭК 61850 ожиданиям потребителей необходимо определить пути его совершенствования с учетом интересов всех сторон: от разработчиков до конечных пользователей. Доклады затрагивают проблемы обеспечения функциональной совместимости на информационном уровне; ключевое значение в их решении отводится развитию, стандартизации и применению так называемых базовых профилей стандарта – Basic Application Profile. Подчеркивается необходимость использования соответствующих программных инструментов и повышения уровня образования персонала энергетических компаний. Рассматриваются вопросы учета в информационной модели параметров настройки устройств релейной защиты, использования UML-модели данных.

3) Инженерное программное обеспечение (2 доклада).

В настоящее время возможности коммуникационных технологий уже не являются фактором, сдерживающим развитие стандарта; большое значение имеет появление на рынке удобных программных инструментов, позволяющих выполнять конфигурирование «мультивендорной» системы, нивелируя сложность процесса инжиниринга.

4) Испытания и техническое обслуживание (2 доклада).

Проведение испытаний и осуществление технического обслуживания играют важную роль в успешной реализации проектов с использованием стандарта МЭК 61850, оказывают значительное влияние на надежность системы. Их важность еще более возрастает в современных условиях, когда энергетические компании стремятся к оптимизации используемых решений, сокращению затрат на владение энергообъектами, осуществляя эксплуатацию оборудования в режимах, близких к предельным. В докладах обозначена необходимость совершенствования стандарта в части регламентирования проведения испытаний и осуществления технического обслуживания.

3. Предпочтительная тема 1 «Новые принципы построения систем релейной защиты и автоматики на основе современных коммутационных технологий»

3.1. Новые решения по построению РЗА с использованием каналов связи между подстанциями

Доклад В5-101. Дифференциальная токовая защита линий. Обмен информации по средствам глобальной сети Ethernet. В. KASZTENNY, В. LE, К. FODERO, and V. SKENDZIC (Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. Canada).

Доклад посвящен вопросам оптимизации способов обмена информации между интеллектуальными электронными устройствами (ИЭУ) такой защиты, установленными по концам линий с большим количеством отпаек, при условии применения возможностей сети Ethernet и нового способа временного уплотнения трафика сети (time-division multiplexing (TDM)).

Отмечено, что применение сети Ethernet и кольцевой структуры снимает требования большого количества каналов и портов связи для каждого ИЭУ, характерные при реализации каналов связи по принципу точка-точка. При этом использование способа TDM обеспечивает виртуальное формирование в общей Ethernet сети выделенного канала для устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) и решает целый комплекс проблем, характерных при обмене информацией между ИЭУ РЗА по Ethernet. В частности, способ временного уплотнения трафика сети гарантирует неизменную задержку во времени передачи пакетов и повышает устойчивость всей защиты к нарушениям в определении точного времени для отдельных ИЭУ. Последнее достигается за счет объединения информации от всех источников точного времени по средствам TDM и последующего восполнения потерянной в силу неисправности отдельных элементов системы информации, а также с помощью применения методов усреднения.

Доклад В5-111. Демонстрация и анализ средств передачи данных IP/MPLS в системах релейной защиты при использовании протоколов IEEE C37.94, МЭК 61850 Sampled Values и МЭК 61850. GOOSE S.M. BLAIR, F. COFFELE, C.D. BOOTH (University of Strathclyde UK).

В докладе рассматриваются требования и эффективность применения традиционно используемого стандарта IEEE C37.94 и нового стандарта МЭК 61850 для выполнения дифференциальной токовой защиты, связь между полуккомплектами которой реализуется на базе принципа многопротокольной коммутации по меткам (IP/MPLS). Упор сделан на ключевые различия конфигураций и параметров.

Технологии на базе IP/MPLS позволяют значительно облегчить процесс передачи данных по сравнению с системами временного мультиплексирования, не оказывая при этом влияния на безопасность и надежность

устройств РЗА. При выборе параметров работы IEEE C37.94 необходимо выбирать компромиссное решение для одновременного удовлетворения требований по быстродействию и пропускной способности канала связи устройства РЗА. Применение МЭК 61850 Sampled Values требует большей, чем IEEE C37.94, пропускной способности каналов связи, но, как показано в докладе, имеет дополнительный потенциал для повышения быстродействия защиты и в перспективе может быть использован при создании территориально-распределенных защит (WAP).

Доклад В5-113. Трудности практического использования коммуникационных технологий на базе протоколов WDM и IP в системах релейной защиты. К. KUROI (Kansai Electric Power Co.), Н. IMAEDA (Chubu Electric Power Co.), К. TOMIZAWA (Tokyo Electric Power Co.), С. KOMATSU (Hitachi, Ltd.), Y. KAWASAKI (Meidensha Corp.), Т. SHIMIZU (Mitsubishi Electric), Japan.

Доклад японских специалистов посвящен поиску возможностей внедрения новейших коммуникационных технологий в релейную защиту для повышения эффективности и надежности ее функционирования.

В настоящее время на большинстве ЛЭП сверхвысокого напряжения в Японии в качестве основной защиты применена дифференциальная защита, в которой связь между полуккомплектами осуществляется по оптоволокну, встроенному в грозозащитный трос. Применение оптоволоконных каналов связи позволяет обеспечить высокую надежность защиты, однако их существенным недостатком является относительно высокая стоимость и устаревание отдельных компонентов выделенной линии. Поэтому производители оборудования и энергокомпании изучают возможности применения новейших коммуникационных технологий в релейной защите. Такие технологии, как спектральное уплотнение каналов (WDM) и IP-протоколы, уже используются для передачи сигналов отключения в специальных схемах защиты, поскольку они не требуют высокоточной синхронизации выборок или малого времени передачи. Однако, требования к коммуникационным технологиям в релейной защите значительно выше, т.к. изменение задержки при передаче информации может привести к ее неправильной работе. При исследовании работоспособности в качестве модели была выбрана дифференциальная защита ЛЭП сверхвысокого напряжения с максимальными эксплуатационными характеристиками (например, интенсивность отказов в системах с двойным резервированием должна составлять менее $1,0 \times 10^{-7}$).

Доклад В5-104. Автоматический контроль напряжения устройствами регулирования под нагрузкой (РПН) трансформаторов. G. LECI, I.G. KULIS (Koncar), J. BENOVIC (HOPS), Croatia.

Доклад посвящён рассмотрению работы указанных устройств в режимах, отклоняющихся от нормальных, и проблем, возникающих при этом, а

также контрмер, позволяющих предотвратить формирование некорректных управляющих воздействий от этих устройств.

Отмечено, что в связи с развитием стандарта МЭК 61850 и его постепенного распространения на обмен информации в рамках станции, а также на связи между подстанциями, возможно усовершенствовать существующие алгоритмы устройств РПН. Предложен усовершенствованный алгоритм управления РПН, основанный как на измерении напряжения стороны НН двухобмоточного трансформатора, так и на измерении напряжения на стороне ВН. Также в усовершенствованный алгоритм по средствам GOOSE сообщений должна вводиться информация о параметрах режима прилегающей сети и о состоянии устройств, обеспечивающих управление напряжением и реактивной мощностью в прилегающей сети (устройства РПН, конденсаторные батареи, шунтирующие реакторы). Проведены сравнительные исследования традиционного и усовершенствованного алгоритма управления РПН с учётом различного уровня падения напряжения на первичной стороне силовых трансформаторов, показавшие оптимизацию уровней реактивной мощности, наблюдаемых в исследуемой сети.

3.2. Новые решения по построению РЗА с использованием коммуникационной сети подстанции

Доклад В5-110. Опыт внедрения полностью «цифровых» подстанций. RICHARDS S., PAVAIYA N. (Alstom Grid, UK), BOUCHERIT M., FERRET P. (Alstom Grid, France), VANDELEENE J-P. (Alstom Grid, Belgium), DIEMER P. (Energinet.dk, Denmark).

В докладе проанализирован опыт применения стандарта МЭК 61850 в системах автоматизированного управления и релейной защиты энергообъектов, а также преимущества выполнения коммуникации устройств по «шине процесса». В качестве примера в докладе рассмотрены электроэнергетическая система (ЭЭС) Дании, особенностью которой является большое количество островных ветровых установок, объединенных посредством гибридных линий электропередачи (ЛЭП) напряжением 420 кВ.

В настоящее время в природоохранных зонах Дании участки ЛЭП выполнены подземными кабельными линиями, традиционные измерительные трансформаторы заменены на полностью цифровые, работающие в соответствии со стандартом МЭК 61850 и отличающиеся малым весом и компактностью. Внедрение «шины процесса» позволило заменить традиционно используемые проводные связи между первичным и вторичным оборудованием Ethernet-связями и дало возможность передавать измеренные значения тока и напряжения в МП терминалы релейной защиты и прочие интеллектуальные устройства по оптоволоконным кабелям. В результате, широкое внедрение цифровых технологий способствует уменьшению габаритов подстанции, позволяет выполнять большую часть настроек и тестирования оборудования на заводе-изготовителе до поставки на объект, а также позволяет оптимизировать время восстановительных ремонтов первичного и вторичного оборудо-

дования, что, в конечном счете, дает возможность уменьшить трудозатраты и времени простоя оборудования на энергообъектах.

3.3. Использование данных синхронных векторных измерений для реализации функций релейной защиты и управления, предполагающих обеспечение высокого быстродействия

Доклад В5-112. Практическое применение территориально-распределенной резервной защиты с передачей данных в форме синхронизированных векторов. E. UDREN (Quanta Technology, LLC USA).

В докладе рассматривается применение территориально-распределенной резервной защиты (WAP), которая является важной функциональной возможностью территориально-распределенной системы измерений, управления и защиты (WAMPAC) и внедрение которой актуально и возможно уже сейчас. В работе представлена методика, основанная на применении универсальных законов Кирхгофа о соотношении токов на участке электрической сети, охватываемом одной ступенью защиты.

К особым техническим требованиям относится последовательность измерений дифференциального тока на одном уровне напряжения электрической сети. В докладе приводится логика процесса отключения с указанием выдержек времени – отключение проводится гораздо быстрее по сравнению с традиционными дистанционными релейными защитами, при этом система сама выбирает выключатели, которые должны быть отключены. Приводятся результаты исследования стандартных измерений на базе синхронизированных векторов и протоколов коммуникации, применяемых для создания территориально-распределенной резервной защиты. Надежность используемых протоколов коммуникации и время реагирования резервной релейной защиты являются важными аспектами ее работы. Обеспечение избыточности получаемых защитой данных требуется только для компонентов с низкой надежностью и в случаях, когда в аварийной ситуации данные от какого-либо устройства могут быть недоступны. Кроме того, принятая стратегия определения мест повреждений подразумевает наличие резервного источника данных, если векторные измерения от какого-либо устройства окажутся недоступными в нужный момент. В конце доклада приводятся размышления автора об особых случаях употребления резервной релейной защиты и преимуществах ее использования вместо общепринятой дистанционной релейной защиты. По его мнению, на сегодняшний день отсутствуют технические барьеры на пути внедрения территориально-распределенной резервной защиты на базе векторных измерений в современных энергосистемах.

Доклад В5-115. Мониторинг, управление и релейная защита в режиме реального времени на базе векторных измерений в энергосистеме северо-востока Румынии. A. Miron, M. Dragomir, S. A. Gal, A. Rusu (CNE TRANSELECT-RICA), Gh. Moraru (SMART), I. Nedelcu (ELTELNWORKS), ROMANIA.

Рассмотрена новая резервная защита на базе синхронизированных векторов, внедренная в северо-восточной части румынской энергосистемы на ЛЭП 220 и 400кВ (рис. 1).

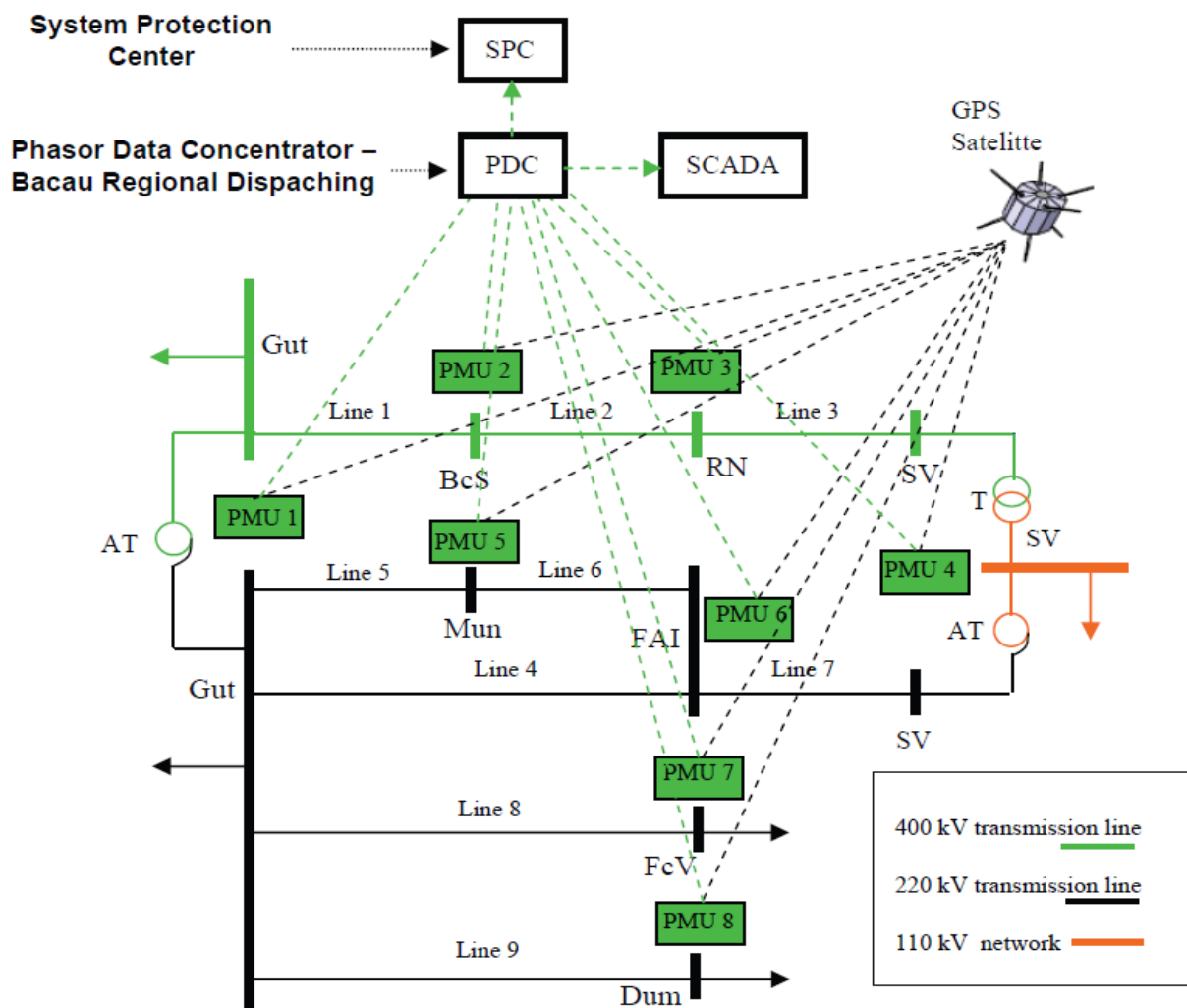


Рис. 1 Однолинейная диаграмма резервной защиты северо-восточной части энергосистемы Румынии

Принцип работы предлагаемой защиты заключается в сравнении амплитуд напряжения прямой последовательности на каждой шине в условиях короткого замыкания для выявления повреждения. Затем производится сравнение разниц фазных углов токов прямой последовательности во всех линиях, подключенных к выявленной на предыдущей этапе шине, и определяется поврежденная ЛЭП.

Новая защита основана на технологии синхронизированных векторных измерений, использует высокоскоростную систему передачи данных и GPS-сигналы для синхронизации.

Доклад В5-102. Блокировка при качаниях дистанционной защиты на базе измерений устройств. PMU N. BENTARZI, A. OUADI (IGEE, UMBB University, Boumerdes, Algeria), J. C. MAUN (Beams, ULB, Bruxelles, Belgium).

Рассматривается вопрос повышения надежности распознавания синхронных и асинхронных качаний, возникающих в электроэнергетических си-

стемах, от коротких замыканий (КЗ) на воздушных линиях электропередач, что необходимо для корректной работы дистанционной защиты.

Выделен ряд проблем, при реализации блокировки при качаниях, связанных с задержкой в срабатывании дистанционной защиты при наложении КЗ на качания в энергосистеме. В качестве одного из вариантов решения указанной проблемы предложен новый принцип блокировки дистанционной защиты, основанный на двухстороннем измерении параметров режима (токов и напряжений) по средствам устройств PMU. На базе указанных измерений происходит выделение углов между векторами напряжений и усредненных значений мощностей, изменения которых и указывают на наличие или отсутствие качаний, а также КЗ. Проведены сравнительные исследования традиционного и нового, предложенного алгоритма блокировки при качаниях, выполненные на модели сети, реализованной в программе MATLAB\Simulink. Результаты сравнительных исследований подтвердили улучшение распознаваемости текущего режима энергосистемы и существенное сокращение задержки в срабатывании дистанционных защит при возникновении КЗ в рамках качаний энергосистемы.

Доклад B5-107. Усовершенствование алгоритма нахождения выделенных энергосистем. RAUL VÉLEZ, JOSU TAVALLO, JUAN M GARCIA (Ingeteam Power Technology, S.A.), FELIPE URIONDO ARRUE (University of the Basque Country), EDUARDO NAVARRO, FRANCISCO PAZOS (Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U), Spain.

Доклад посвящён вопросу фиксации выделения участка распределительной сети, имеющего распределенную генерацию, на сбалансированную нагрузку.

Для фиксации указанного факта в докладе рассмотрено два способа. Первый заключается в фиксации факта изменения угла напряжения на контролируемых шинах, вызванного тем, что при отключении питания на участке сети происходит смещение угла выбега ротора, вызывающего скачкообразное изменение напряжения на выводах генератора. При этом в предлагаемом усовершенствованном алгоритме учитывается возможность нескольких скачкообразных изменений. Второй способ основан на сравнении информации от синхрофазоров (устройств PMU), установленных в различных точках энергосистемы и прежде всего углов между векторами напряжений и частоты. Помимо этого измерения от указанных устройств позволяют реализовать мониторинг состояния энергосистемы в режиме реального времени, а также ряд не критичных с точки зрения времени реализации алгоритмов и функций РЗА. При этом итоговый выбор способа фиксации выделения участка распределительной сети на сбалансированную нагрузку прежде всего зависит от типа распределительной сети. Первый способ наиболее применим для распределенной генерации, подключаемой к основному источнику питания синхронно, а второй способ – для подключения к сети переменного тока источников энергии через инверторы.

Доклад В5-114. Новый подход к защите систем с возобновляемыми источниками энергии. F. BALASIU (Transelectrica), Gh. MORARU (Smart), Romania.

Доклад посвящен влиянию на структуру и функционирование систем релейной защиты большого количества ВИЭ в электрической сети, в первую очередь ветрогенераторов и солнечных батарей. Рассмотрено поведение при КЗ широко распространенных в Европе ветрогенераторов на базе асинхронных генераторов и АС-DC-АС преобразователей.

Отмечено, что из-за применения в конструкции силовой части преобразователей IGBT-модулей, при КЗ ток от генератора не достигает больших значений и обычно равен 1,2 – 1,6 $I_{ном}$. Этот факт необходимо учитывать при моделировании, выборе необходимых защит оборудования в электрической сети и расчете параметров их срабатывания. При моделировании режимов КЗ ветрогенератор предлагается учитывать источником тока, выдающего наибольшее значение тока на первых 1-2 периодах. В составе преобразователей для солнечных батарей также имеются элементы силовой электроники, поэтому при КЗ ток от солнечных батарей также невелик. В большинстве случаев при КЗ обычные солнечные батареи генерируют ток величиной 1,2 $I_{ном}$ от 1 до 10 периодов, причем в первый полупериод значение тока может достигать от 1,5 до 2,0 $I_{ном}$. В докладе рассмотрено влияние всех этих факторов на функционирование различных типов защиты, на выбор их параметров срабатывания и проверку работоспособности.

3.4. Анализ устойчивости энергосистемы и синтез управляющих воздействий

Доклад В5-105. Применение нового, эвристического подхода в системах WAPS для деления энергосистем. M. TAGELDIN (ABB, Saudi Arabia), W. El-KHATTAM, A. Y. ABDELAZIZ (Faculty of Engineering, Ain Shams University, Egypt).

В докладе рассмотрены вопросы ликвидации системных аварий, вызванных асинхронным ходом между отдельными частями электроэнергетической системы, путем деления указанной системы на несколько частей в оптимальных точках с последующей балансировкой генерации и нагрузки в каждом из выделенных энергорайонов.

Предложена система WAPS (Wide Area Protection System) обеспечивающая указанное оптимальное деление с учетом небалансов мощности, что реализовано путем применения двух алгоритмов. Первый алгоритм основан на оптимизации угловой модуляции методом роя частиц. Второй алгоритм, дополняет и уточняет результаты первого и сводится к определению числа частей, на которые необходимо поделить энергосистему и элементов ЭЭС (шин и линий) относящихся к соответствующим частям. Также в докладе приведены результаты тестирования обоих алгоритмов на базе стандартных схем энергосистем WSCC-9, IEEE-14, IEEE-30.

Доклад В5-106. Централизованная система противоаварийной автоматики нового поколения в ОЭС Востока и опыт ее эксплуатации. П. КАЦ, Л. КОЩЕЕВ, А.ЛИСИЦЫН, М. ЭДЛИН (ОАО «НТЦ ЕЭС») А. ЖУКОВ, П. ЛЕГКОКОНЕЦ, Е. САЦУК (ОАО «СО ЕЭС»), Россия.

Приводится развернутое рассмотрение усовершенствованного алгоритма централизованной системы противоаварийной автоматики (ЦСПА). Указанный алгоритм обеспечивает выбор управляющих воздействий не только по целевым функциям обеспечения требуемого запаса статической устойчивости в послеаварийных режимах и предотвращения перегрузок элементов энергосистемы по току, но и по условию обеспечения динамической устойчивости в рамках переходного процесса.

Для решения поставленной задачи применен совершенно новый подход, основанный на реализации в базе данных ЦСПА двух моделей контролируемой части энергосистемы: полной модели для нужд диспетчерского управления и математической модели, обеспечивающей расчет управляющих воздействий ЦСПА. При этом для быстрого расчета управляющих воздействий реализовано автоматическое преобразование полной модели в математическую, выполненное на базе общепринятых методов с учетом ряда допущений. Рассмотрен опыт эксплуатации указанного усовершенствованного алгоритма в ЦСПА ОЭС Востока.

Доклад В5-116. Развитие интеллектуальных специальных систем защиты генераторов (iG-SPS) для повышения динамической устойчивости электростанции г. Танджин (Ю.Корея). S. Seo, S.J. Kim, Y.H. Moon (Korea Electrotechnology Research Institute), H.N. Kwon and K.S. Kook (Chonbuk National University), South Korea.

В докладе представлена разрабатываемая для установки на электростанции в городе Танджин система защит iG-SPS, назначением которой является отключение минимального количества генераторов в случае возникновения коротких замыканий.

Сейчас на электростанции установлены 8 блоков по 500 МВт, выдающие мощность по двум ЛЭП 765 кВ на ПС «Шин-Сесан». С ПС «Шин-Сесан» осуществляется электроснабжение метрополитена г. Сеул, поэтому надежная работа энергоустановки необходима для исправного функционирования системы в комплексе. Таким образом, надежная работа энергоустановки необходима для исправного функционирования системы в комплексе. До настоящего времени перечень отключаемых системой релейной защиты генераторов определялся на основе результатов офф-лайн изучения работы перегруженной электрической сети в режиме пиковых годовых нагрузок. В связи с этим на электростанции г. Танджин должна быть создана интеллектуальная система релейной защиты, которая будет автоматически учитывать режим работы электрической сети, и отключать минимально необходимое количество генераторов при коротких замыканиях на линиях 765 кВ. Для предотвращения интенсивных электрических качаний и потери синхронизма при различных повреждениях на ЛЭП 765 кВ, отходящих от электростанции

© Нудельман Г.С., НП «РНК СИГРЭ», 2014

г. Танджин, с 2010 г. ведутся исследования по усовершенствованию специальных защит ЛЭП 765кВ.

Оптимальное количество отключаемых генераторов можно вычислить заранее, основываясь на оценке устойчивости в переходных режимах. В случае возникновения трехфазного короткого замыкания на линии оно отключается дифференциальной защитой за время пять периодов промышленной частоты. Интеллектуальная защита фиксирует отключение линии, оценивает в реальном времени устойчивость и величину генерируемой мощности, и по предварительно подготовленной матрице определяет перечень оборудования, которое должно быть отключено.

Особенности интеллектуальной специальной защиты iG-SPS на электростанции г. Танджин:

- использование периодической оценки устойчивости в реальном времени на основе данных от системы EMS;
- подготовка матрицы оптимального количества генераторов, которые должны быть отключены;
- учет полной генерируемой мощности, места повреждения и нагрузки электрической сети
- использование синхронизированных векторных измерений для определения места повреждения.

3.5. Управление ресурсами и техническое обслуживание

Доклад B5-108. Объединенный центр технического обслуживания для координирования, контроля и управления работой на электроэнергетических объектах. Julio Muñoz, Daniel Del Solo, Diego Arribas, Daniel García, Juan Feijoo/Raquel Rodríguez (M^a Dolores López Menchero), Manuel López, Rafael García, J.A.García (REE SAU).

На примере энергосистемы Испании рассмотрен вопрос оптимизации технической эксплуатации существующих и вводимых в эксплуатацию электроэнергетических объектов.

С этой целью в Испании создан специализированный объединенный технический центр, включающий в себя головную штаб квартиру, выполняющую аналитические функции и территориально распределенные ремонтные бригады. При этом на центр возложены функции технического обслуживания различных электроэнергетических объектов, включая и удаленный мониторинг, анализ аварийных ситуаций, поддержание в актуальном состоянии и применение баз данных конфигурационных файлов микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики, ввод в эксплуатацию новых устройств на объектах, планирование и координирование ремонтов и др.

В рамках доклада в качестве примера работы данного технического центра также рассмотрен ряд аварий, произошедших в энергосистеме Испании.

4. Предпочтительная тема 2 «Ожидания от использования стандарта МЭК 61850»

4.1. Требования заказчиков

Доклад В5-201. Практический подход к технической спецификации систем МЭК 61850. Enrique Dufour (TRANSENER S.A.), Argentina.

В докладе рассматриваются принципы и общие условия для реализации и развития проектов на основе стандарта МЭК 61850 в компании TRANSENER, отвечающей за передачу электроэнергии сверхвысокого напряжения в Аргентине. Излагаются способы достижения наилучшей адаптации автоматизированной системы управления технологическим процессом подстанции (АСУ ТП ПС) применительно к философии компании.

Для этого было произведено исследование с трех разных точек зрения:

- а) исходя из потребностей пользователя при проектировании, эксплуатации и техническом обслуживании,
- б) исходя из возможностей, предлагаемых международными стандартами, в основном МЭК 61850,
- с) исходя из решений, которые предлагаются производителями.

В докладе обсуждаются альтернативы, которые предлагают эти три подхода и лучшим образом подходят для коммерческой эксплуатации энергосистем.

Доклад В5-204. Модернизация автоматизированных систем гидроагрегатов Бразилии. M. F. MENDES (Itaipu Binacional / Unioeste), Brazil.

Доклад содержит результаты опроса основных компаний эксплуатирующих ГЭС в Бразилии по вопросам модернизации автоматизированных систем управления.

В опросе приняли участие специалисты как минимум 7 компаний. Опрос включал следующие вопросы: 1) причины модернизации; 2) метод модернизации; 3) архитектура систем; 4) протоколы связи; 5) информационная безопасность; 6) организация работ; 7) проблемы.

При проведении опроса отдельно рассматривались системы недавно прошедшие модернизацию и только планируемые к обновлению. Основными причинами, требующими решений по модернизации, являются старение систем и отсутствие запасных частей к ним. Ожидается, что в будущем эти причины станут еще более актуальными. При модернизации систем предпочтение отдается комплексным решениям от одного подрядчика, при этом в проектах используется оборудование разных производителей. При модернизации систем используются современные цифровые технологии с распределенной архитектурой систем и резервирование критически важных компонентов, причем защиты и управление реализуются, в основном, независимо друг от друга. Протоколы связи, входящие в стандарт МЭК 61850, только

планируются к применению, а в уже модернизированных системах применяются в основном протоколы ModBUS, DNP и МЭК 60870-5-104. Информационная безопасность в настоящее время не является предметом особого внимания – используются традиционные методы ограничения физического доступа к оборудованию и изоляции систем от внешних сетей, но в будущем все респонденты указывают на необходимость усиления мер информационной безопасности. В основном модернизация выполнялась поэтапно и в будущем сохранится аналогичный тренд. Основными проблемами при модернизации являются простой генерирующего оборудования, недостаток финансирования и квалифицированного персонала.

Доклад В5-209 Перспективы и проблемы применения МЭК 61850.
P. MYRDA, S. STERNFELD, G. CHASON (EPRI, USA).

Доклад посвящен опыту применения МЭК 61850 в индустрии, по мнению специалистов EPRI (Электроэнергетический Исследовательский Институт, США).

Основываясь на своем опыте авторы затрагивают широкий круг вопросов и проблем, связанных с реализацией систем на основе МЭК 61850 в различных сферах процесса его применения, как технических, так и деловых. Затронуты вопросы недостаточной проработки программного обеспечения, необходимого для планирования, инжиниринга, проектирования, тестирования и обслуживания таких систем. Указывается на недостатки в области документирования проектов и необходимость обеспечения автоматизации документооборота и их интеграции в ПО. Отдельный раздел посвящен кибербезопасности в условиях применения стандарта МЭК 61850. Приведены результаты опроса-исследования, посвященного вопросу «Каковы основные препятствия для применения МЭК 61850 в вашей компании?». Основными препятствиями, по мнению опрошенных, является недостаточная зрелость технологии и сложность необходимых изменений бизнес-процессов.

Доклад В5-210. Требования к МЭК 61850 с точки зрения построения логических узлов и совместимости инструментария проектирования. T. OTANI (CRIEPI), F. HAGIWARA (Chubu Electric Power Co.), S. MATSUMOTO (Tokyo Electric Power Co.), K. KUROI (Kansai Electric Power Co.), S. KATAYAMA (Toshiba Corp.), T. OGIYAMA (Mitsubishi Electric Corp.) Japan.

Доклад основан на двух исследованиях, проведенных в Японии.

Первое заключается в разработке и требований к ИЭУ в части формирования структуры данных и проверке их на практике. Приведена политика создания логических узлов и объектов данных принятая в результате исследования. Второе исследование направлено на оценку снижения расходов при применении МЭК 61850 и повышении эффективности проектирования и обслуживания. В результате работы были выработаны следующие требования: совместимость всех видов ПО применяемого при инжиниринге, требуется

порядок определения функций в логических узлах и стандарт для отвязывания логических узлов от ИЭУ.

Доклад В5-211. Требования компании Statnett к реализуемым системам на базе МЭК61850. R. Løken, M.W. Kristiansen, S. Losnedal (Statnett SF), NO.

В докладе описаны ожидания компании от систем управления подстанциями на базе стандарта и необходимость формирования экспертных требований к таким системам.

В компании Statnett (Норвегия) внедрена собственная централизованная система, используемая на этапе ввода в эксплуатацию, при техническом обслуживании и расширении всех систем – Control server; при этом проекты реализуются на базе рамочных соглашений с каждым из поставщиков для обеспечения единой системы контроля в пилотном проекте. Каждый производитель использует свои программные продукты для документации. В Statnett есть Центр управления, в котором хранятся все необходимые программы.

Авторы делятся опытом по выполнению пилотных проектов, а также своими решениями для функций регистрации аварийных процессов на подстанциях и принятой системой классификации наименований сигналов, соответствующей МЭК61850.

Система должна работать с устройствами защиты разных производителей, должна иметь возможность расширения и модернизации (через 5-10 лет), но в то же время для исключения несогласованной работы ИЭУ и автоматики в Statnett «замораживают» возможность обновления ПО на определенный период (3-5 лет). Система должна управляться универсальным ПО с дружественным интерфейсом, которое должно поддерживать все версии ИЭУ и системы автоматики. Для Statnett крайне важно знать, как работает система и во время пилотного тестирования определить ограничения системы с помощью сторонних специалистов. Также важен высокий уровень кибербезопасности.

В Statnett подготовили спецификации с указанием функций и требований от цифровой системы автоматики для контроля внедрения от начала до конца. Вновь установленные системы носят название пилотных этапов и на том этапе проводится полное тестирование. При значительных изменениях ПО Statnett оставляет за собой право проведения более углубленных исследований. Также имеется основной план тестирования (master plan), который определяет сами тесты и на каком этапе они будут проведены.

Все подстанции, входящие в рамочное соглашение, имеют регистраторы аварийных событий. Когда один из регистраторов срабатывает, запускаются и остальные регистраторы того же напряжения. Для этих целей используется GOOSE.

Одна из сложностей, которые испытывает Statnett – это присвоение имен сигналам GGIO. Statnett предлагает использовать системы обозначения

для идентификации сигнала, которые показывают функцию в работе и которые сделают возможным обмен объектами между 2-мя разными техническими системами.

Доклад B5-212. Перспективы внедрения МЭК61850 в распределительных сетевых компаниях – опыт Новой Зеландии. N. NAIR (University of Auckland), R. VERSTER, Z. POPOVICH, R. FRANCIS (Vector Limited), New Zealand.

Доклад содержит обзор достижений компании Vector, которая является крупнейшей сетевой компанией Новой Зеландии. Обширный опыт накоплен благодаря внедрению 110 подстанций на базе стандарта МЭК 61850 с более чем тысячью ИЭУ, поддерживающих стандарт, на протяжении периода времени, превышающего 8 лет.

Компания Vector реализовала в своих проектах: преобразование данных между МЭК61850 и CIM-моделями, интеграционную платформу реального времени (RTI) для обмена данными между устройствами нижнего уровня и экспертными системами, ступенчатую событийную архитектуру (SEDA) – программную платформу, позволяющую оценить работу приложений при различной информационной нагрузке. Подробно описан пилотный проект, в котором GOOSE используется для функции АВР. Основные сложности проекта были связаны не с оборудованием, а с персоналом. С целью исключения рисков реализации этого пилота была сформирована объединенная команда из представителей компаний клиента, консультанта, поставщика и подрядчика.

Доклад B5-213. Опыт применения и ожидания от стандарта в проекте обновления подстанций в Metropolitan Electric Authority (MEA). PICHIT JINTAGOSONWIT (MEA, THAILAND).

В докладе отмечается, что настоящий момент в MEA проходит модернизация подстанций – 13 подстанций уже модернизированы, в планах еще 37 подстанций. МЭК 61850 сейчас используется только на уровне станций и уровне присоединения. На уровне процесса работа электроники осложнена высокой температурой и влажностью. Часть функций контроллера присоединения было решено реализовать в устройствах защиты. В докладе описываются сложности, с которыми столкнулись специалисты MEA.

Из-за непонимания могут быть поставлены устройства с недостаточным количеством входов/выходов, поэтому одним из основных пунктов спецификации должно быть минимальное количество физических входов/выходов. Случается, что УРЗА не может справиться с той или иной функцией, поэтому данная функция может быть перенесена в другое УРЗА (данная проблема может быть исключена при выборе УРЗА с максимальными параметрами). УРЗА, работающие по МЭК 61850, имеют ограничения на количество подключений для экспорта отчетов, поэтому потребители должны акцентировать внимание на данном параметре. Несмотря на то, что для

обмена данными между уровнем станции и присоединения используется протокол MMS, иногда имеется необходимость широковещательного сообщения нескольким устройствам уровня присоединения, поэтому специалисты МEA ожидают, что обмен GOOSE сообщениями будет принят как встроенный протокол вертикального обмена данными в устройствах станционного уровня. Существующее ПО для конфигурирования совместимо не со всеми устройствами – необходим продукт, сертифицированный независимой организацией, для обеспечения полной совместимости. Для решения проблем с взаимозаменяемостью в МEA создан список взаимозаменяемых устройств по результатам внутреннего тестирования. Также созданы специальные логически схемы и блокировки для ускоренной замены УРЗА. Большая часть УРЗА плохо измеряет малые токи и для этих целей приходится использовать специальный контроллер присоединения или измеритель. При замене УРЗА на объектах где отключение невозможно специалисты МEA используют технику захвата и воспроизведения GOOSE сообщения.

Основной сложностью, с которой столкнулись специалисты МEA, является взаимозаменяемость и совместная работа устройств различных производителей. Для ускорения процесса замены ИЭУ в МEA на данный момент практикуется принцип замены на идентичное оборудование. Для достижения максимальной эффективности от МЭК 61850 необходимо, в первую очередь, убедиться в том, что надежность и доступность оборудования находится на том же уровне, что и для традиционных технологий. Вопросы стоимости и наладки второстепенны.

4.2. Стандартизация и профилирование

Доклад В5-202. Системы автоматики подстанции, основанные на МЭК 61850. Ожидания пользователей и взаимодействие заинтересованных сторон. Grégory Huon (Elia, Belgium), Alex Apostolov (Cigré, USA), Rogério Dias Paulo (Efacec, Portugal), Marco Janssen (UTInnovation, The Netherlands), Patrik Lindblad (Fingrid, Finland), Rick Liposchak (Power Engineers, USA), Diederik Moers (Elia, Belgium), Paul Myrda (EPRI, USA).

Доклад представляет собой результаты работы Рабочей группы В5.50 по следующим различным задачам:

1. Прояснить ожидания пользователей, связанные со стандартом МЭК 61850.
2. Перечислить и объяснить обязанности, функции и необходимый уровень знаний о системе МЭК 61850 интеграторов, пользователей и производителей.
3. Понять спецификацию и обмен информацией между пользователями и системными интеграторами, в частности: интерфейсы, описание приложений и требуемая производительность.
4. На основании опыта различных субъектов:
 - описать встречающиеся пользовательские проблемы;
 - проанализировать причины возникновения этих проблем;

- предложить решения, всесторонне проработать варианты для текущей работы по стандартизации.

Доклад дает краткий обзор текущего состояния работы, проводимой WG B5.50. В частности, в документе описываются пользовательские ожидания относительно совместимости продуктов различных производителей, инструментов и документации. Также, представлены основные взаимодействия заинтересованных сторон как в части стандартизации, так и в части процессов реализации проектов.

Доклад B5-206. Совместимость МЭК 61850 на информационном уровне. Вызов для всех участников рынка. Laurent Guise (Schneider Electric, France), Gregory Huon (Elia, Belgium), Patrick Lhuillier (RTE, France), Michael Haecker (Schneider Electric, Germany), Christoph Brunner (IT4Power, Switzerland).

Авторы доклада рассматривают ситуацию с информационной совместимостью, связанную с увеличением сферы применения стандарта МЭК 61850 с позиции всей электроэнергетической отрасли. В статье развивается мысль, что все участники рынка должны участвовать в развертывании эффективного процесса взаимодействия, и показано, что удалось сделать в этой области на основе опыта ENTSO-E.

Приведена модель, разработанная командой CEN-CENELEC-ETSI SG-CG, определяющая различные уровни совместимости. Проведен анализ моделей данных, применяемых в различных сферах отрасли, показаны области применения стандарта МЭК 61850 на сегодняшний день. По результатам анализа сделаны выводы о необходимости проведения определенных мероприятий для достижения совместимости на информационном уровне: изменение в стандартизации, сближение моделей данных CIM и МЭК 61850, сбор и анализ отзывов от пользователей, определение профилей и другие. Также затронут вопрос обучения персонала стандарту МЭК 61850.

Доклад B5-207. Улучшение функциональной совместимости за счет профилирования МЭК61850 – требования и опыт с позиции конечного пользователя и производителя. H. ENGLERT, H.-J. HERRMANN (Siemens AG), A. LUDWIG (50 Hertz Transmission, GmbH), T. BAUER (E.ON Netz, GmbH), T. KEIL (TransnetBw, GmbH) Germany.

Доклад содержит обзор и анализ прошлой и текущей деятельности различных рабочих групп связанной с обеспечением совместимости МЭК 61850.

Основной идеей документа является создание стандартных профилей МЭК 61850. На основе анализа ожиданий пользователей определены требования к стандартным профилям и предложена концепция ВАР (основных прикладных профилей). Предлагается для основных задач в сфере автоматизации подстанций определить соответствующие профили. Профили должны включать в себя специфичные наборы моделей данных и коммуникационных

сервисов, необходимых для каждой конкретной задачи. Рассмотрены примеры профилей и преимущества предлагаемой концепции.

Доклад В5-208. Улучшение совместимости в части МЭК 61850 и конфигурирования устройств за счет стандартизации уставок релейной защиты. Q. HONG, V.M. CATTERSON, S.M. BLAIR, C.D. BOOTH, A. DYŠKO (University of Strathclyde), T. RAHMAN (National Grid), UK.

Авторы доклада рассматривают вопрос совместимости ИЭУ РЗА различных производителей с позиции конфигурирования и настройки.

Рассмотрены процедуры, связанные с работой с уставками: организация представления внутренних уставок и параметров устройств РЗА в модели данных МЭК 61850, работа с уставками в рамках стандартной модели и преобразование при применении в устройстве. Проведено сравнение двух вариантов процессов конфигурирования устройств: основанного на применении ПО производителя РЗА и с применением единого ПО конфигурирования в рамках стандарта МЭК 61850. В документе определены основные задачи, которые необходимо решить в этой сфере: модель данных МЭК61850 для уставок РЗА не завершена, производители РЗА предпочитают свой формат представления и хранения уставок, модель данных должна иметь возможность расширения для вновь создаваемых функций защит. Приведена информация о работе, которая ведется для преодоления этих проблем.

4.3. Инженерное программное обеспечение

Доклад В5-205. Интегрированный инструмент для АСУ ТП ПС, основанный на стандарте МЭК 61850. Ren Yanming, Deng Junbo, Wang Wentao, Hu Guanglin, Li Fangyuan, Zhao Xinchun, Sha Xuesong, Qi Weihua (Beijing Sifang Automation CO.,Ltd ,China).

В докладе отмечено, что в обычной АСУ ТП ПС вторичная цепь основана на физических сигналах и проводных кабелях. Техническое проектирование, интеграция систем, тестирование, эксплуатация и техническое обслуживание – все это основано на физических сигналах и проводных кабелях.

В АСУ ТП ПС, основанной на МЭК 61850, интеллектуальные электронные устройства от различных производителей могут взаимодействовать друг с другом. При этом различные преобразователи протоколов отсутствуют. С применением нетрадиционного инструментария трансформатора и интеллектуальных коммутаторов на уровне процессов подстанции, обычная вторичная цепь на основе проводных кабелей заменяется опто-волоконной коммуникационной сетью. Использование физических контактов заменено передачей определенной информации, посредством коммуникационных сообщений.

Возможности интеллектуальных электронных устройств, инженерного конфигурирования и вторичных цепей, описываются в файлах модели данных, основанных на языке конфигурирования подстанции (SCL - Substation Configuration Language). Техническое проектирование, системная интегра-

ция, тестирование, эксплуатация и техническое обслуживание основаны на файлах модели данных. Они отличаются от тех, что используются в обычных подстанциях, поскольку обычный метод описания не соответствуют требованиям. Изменения в АСУ ТП ПС создают новые трудности, соответственно, новые инструментарии должны быть разработаны так, чтобы справиться с ними. В настоящее время в АСУ ТП ПС, основанной на МЭК 61850, существует множество различных инструментов, например, модель данных, образующая инструмент для интеллектуальных электронных устройств, инструмент проверки синтаксиса на языке конфигурации подстанции (SCL), инструмент тестирования, инструмент интеграции системы, инструмент-анализатор процессов связи, средство технического проектирования и т.д. Эти инструменты разработаны разными производителями. Каждый из них имеет особую функцию и эти инструменты, как правило, несовместимы друг с другом. Чтобы закончить свою работу, персоналу приходится тратить много времени на то, чтобы изучить и использовать различные инструменты. Такое большое количество инструментов усложнило тестирование АСУ ТП ПС, основанной на МЭК 61850, их тестирование отнимает у персонала больше времени, чем тестирование обычных АСУ ТП ПС. Для того, чтобы справиться с этими проблемами, необходимо разработать комплексный инструмент, который охватывает весь поток данных в АСУ ТП ПС, основанной на МЭК 61850. Новый метод построения вторичных цепей это предусматривает. Требования такого инструмента подробно анализируются в данном документе. Интегрированный инструмент повышает работоспособность персонала, и позволяет легко реализовывать основанные на МЭК 61850 АСУ ТП ПС. В этом документе предлагается схема комплексного инструмента для АСУ ТП ПС, основанной на МЭК 61850. Инструмент был реализован и используется в проектах Китая.

Делается вывод о том, что использование виртуального контакта является новым методом построения вторичных цепей АСУ ТП ПС, основанной на МЭК 61850. Метод учитывает привычки персонала энергетических компаний. Это позволяет персоналу решать возникающие проблемы знакомыми способами. Новые требования АСУ ТП ПС на МЭК 61850 и изменения проанализированы. Представлен комплексный инструмент, который охватывает основные этапы реализации АСУ ТП ПС: техническое проектирование, моделирование интеллектуальных электронных устройств, интеграцию систем, тестирование, эксплуатацию и техническое обслуживание, а также расширение системы. Это повышает эффективность работы персонала, а также снижает сложность реализации АСУ ТП ПС, основанной на МЭК 61850. Инструмент был успешно использован во многих китайских проектах.

Доклад В5-214. Следующий шаг МЭК 61850: Универсальный язык автоматизации энергосистем. Зачем и как. PAULO, R. (Efases, Portugal).

В докладе показано, почему МЭК 61850 должен перейти на универсальный язык автоматизации энергосистем (Unified Power Utility Automated Language). Основные опасения в данный момент вызывают вопросы взаимо-

заменяемости, оптимизации проектирования и внедрения, возможность полноценного тестирования и обслуживания, эффективность процесса. Традиционные требования также усилены оптимизацией цены с учетом возможности расширения и обратной совместимости.

Умные сети (Smart grid) уже достаточно проработаны, чтобы понять, что при их сложности и размерах они будут управляться несколькими связанными, но разграниченными автономными системами и стандарт МЭК 61850 видится как основной стандарт для интеграции систем. Большая часть разработчиков и заинтересованных лиц сейчас занимаются проблемами взаимной совместимости устройств и функций. Вторым важным элементом является необходимость упрощения работы пользователю путем понятного представления моделей.

В настоящий момент наблюдаются следующие тенденции в системе РЗА: замена медных пар на ВЛС или беспроводные сети, интеграция множества функций в ИЭУ, внедрение более сложных функций мониторинга и интеграция системы в объединенные или удаленные. Для этих целей в стандарте МЭК 61850 представлены все возможности, которые позволяют сократить количество физических компонентов и построить системы с возможностью расширения и улучшения. Классическая физическая, функциональная и аппаратная архитектура сейчас находится под вопросом, и авторы предлагают перейти от управления на уровне процесса, через управление с уровня присоединения к централизованному. Однако для действующих систем с соединением типа точка-точка это невозможно сделать напрямую, поскольку, например, физическая архитектура (ИЭУ, серверы, шкафы, порты и физические соединители) не поддерживается МЭК 61850 ред.2.

Если посмотреть на процесс инжиниринга с точки зрения эффективности можно выделить следующие моменты – сложности при работе с моделями, необходимость кооперации с другими организациями, высокая стоимость и затяжной характер процесса, ограниченные возможности для улучшения проекта. Мультивендорная среда проектирования позволит работать с одной моделью в течение всего проекта. В таком подходе модель находится в цифровом хранилище, обеспечивая доступ пользователям, контроль версий и процесс управления (рисунок 2.)

В хранилище также могут храниться временные модели и шаблоны. Данная среда предназначена для решения задач различных пользователей – работа с моделью, проверка модели, генерирование документации, проверка системы и онлайн управление системой. Для того чтобы обеспечить требование применимости на всех этапах необходимо чтобы модели описывали систему как частично, так и полностью с различной степенью детализации.

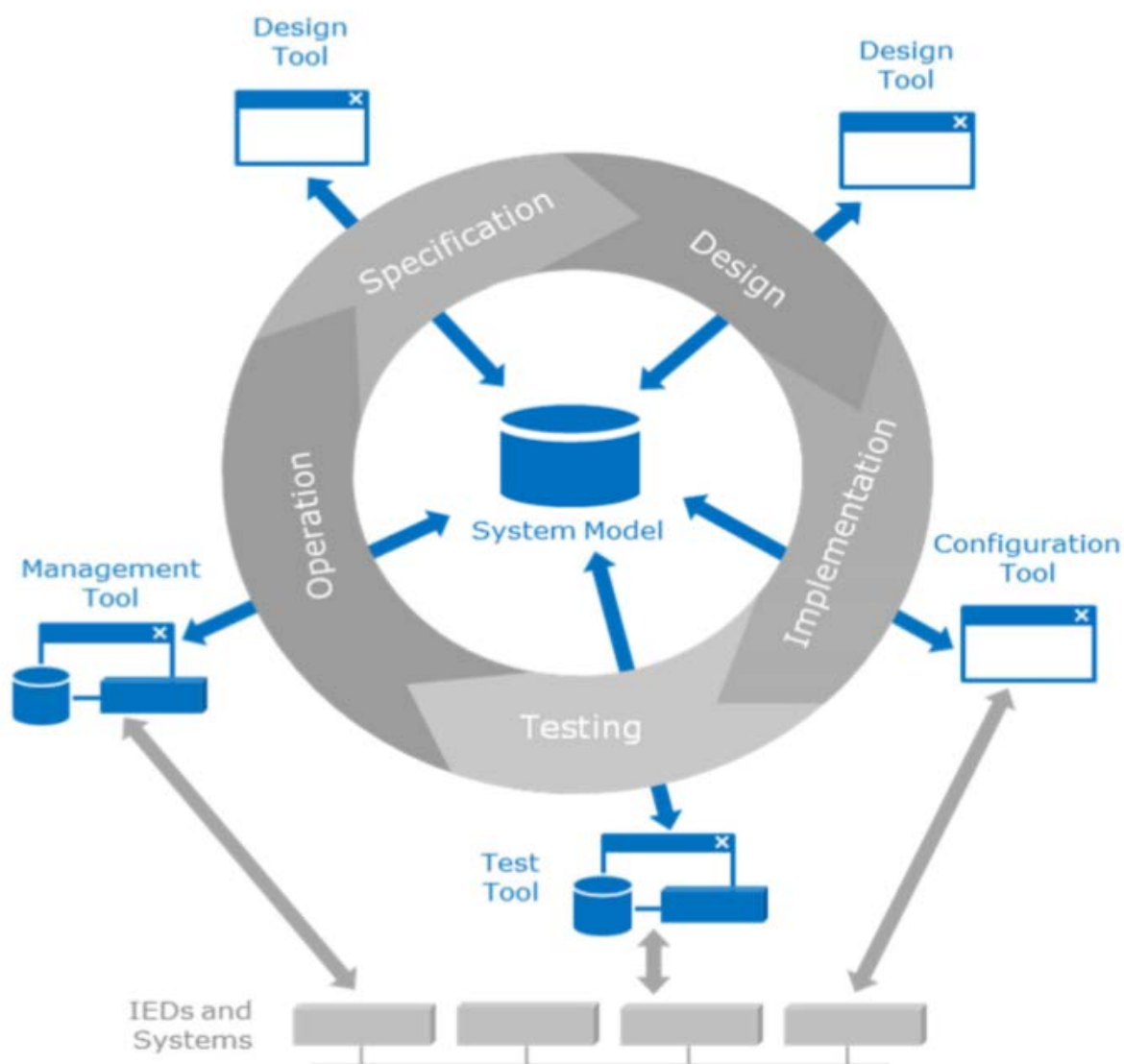


Рисунок 2. Мультивендорная среда проектирования

Появление SCL позволило сделать большой шаг в вопросе взаимной работы в процессе разработки. Для стандартизации коммуникационного интерфейса функций РЗА и виртуализации первичного оборудования, были смоделированы основные функции защиты, автоматики и управления названы логическими узлами. Это дает МЭК 61850 взаимодействие на информационном уровне и позволяет передавать не только информацию и обмен сообщениями, а также значение информации (семантика). Несмотря на то, что МЭК 61850 сейчас достиг серьезного уровня, до сих пор не возможна организация некоторых функций – системы управления сервисными и информационными моделями, функциональное тестирование, логика, расширение информационной модели и т.д. За многие годы МЭК 61850 сильно развился, но для значительного улучшения в энергетике нужен не стандарт обмена данными, а стандарт автоматизации энергопредприятий.

Для того, чтобы удовлетворить всем описанным выше требованиям нужно сделать еще один шаг, для которого предлагается использовать схему (рисунок 3).

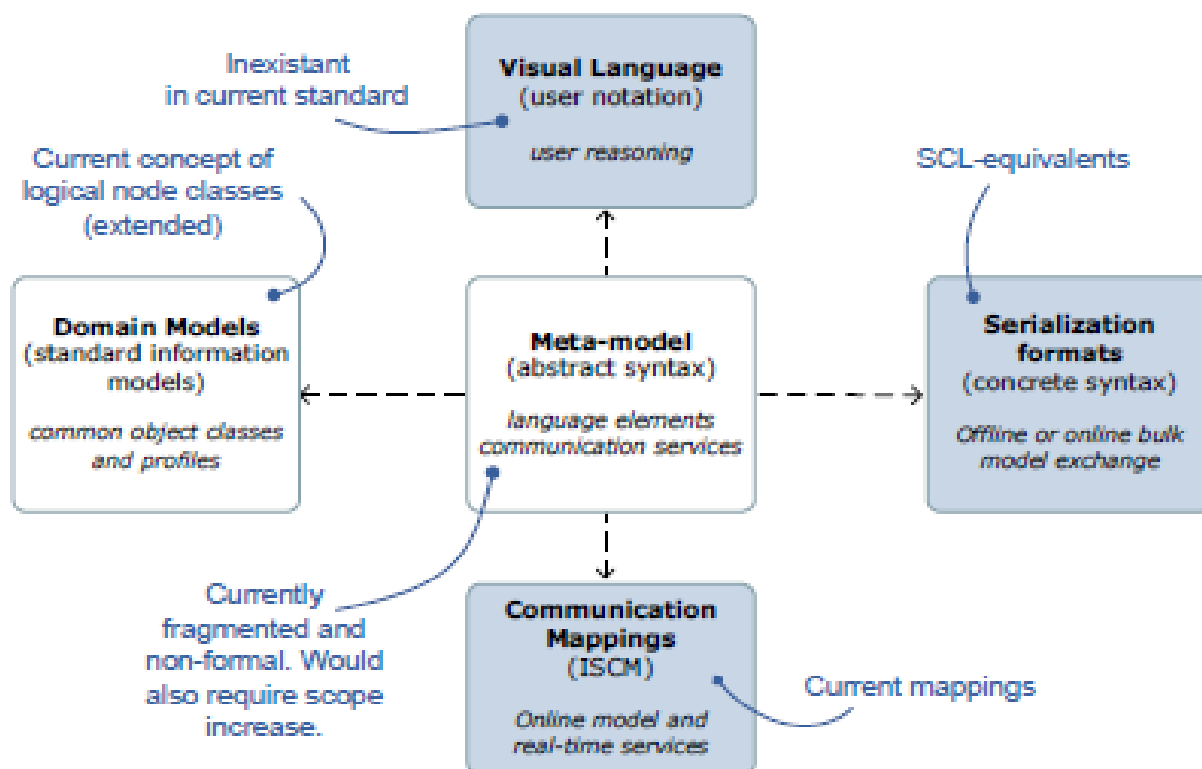


Рисунок 3. Мета-модель автоматизации энергопредприятий

Ядро мета-модели включает в себя все абстрактные определения стандарта включая сервисы (события, данные, настройки, управление, тестирование, и т.д.) и правила моделирования информации (тип данных, логические узлы, распределенные приложения, библиотеки функций, логика и т.д.). Это составляет синтаксис и семантику языка МЭК 61850. Визуальные языки позволят добавить механизм представления модели для инженеров.

Данный подход к унификации позволит получить настоящий язык автоматизации энергопредприятий, однако он требует согласования и одобрения всеми заинтересованными сторонами.

4.4. Испытания и техническое обслуживание

Доклад В5-203. Опыт бразильских энергетических компаний относительно методов проведения технических испытаний и проверок при вводе в эксплуатацию, пуско-наладочных работах и обслуживании, для систем защит и автоматизации, основанных на МЭК-61850. P.H. FLORES (Eletrosul), A.T.A. PEREIRA (Chesf), P. R.A. SOUZA (Furnas), K.Arrabal (Itaipu Binacional), C.A.M. AVIZ (Eletronorte), M.R. BASTOS (СТЕЕР), L.V. S. PUPPI (COPEL), Brazil.

В докладе представлены изменения и новые практические аспекты, с точки зрения энергетических компаний, которые касаются процедур тестирования на различных этапах внедрения систем защиты и автоматики на основе МЭК-61850. Эта работа является результатом вклада бразильской группы в работу WG B5.45 «Приемка, пуско-наладочные работы и ввод в эксплуатацию систем защит и автоматизации».

Рассмотрены различные аспекты аттестационных испытаний (в том числе проверка на совместимость), квалификационных испытаний, заводских испытаний (в том числе проверка на совместимость), приемо-сдаточных испытаний, ПНР и проверки технического состояния.

В дополнение к теоретическим аспектам, в докладе также рассмотрены практические трудности, с которыми сталкиваются компании, компетентно выполняющие каждый этап своей деятельности. Описаны стратегии, которые компании используют для преодоления трудностей, для исполнения работы в рамках поставленных сроков и затрат, и которые также гарантируют безопасность и качество со стороны эксплуатации и технического обслуживания систем защиты и автоматики. Особое внимание уделено управлению и интеграции дочерних систем, с учетом сложности проводимых испытаний.

Доклад В5-215. Функционально интегрированная архитектура для онлайн-мониторинга и диагностики и управления в реальном времени оборудованием подстанции как средство оптимизированного управления обслуживанием. PAULO (Efacec, Portugal), R., MATOS F.(REN, Portugal).

Авторы доклада указывают на то, что в настоящее время в эксплуатации на подстанциях находится большое количество первичного и вторичного оборудования разных поколений и их обслуживание в настоящий момент происходит по большей части вручную. Внедрение обслуживания по необходимости и удаленного управления с мониторингом позволит оптимизировать процесс – уменьшатся проверки и выезды, будет уменьшена возможность внеплановых отключений и т.д.

Последние редакции стандарта дают уникальную возможность создания распределенной автоматики. Более того системы автоматики подстанций могут быть связаны с соседними и дистанционными системами. Но, несмотря на то, что еще не все технологии готовы к использованию, можно представить, что в будущем пользователи будут использовать архитектуру наиболее подходящую для данной схемы с существенным уменьшением кабельных связей, дополнительных сетей и дублирующих компонентов. Сейчас же внедрение заключается лишь в замене кабельных связей, интеграции функций защит и управления в ИЭУ, внедрение функций продвинутого мониторинга в ИЭУ, интеграция ИЭУ с первичным оборудованием.

Новая архитектура будет разработана для увеличения гибкости, поскольку система автоматики интегрирует все функции в одну сеть, оборудование будет иметь лучшие показатели взаимной работы, и технология станет более доступной.

OMSS (системы работы и обслуживания) определена в статье как онлайн система, близкая к реальному времени, включающая три основных элемента – мониторинг статуса и состояния работы устройства, управление системой, экспертная диагностика и анализ. Приведена структура функциональных уровней OMSS и приведены их описания.

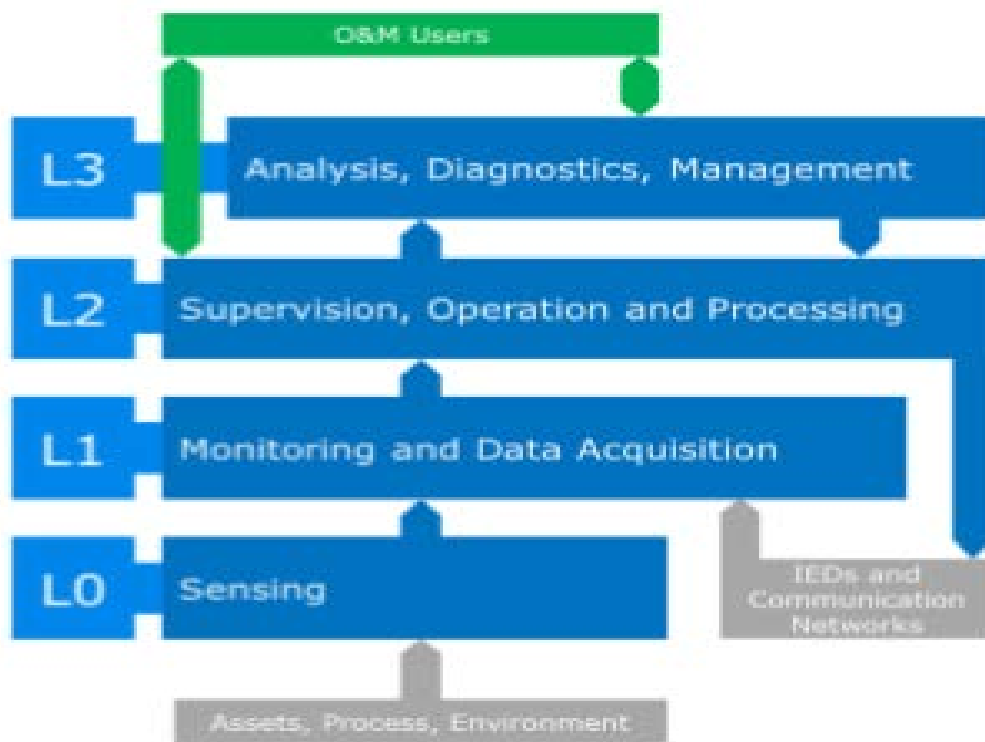


Рисунок 4. Структура функциональных уровней OMSS

В докладе также приведена информация об обязанностях специалистов.

Несмотря на то, что всё больше энергопредприятий предполагают применение таких систем, готовых решений не много, и они часто представляют собой разделенные решения, которым тяжело управлять. Доступные решения либо разделены, либо не ориентированы для применения на текущем объекте. Рынок таких решений достаточно медленно адаптирует новые продукты и технологии, поэтому авторы привели классификацию уровня внедрения от ML0 до ML2.

В докладе дается видение мониторинга первичного оборудования. Для силового трансформатора необходимо использовать 2 ИЭУ, которые будут выполнять задачи уровней L1 и L2. Уровень L0 будет содержаться в самой системе OMSS – будет проводиться анализ набора данных.

Автоматический анализ информации (L2 и L3) из данных автоматически собранных из PMU, реле, регистраторов аварийных событий, мониторов качества электроэнергии может выявить дефекты или неправильную настройку конфигурации РЗА. Ожидается, что большие возможности ИЭУ и сетевой аппаратуры по самодиагностике уменьшат необходимость регулярного превентивного обслуживания, особенно при наличии шины процесса.

Далее в докладе описываются основные недочеты в стандарте МЭК 61850 и делаются выводы о том, что представленная архитектура и система будет реализована только тогда, когда энергопредприятия сосредоточатся на оптимизации работы. С другой стороны, в настоящий момент данная система не может быть выполнена в условии различных производителей без приложения больших усилий. Также авторы ожидают, что энергопредприятия будут пошагово внедрять инновационные решения в системы.

Заключение

1. Использование информации, получаемой на уровне подстанции или всей энергосистемы, позволяет значительно повысить эффективность системы релейной защиты и автоматики. Современные тенденции предполагают создание «ячеистых» или одноранговых коммуникационных сетей в пределах одной или нескольких подстанций. Надежность коммуникационной сети является ключевым фактором при реализации функций релейной защиты и управления, предполагающих обеспечение высокого быстродействия. Использование шины процесса, соответствующей стандарту МЭК 61850, для организации связи между подстанциями представляется удачным решением, однако требуется оценка эффективности системы связи между подстанциями.

2. Синхронные векторные измерения представляют собой вид так называемой «глобальной» информации, которая позволит улучшить существующие решения в части дальнего резервирования, выявления качаний в энергосистеме, обнаружения перехода фрагментов сети в изолированный режим работы и т.д. При этом для решения задач релейной защиты должны быть использованы устройства векторных измерений, имеющие соответствующий класс точности. Представляет значительный интерес также рассмотреть возможность использования синхронных векторных измерений для целей согласования защит дальнего резервирования.

3. В настоящее время энергетические компании прилагают значительные усилия по внедрению стандарта МЭК 61850, возникающие при этом существенные временные затраты связаны с необходимостью обеспечения интеграции в единую систему устройств разных производителей. Не следует исключать из рассмотрения и финансовую сторону вопроса, так как в наихудшем случае модернизация подстанции с использованием нового оборудования может потребовать замены всех ранее установленных устройств. Таким образом, функциональная совместимость оборудования разных производителей является одним из необходимых требований при реализации положений стандарта на практике. Другим требованием является разработка решений, позволяющих упростить процесс инжиниринга проектов на базе стандарта МЭК 61850. Такие решения (в случае их качественной проработки) могут предоставить более значимое преимущество использованию стандарта, чем декларируемое снижение расходов за счет уменьшения количества медных контрольных кабелей.