

Обобщение мировых тенденций развития техники и технологий в области релейной защиты и автоматики (по итогам 45-й сессии CIGRE 2014г).

*Г. Нудельман
ОАО «ВНИИР», ИК В5 РНК СИГРЭ*

Москва 10 декабря 2014 г.

Исследовательский комитет по релейной защите Б5 Российского национального комитета (РНК) СИГРЭ регулярно осуществляет обзор мировых тенденций развития РЗА и докладывает о них на конференциях, проводимых в России.

В основе обзоров лежат материалы конференций и коллоквиумов, а также сессий, проводимых CIGRE.

Хочется отметить, что в настоящее время представители России участвуют в качестве постоянных членов и членов-корреспондентов в целом ряде рабочих групп ИК В5; у нас появилась возможность не только своевременно отслеживать изменения в «моде», но и активно участвовать в выработке принимаемых решений.

Принято решение о создании в РНК СИГРЭ комитета b5, зеркального по отношению к ИК b5 CIGRE.

Проявляется активность наших специалистов в работе ряда рабочих групп МЭК, в первую очередь, группы по МЭК 61850.

Ряд важных положений, которые вытекают из мирового опыта, и которые должны учитываться в стратегии развития РЗ в России.

- Исторически РЗА и ПА всегда были **автономными** в своей работе, но в настоящее время стратегическое направление развития РЗ должно рассматриваться в совокупности со смежными системами;
- Чтобы понять, как будет развиваться РЗ и автоматизация подстанций (АП), нужно рассмотреть, как будет развиваться сама электроэнергетическая система (ЭЭС);
- Изменения в ЭЭС – большая проблема для работы самой системы. Эффективность существующих решений в области РЗА снижается в связи с происходящими в ЭЭС изменениями: появлением FACTS / SVC / продольной компенсации, вставок постоянного тока, фазопоротных трансформаторов, внедрением распределенной генерации (ветроэнергетики и других ВИЭ);

- В новых условиях более целесообразным оказывается применение **адаптивной** защиты, т.е. защиты, которая автоматически подстраивается под режимы функционирования ЭЭС;
- Наиболее важный вопрос – **обеспечение необходимого запаса устойчивости** ЭЭС и предотвращение системных отключений. Для обеспечения этого необходимо иметь не только намного больше информации от всех узлов энергосистемы, но также и скоординированные действия значительно большего числа центров управления ЭЭС;
- Эти задачи требуют быстрой и селективной реакции, чтобы справиться с любой возникающей ситуацией посредством требуемых соответствующих автоматических воздействий ;
- В перспективе развитие энергосистем потребует дальнейшего совершенствования систем **автоматического восстановления подстанций** с использованием коммуникационных сетей и организацией высокоскоростного обмена данными на подстанции применительно к усовершенствованным электрическим сетям будущего;

- **Ключевые положения в эволюции технологии первичного оборудования** (использование нетрадиционных измерительных ТТ и ТН, замена проводных соединений оптоволоконными, интеграция ИЭУ и первичного оборудования;
- На первый план выступают вопросы организации **удаленного доступа и кибербезопасности**, автоматизированного получения и анализа данных, своевременного реагирования на изменение режима;
- Необходимость автоматизированного мониторинга энергетических систем обусловлена: а) увеличением нагрузки энергосистемы с приближением к предельным значениям; б) масштабным развертыванием ИЭУ; в) экономическими условиями, определяющими необходимость полнее использовать активы в оптимальных режимах .
- Результатом **активного развития малой распределенной энергетики** этого процесса является необходимость повышения требований к релейной защите и автоматике, управляемости и наблюдаемости режимов распределительных сетей. Тенденция к децентрализации генерирующих мощностей начинает проявляться и в России.

Программа 45 сессии CIGRE включала обширный ряд мероприятий, включая заседание исследовательского комитета В5 «Релейная защита и автоматизация».

Представленные доклады были разделены на две предпочтительные темы:

1. НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ РЗА НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ КОММУТАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

По данному направлению были представлены 14 докладов, затрагивающих следующие темы:

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

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

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

1.4. Анализ устойчивости энергосистемы и синтез управляющих воздействий .

1.5. Управление ресурсами и техническое обслуживание

2. ОЖИДАНИЯ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНДАРТА МЭК 61850.

Были представлены 15 докладов по следующим темам:

2.1. Требования заказчиков

2.2. Стандартизация и профилирование

2.3. Инженерное программное обеспечение

2.4. Испытания и техническое обслуживание

- 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». В докладах отмечено, что энергетические компании, руководствуясь, в том числе, вопросами сокращения затрат на создание и обслуживание

коммуникационной сети, рассматривают как более предпочтительный вариант использования для задач релейной защиты не выделенных сетей, а сетей общего назначения..

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

ВЫВОДЫ по теме 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.

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.

- В докладах по теме 2 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 создания 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.

- Для того, чтобы стандарт МЭК 61850 в максимальной степени соответствовал 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.
- 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.
- 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.

ВЫВОДЫ по теме 2.

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. Функциональная совместимость оборудования разных производителей является одним из необходимых требований при реализации положений стандарта на практике. Другое требование - упростить процесс инжиниринга проектов на базе стандарта МЭК 61850. Такие решения могут предоставить более значимое преимущество использованию стандарта, чем декларируемое снижение расходов за счет уменьшения количества медных контрольных кабелей.

ПОДХОДЫ, КОТОРЫЕ НЕ МЕНЯЮТСЯ:

- Ориентация на применение **интеллектуальных и многофункциональных устройств**;
- Объединение **РЗА и коммуникационных схем**, призванное в корне изменить систему РЗА и её роль в системе управления;
- Широкое использование **стандарта МЭК 61850** в системе автоматизации (всесторонний охват домена энергетической системы, системный инжиниринг, обслуживание и др.);
- Использование результатов **информационной теории релейной защиты** в целях совершенствования методов одностороннего и двустороннего замера для повышения чувствительности и селективности устройств РЗА.

ЗАДАЧИ, КОТОРЫЕ НЕ РЕШЕНЫ:

- Отсутствует комплексный подход к обеспечению **надежности работы ЭЭС**, включающий обоснованные решения в части аппаратно-программных средств устройств и систем РЗА, обеспечения живучести объектов ЭЭС;
- Не решены в полной мере вопросы организации **удаленного доступа и кибербезопасности**,
- Требуется разработка системы **РЗА объектов сверх высокого напряжения (СВН)** переменного и постоянного тока.

В центре внимания должны быть вопросы:

- *выполнения РЗА **Интеллектуальной ЭЭС с активно-адаптивной сетью**;*
- *создание нового поколения **интеллектуальных ПС**.*

- Системы передачи и распределения энергии становятся большими и все более и более связанными. Чтобы лучше распознать тенденцию развития, необходимо оглянуться на существующее положение дел, и увидеть четкое разделение релейной защиты и коммуникационных схем. Новые стандарты, такие как вторая редакция стандарта IEC 61850, объединяют этот мир и обе стороны получают гибкость и комплексность.
- **Двойное резервирование портов**, тщательно применённое, приведет к новой коммуникационной архитектуре АП.
- Коммуникация **между подстанциями** согласно МЭК 61850 позволит реализовать схемы защиты линии с устройствами различных производителей, а также улучшенные схемы защиты и автоматики за пределами подстанции. Однако проблема совместимости защит разных производителей все же существует.

- Нетрадиционные измерительные трансформаторы (NCIT), и соответствующая **шина процесса** с MU, уже эксплуатируемые на некоторых пилотных объектах, станут привычными для новых подстанций и при модернизации.
- Автономные подключаемые модули (SAMU) будут преобразовывать сигналы от CIT в стандартные посылки. Поэтому **гибридные подстанции** с произвольной комбинацией NCIT и CIT, и при наличии и при отсутствии шины процесса будут нормально работать.
- Синхронизация отсчётов с точностью 1 мкс через Ethernet становится обычным свойством.. Интерфейсы, интегрированные в коммутационное оборудование, в результате приведут к появлению первых интеллектуальных или поддерживающих МЭК 61850 выключателей и разъединителей.

- Рабочие группы, выбранные в 2014 году:
 1. Optimization of the design of PACS
 2. Application of Travelling Wave Technology for Protection and Automation
 3. Subsynchronous Resonance (SSR) Detection and Mitigation

- Темы сессии на 2016 год:
 - PS1 User experience of PACS design and maintenance
 - Protection and Control Life time Asset Management Strategy
 - Optimization of future PACS
 - PS2 Coordination of generator and grid protection (2010)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- *Стратегическое направление развития РЗА и ПА должно рассматриваться в совокупности со смежными системами.*
- *Развитие РЗА и ПА идет по пути реализации преимуществ и широких возможностей новой технологии. Будущее за интеллектуальными и многофункциональными устройствами.*
- *Объединение РЗА и коммуникационных схем призвано в корне изменить как саму систему РЗА, так и её роль в системе управления.*
- *успешное внедрение «умных» ЭЭС, глобальных распределенных систем мониторинга, защиты и управления требует решения проблемы КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ.*

Обобщение мировых тенденций развития техники и технологий в области релейной защиты и автоматики

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Тел. +7 (495) 735 42 44; +7 (8352) 39 00 45

nudelman@vniir.ru

