



В цифровых подстанциях мы видим огромный потенциал

В настоящее время не затихают дискуссии, надо или не надо в наше кризисное время, сопровождающееся дефицитом финансирования, совершенствовать старые и внедрять новые технологии в электроэнергетике. Ведь это дополнительные затраты, окупятся ли они, не снизят ли надёжность нашей электроэнергетики? Рассмотрим этот вопрос с позиции тех, кто считает, что внедрять новые технологии надо. Особенно перспективными с экономической точки зрения, по мнению многих ученых и специалистов, является направление по внедрению технологии «Цифровая подстанция». О том, что такое «цифровая подстанция», о сложностях и перспективах внедрения и об эффекте от внедрения мы побеседовали с заместителем главного инженера по эксплуатации основного оборудования ПАО «ФСК ЕЭС» Андреем ЕПИФАНОВЫМ



— Андрей Михайлович, что такое цифровая подстанция (ЦПС)?

— Для многих людей и даже для работников электроэнергетики это довольно далёкий и неоднозначно трактуемый термин. В нашем понимании «цифровая подстанция» — это подстанция, оснащённая информационно-технологическими

и управляющими системами, в которой информационный обмен между её элементами осуществляется цифровыми информационными потоками. Параметры информационного обмена задаются моделями данных, сервисами и протоколами в соответствии с серией стандартов МЭК 61850.

— Для непосвященных это набор не очень понятных терминов. Можете пояснить?

— Попробуем упростить. В настоящее время современная подстанция, как у нас в России, так и за рубежом, представляет собой гибридный набор различных технологических устройств: управления технологическими процессами (АСУ ТП), системы релейной защиты и противоаварийной автоматики (РЗ и ПА), системы обнаружения места повреждения (ОМП), автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета (АИИС КУЭ), автоматизированные измерительные системы контроля за технологическими параметрами подстанции и др. Каждое из этих устройств получает от измерительных трансформаторов напряжения и трансформаторов тока аналоговые сигналы, преобразует их в цифровые, и, соответственно, каждое из этих устройств и систем уже работает на цифровых принципах. Долгое время передача информации от измерительных трансформаторов к указанным видам устройств, а также между устройствами осуществлялась в аналоговом виде, по кабелям с медными жилами. Перелом настал с введением серии стандартов МЭК 61850, предложившей способ передачи информации в цифровом виде. В настоящее время есть целая линейка цифровых измерительных трансформаторов, являющихся элементами первичного оборудования подстанции, созданы устройства релейной защиты, автоматики и учёта, способные работать с данными полностью в цифровом виде. То есть, можно сказать, создается аппаратная платформа для цифровых подстанций.

— Новая техника, как правило, — это увеличение стоимости. В чём Вы видите привлекательность и эффективность «цифровой подстанции»?

— Давайте рассмотрим на примере существующих и строящихся объектов. Каждая подстанция занимает, как правило, довольно большую территорию, по которой для управления, релейной защиты, измерений прокладываются сотни километров кабелей с медными жилами, по которым передаются электрические аналоговые сигналы. Для создания этих коммуникаций требуется выполнение множества различных строительных и монтажных работ по обустройству кабельных тоннелей или лотков, прокладке кабелей. Эти проблемы осложняют проектирование, монтаж и наладку оборудования. Переход к ЦПС сводит к минимуму перечисленные проблемы, автоматически повышается надёжность и безопасность, так как цифровые технологии предусматривают использование постоянной диагностики всех подключений. Применение оптоволоконных кабелей позволяет значительно снизить трудоёмкость и объёмы выполнения работ. Кабели прокладываются более компактно и, по сравнению с традиционной ПС, их объём уменьшается на порядок. Для того чтобы эти принципы были практически реализованы с высокой надёжностью и обеспечивали выполнение функций аппаратурой РЗА, ПА и других

устройств, надо было ещё решить ряд непростых задач: разработать специальный протокол связи между устройствами, обеспечивающий доставку нужной информации в заданное время (счёт идет на миллисекунды и микросекунды) и с гарантированной точностью, чтобы цифровые информационные потоки, попавшие в аппаратуру РЗА, правильно были расшифрованы, поэтому все источники измерений должны быть точно синхронизированы между собой. Решение всех перечисленных выше задач и ряда других взяла на себя Международная Электротехническая Комиссия, разработав группу стандартов МЭК 61850 «Сети и системы связи на электроэнергетических объектах». Внедрение данных стандартов в полном объёме и создаёт возможности для создания технологии «Цифровая подстанция». Этот стандарт состоит из более чем 20 глав и охватывает вопросы проектирования систем автоматизации в электроэнергетике, конфигурирования устройств, правила организации информационных потоков между цифровыми терминалами, требования к устройствам, программу испытаний цифровых терминалов на соответствие стандарту, а также включает информационные материалы, описывающие лучшие практики по применению стандарта при построении систем.

— То есть эффективность ЦПС заключается в экономии кабелей?

— Это лишь попутный эффект, но отнюдь не главный. Переход на цифровую передачу данных открывает совершенно новые возможности. Например, возможность реализовывать проект в цифровом виде — «цифровое проектирование». Цифровое проектирование не просто в виде черчения в электронном виде, а возможность создания такой проектной документации, которую можно будет загружать непосредственно в устройства в виде файлов конфигурации. Это даёт нам выход на существенно иной уровень типизации технических решений, а как следствие — снижение количества ошибок, аварий, повышение надёжности.

Кроме того, цифровая передача данных между устройствами — это возможность по-новому взглянуть на аппаратный состав этих систем. Многие технические решения на энергообъектах принимаются, исходя из необходимости иметь разделённые друг от друга системы с разным функциональным назначением. Однако когда речь идёт про «цифру» и, в частности, про «оптику», где нет прямой гальванической связи между разными устройствами, всё становится иначе, появляется необходимость пересмотреть принятые нормативы и объединить первичные измерения для всех подсистем на единой шине.

Наконец, цифровая передача данных — это ещё и возможность добавления новых функций в существующую систему без необходимости её переработки. Можно сравнить это с современной электроникой, когда на ту же аппаратную платформу устанавливается новое программное обеспечение, открывающее доступ к новым функциональным воз-



Пилотное внедрение элементов ЦПС на действующей подстанции

возможностям. Именно в этом мы видим потенциал развития и создания решений, позволяющих гораздо эффективнее использовать информацию о работе оборудования, проводить его диагностику в темпе процесса, оптимизировать или полностью автоматизировать проведение плановых испытаний оборудования. Так, например, сегодня мы проводим опытную эксплуатацию системы мониторинга воздушных линий, работающей на базе выделения и обработки спектрального состава высокочастотных сигналов, позволяющих определять текущее состояние линии электропередачи и нештатные ситуации по их характерным шумам — «отпечаткам пальцев». Подобные алгоритмы будут находить более широкое применение и при диагностике силового оборудования. Здесь можно отметить опыт североамериканской ассоциации NASPI применения технологий синхронизированных измерений, направленных на диагностику оборудования и вторичных систем. Поэтому мы ожидаем от рынка не просто «цифровую подстанцию», а скорее набор интеллектуальных решений, позволяющих обеспечить высокую эксплуатационную готовность оборудования и при этом снизить издержки.

При использовании цифровых каналов для управления понижается требование по нагрузке на измерительные трансформаторы тока и напряже-

ния. Сегодня для сверхвысокого класса напряжения на рынке предлагаются оптические и электронные трансформаторы тока и напряжения, сопоставимые по цене с традиционными. Они технологичнее и проще в эксплуатации, не содержат масла либо элегаза и сердечника, вносящего нелинейные искажения за счёт насыщения и остаточного намагничивания. В настоящее время, внедрив подобный трансформатор тока на полигоне в ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», мы рассматриваем такое проектное решение для установки на ПП 500 кВ Тобол МЭС Западной Сибири.

— О «цифровых подстанциях» впервые начали говорить уже больше 7 лет назад, в то время как внедрение ограничивается лишь несколькими опытными проектами. Что же мешает широкомасштабному внедрению и чего не хватает для этого?

— Если говорить про нормативную проблему, то одним из основных препятствий на пути внедрения измерительных комплексов цифровых подстанций до недавнего времени являлось несовершенство существующего метрологического обеспечения и, в первую очередь, практически полное отсутствие отечественной нормативно-методической базы по метрологическому обеспечению ЦПС. В связи с этим

задача разработки отечественной нормативно-методической базы и технического обеспечения процессов метрологического контроля элементов ЦПС была одной из самых приоритетных задач на пути внедрения подстанций нового поколения. ПАО «ФСК ЕЭС» совместно с ФГУП «ВНИИМС» начали работу по практическому приведению принципа единства измерений до требуемого уровня. Помимо разработки нормативно-технических документов требуется также создание эталонной базы ЦПС, которая содержала бы необходимые технические средства для поверки цифровых измерительных трансформаторов, устройств сопряжения с шиной процесса, цифровых приборов учёта электроэнергии и другого оборудования, что было включено в цели работы ФГУП «ВНИИМС» в рамках НИОКР.

Результат этой работы заключается в том, что создаваемая нормативная база позволит проводить испытания и по их результатам вносить цифровые измерительные трансформаторы, устройства сопряжения с шиной процесса, счётчики электроэнергии с цифровым интерфейсом и другое оборудование ЦПС в реестр средств измерений и легитимно использовать его для целей построения систем измерений и коммерческого учёта электроэнергии. Это серьёзный шаг вперёд, который открывает нам возможность полностью использовать весь потенциал цифровых технологий.

В целом же необходимо отметить, что настоящий «бум» «цифровых подстанций» возможен только при значительном удешевлении и резком повышении функциональности предлагаемых решений.

— Можно ли утверждать, что теперь всё готово к серийному внедрению цифровых подстанций, или всё-таки какая-то работа ещё предстоит?

— Огромная работа по формированию идеологии метрологического обеспечения технологии «цифровая подстанция» в целом завершена. Параллельно в ПАО «ФСК ЕЭС» выполняется ряд пилотных проектов, опыт проектирования и реализации которых учитывается при разработке новых нормативов. Отдельные нормативные документы, носящие внутриведомственный характер, будут введены в работу в качестве стандартов ПАО «ФСК ЕЭС». Основные документы пакета 61850 сегодня заявлены в планы и будут утверждены в качестве национальных стандартов. Параллельно мы запустили ещё одну достаточно масштабную работу в этой области, касающуюся типизации и создания каталога проектных решений, в том числе в области цифровых подстанций.

Сегодня значительная часть в конечной стоимости устройств вторичной коммутации на ПС уходит на проектирование, монтаж и наладку. Именно в этой области следует искать возможности для повышения эффективности. Некоторые производители РЗА уже сейчас это понимают, начинают разрабатывать соответствующие типовые линейки, средства автоматизированного проектирования, поэтому мы, являясь одним из крупнейших потребителей, хотим

определить прикладные профили стандарта МЭК 61850, применимые в рамках объектов ПАО «ФСК ЕЭС», и формализовать требования к устройствам в части поддержки в них стандарта МЭК 61850, чего до сих пор у нас не было. Здесь мы, в частности, опираемся на опыт европейских коллег из объединения ENTSO-E. Для электросетевых компаний Европы нормальная практика требовать предоставления файла описания конфигурации подстанции в соответствии с МЭК 61850 в качестве результата работы по проектированию и наладке. Это позволяет снять массу вопросов, связанных с расширением объекта в будущем и его текущей эксплуатацией. У нас пока такой практики нет, но работа по созданию прикладных профилей и каталога типовых решений призвана эту задачу решить, попутно автоматизировав процедуру приёма результатов работ по проектированию, контролю правильности принимаемых проектных решений — всего того, что сегодня делается исключительно вручную. После того как и эта работа будет завершена, а параллельно будет реализован ещё ряд «пилотных» проектов, уверен, мы сможем перейти к созданию цифровых подстанций на новом уровне.

— Как далеко в строительстве «цифровых подстанций» продвинулись за пределами России?

— Лидером в строительстве «цифровых подстанций» безусловно является Китай, который ежегодно вводит в эксплуатацию несколько десятков таких ПС. Однако стоит отметить, что технологии китайских коллег несколько отличаются от принципов построения ЦПС, принятых в ПАО «ФСК ЕЭС», и зачастую не соответствуют требованиям международных стандартов. Всемирно известные бренды, такие как Alstom (GE), ABB, имеют пилотные объекты применения цифровых измерений и защит. Например, ПС «Осбальтвик» (Великобритания, КРУЭ 420 кВ), ПС «Сомад» (Франция, КРУЭ 245 кВ) со встроенными трансформаторами тока с катушкой Роговского, электронными трансформаторами напряжения, протоколами связи МЭК 61850-9-1, МЭК 61850-9-2, счётчики LANDIS+GYR, реле дифференциальной защиты Alstom, дистанционные защиты Alstom и Siemens.

— На основании всего сказанного складывается впечатление, что с цифровыми подстанциями Вы связываете большое будущее, так ли это?

— Да, в цифровых подстанциях мы видим огромный потенциал. В переходе на «цифру» для обмена информацией в рамках всех вторичных систем подстанций мы видим возможность для полного пересмотра структуры построения этих систем, делая их надёжнее и, одновременно, эффективнее, а сами подстанции безопаснее, но надо понимать, что это очень ответственная работа, и она должна проводиться последовательно.

Беседовала Екатерина ГУСЕВА