

О.В. Моисейченко

## ДАЛЬНИЙ ВОСТОК КАК ПЕРЕДОВАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

*В настоящее время быстрыми темпами развиваются современные технологии в области электроэнергетики. Наблюдается неуклонный рост потребления энергоресурсов на душу населения, тем самым гарантируя увеличение числа энергообъектов, заставляя пересматривать отношение к решению задач автоматизации и управления ими. Как следствие, объектам энергетики стал необходим высокий уровень автоматизации, когда практически все задачи могут осуществляться в цифровом виде, сокращая труд персонала и гарантируя высокий уровень управления. Объектом, удовлетворяющим данным требованиям, является цифровая подстанция.*

*Ключевые слова: цифровая подстанция, протокол МЭК 61850, цифровизация, GOOSE-сообщения, micro RTU.*

## FAR EAST AS A FRONT AREA FOR THE INTRODUCTION OF DIGITAL SUBSTATIONS

*At present, modern technologies have significantly advanced in the field of electric power. Every day, there is a steady increase in energy consumption per capita, thereby guaranteeing an increase in the number of energy facilities as a whole, forcing you to reconsider your attitude to solving automation and management problems. As a result, energy facilities need a high level of automation, when almost all tasks can be performed digitally, thereby reducing the labor of personnel and guaranteeing a high level of automated management. The object that meets these requirements is a digital substation.*

*Key words: digital substation, IEC 61850 Protocol, digitization, GOOSE messages, micro RTU.*

DOI: 10/22250/jasu.19

### Введение

Реализация цифровых технологий в мире началась более 20 лет назад, с появлением первых на тот момент устройств релейной защиты и автоматики, элементная база которых представляла собой микропроцессор. В настоящее время тенденция перехода на микропроцессорное оборудование становится все более актуальной, в том числе и для отечественной энергетики. И становится небезосновательно. Микропроцессорная элементная база – это малые габариты, малое электропотребление и низкий уровень погрешности. Именно повсеместная замена старого оборудования, повлекшая повышение уровня автоматизации, побудила создать цифровую подстанцию, которая является наилучшим вариантом для реализации современных информационных технологий.

ЦПС имеет целый ряд преимуществ перед традиционной подстанцией в силу новых конструктивных решений и высокого уровня автоматизированного управления: высокий уровень энерго-

сбережения, более компактные размеры, а также высокую надежность. Но у внедрения ЦПС есть и противники, так как этот процесс является затратным и должен быть экономически обоснованным. Важно отметить, что сам термин используется не только по отношению к вторичному оборудованию на подстанции и способу передачи данных между ними. Коммутационные аппараты, реакторы и прочее основное электрооборудование должно удовлетворять критериям, свойственным ЦПС. Но высокая развитость объекта в плане цифровых технологий еще не определяет его как цифровую подстанцию, процесс проектирования, а также конфигурацию систем автоматизации определяет Международный протокол МЭК 61850, включающий несколько глав. На основании данного Протокола предъявляются требования к силовому электрооборудованию, а также к устройствам передачи данных, языку описания конфигурации для обмена данных и связи между подстанциями. Таким образом, цифровая подстанция – сложный энергообъект, удовлетворяющий всем требованиям Протокола МЭК 61850 и обладающий высокой степенью автоматизации и контроля.

### Структурные особенности ЦПС

В отличие от обычной подстанции на цифровой предлагается разделять вторичное оборудование на три уровня – полевой, уровень присоединения и уровень подстанции. Первый включает все интеллектуальные модули силового оборудования – трансформаторов и коммутационных аппаратов. В настоящее время выпускаются модели, способные напрямую подключаться к информационной сети подстанции, однако отсутствие у силового оборудования блоков, позволяющих это сделать, означает использование дополнительных модулей.

Для измерительных трансформаторов в качестве такого модуля может быть выбран БЭ2502V700 компании «ЭКРА», а для коммутационного оборудования – Micro RTU. Отдельного внимания заслуживает новый класс измерительных трансформаторов, выпускаемых специально для цифровых подстанций, – волоконно-оптические трансформаторы. Они лишены многих недостатков, свойственных их электромагнитным аналогам. В основе работы такого инновационного оборудования лежат оптические процессы, т.е. на выходе оптического блока этого аппарата формируется аналоговый световой сигнал, который посредством дальнейших процессов преобразуется в данные.

Уровень присоединения вторичного оборудования включает в себя релейную защиту и автоматику, а также прочие системы сигнализации, блокировки и т.д. Они имеют связь с уровнем подстанции и принимают данные от силового оборудования, поддерживая с ним непосредственную связь и возможность управления. И наконец, последний уровень включает в себя системы сбора данных и управления, здесь происходит обработка информации.

Но если мы делим по уровням вторичное оборудование, которое совершает постоянный обмен данными и командами, то и сами данные должны быть разделены. Согласно протоколу МЭК 61850, выделяются три типа данных. К первому относится поток информации, который заполняет шину подстанции. Для такого большого количества данных, составляющих этот поток, не имеет значения скорость передачи, поэтому такая информация передается посредством MMS-сообщений. Однако для оборудования РЗА есть еще два типа сигналов, для которых высокая скорость передачи является приоритетом. Это результаты мгновенного измерения тока и напряжения, которые в совокупности формируют SV-сообщения. Помимо сигналов, несущих данные об измерениях, существуют дискретные сигналы, передающиеся в GOOSE-сообщениях, правило формирования которых описывается в протоколе МЭК. Такие сообщения, в отличие от MMS, передаются с минимальными задержками, так как набор данных, необходимый для их создания, непрерывно транслируется в общую сеть. GOOSE-сообщения включают информацию, помогающую диагностировать неполадки в сети и в случае необходимости восстановить потерянные данные. Таким образом, высокая развитость передачи данных на цифровой подстанции упрощает ее обслуживание и уменьшает вероятность неправильной работы оборудования.

### Надежность и качество

ЦПС в перспективе лишена тех проблем, которыми характеризуется обычная подстанция, значительная часть ее неисправностей приходится на повреждение оборудования. Иногда ситуация может стать критической и привести к потенциальной угрозе для жизни людей либо к полному отказу вторичной системы. Использование оптических проводников в качестве основных на цифровой подстанции позволяет устранить большое количество проблем, характерных для меди. Другим немаловажным фактором является то, что при оптических каналах связи решается проблема электромагнитной совместимости, которая стала остро ощущаться с наступлением массовой замены электромеханических реле на микропроцессорные. Любое технологическое оборудование на ЦПС подразумевает наличие систем мониторинга, что позволяет в любой момент оценить его состояние и вероятность возникновения неполадки.

Таким образом, мониторинг состояния каждого элемента подстанции влечет за собой повышение эффективности и надежности как отдельно взятой единицы оборудования, так и всей системы в целом, позволяя вовремя выявить неисправность и сократить риск возникновения аварии. Немаловажным аспектом надежности является качество информации, которая на цифровой подстанции многократно дублируется, давая возможность использовать более совершенные алгоритмы управления. За счет замены традиционного силового оборудования оптическим можно избавиться от метрологических ограничений, тем самым значительно уменьшив погрешность измерений, сделав их более точными и объемными, что повышает качество информации, необходимой для работы подстанции.

### Современные тенденции

В настоящее время в мировой энергетике существуют два противоположных мнения о целесообразности создания цифровых подстанций. Ведь создание такого объекта – это не только большие материальные вложения, но и проблема кадров. Специалист, работающий на объекте такого уровня, должен обладать не только соответствующим уровнем технической компетенции, но и стремиться к саморазвитию и личностному росту. Переход на решение задач посредством цифровых технологий не означает, что человек перестает играть самую важную роль в обслуживании подстанции, но требует от него высокого уровня знаний и легкости в освоении новых технологий. С другой точки зрения, каждый год число инвестиций, вкладываемых передовыми энергетическими компаниями в развитие цифровых технологий, растет, что свидетельствует о целесообразности создания цифровых подстанций.

### Опыт реализации

Одной из стран, которая не стала воспринимать реализацию цифровых подстанций в штыки, стала КНР. Еще в 2003 г. в ней началась исследовательская работа по созданию ЦПС. Более чем за 10 лет уровень автоматизации пилотных подстанций существенно менялся, значительно продвигаясь вперед. Ведь для реализации такого объекта необходима разработка отечественного оборудования, соответствующего стандартам МЭК. Как результат, в настоящее время технология ЦПС в Китае стремительно развивается, а количество реализованных объектов данного типа говорит об их целесообразности.

Но если в КНР уже давно существует база для создания ЦПС, то наша отечественная энергетика только подходит к этому, и тот факт, что китайские технологии принципиально отличаются от российских стандартов, поставил вопрос о создании собственных устройств для реализации цифровой подстанции. Таким образом, в 2011 г. ведущие научно-производственные предприятия России (ООО НПП «ЭКРА» и др.) подписали соглашение о разработке собственных аналогов китайских устройств, а также своей системы автоматизированного проектирования ЦПС. Именно это и дало начало созданию на территории РФ пилотных проектов цифровых подстанций.

Лидер в данном вопросе – компания ПАО «ФСК ЕЭС», которая активно инвестирует в цифровые проекты. В качестве приоритета для нее стала цифровизация сетей Дальнего Востока как развивающегося региона страны. Помимо того, цифровизация затрагивает крупные транспортные системы ДФО (Байкало-Амурская магистраль) и территории опережающего развития (Хабаровск). В результате Дальний Восток является лидером по цифровизации энергосистемы. Так, ФСК реализован проект, который заключался в обследовании ЛЭП с помощью беспилотников. На основании данных, полученных при облете линий, протяженность которых составляет более 5 тыс. километров, была создана трехмерная модель, позволяющая анализировать состояние линий, что значительно облегчает решение вопросов, связанных с их ремонтом и реконструкцией.

В перспективе планируется строительство новых подстанций, уровень автоматизации которых будет соответствовать стандартам МЭК. Будет также произведена цифровизация действующих объектов – Благовещенской и Петровск-Забайкальской ПС. Такое решение позволит минимизировать риск возникновения аварий, а также сократить оперативный персонал, который занимается непосредственным обслуживанием линий. Сокращение персонала откроет дорогу новым компетентным специалистам, имеющим дело с информационными технологиями. Немаловажным является и прокладка современных линий связи, которые позволят осуществить трансформацию электросетевого комплекса. В прошлом году ФСК перевела на телеуправление более 10 подстанций, что позволило сократить время на плановые переключения, повысить качество работы энергообъектов и сократить материальные расходы в результате снижения ошибочных действий в системе.

### Заключение

Реализация цифровых решений не только позволит усовершенствовать инфраструктуру ДФО, но и откроет дорогу новым специалистам, ежегодно выпускающихся из вузов Дальнего Востока. Цифровизация подстанции «Благовещенская» даст возможность проходить стажировку не только студентам АмГУ, но и тем работникам, кто не боится перехода на совершенно новые технологии. Развитие цифровых решений позволяет не только сократить отток молодых кадров, но и повысить их квалификацию в соответствии с современными технологиями. Повышение уровня контроля и безопасности приведет к снижению рисков аварий и большей эффективности энергосистемы в целом. Разумеется, на реализацию многих проектов требуются инвестиции, что не означает убыточности компаний, а наоборот, будет способствовать их развитию.

---

1. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС). Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007- 29.240.10.248, 2017.

2. Протокол МЭК 61850. Коммуникационные сети и системы подстанций. Общий обзор для пользователей / Drew Vaigent, Mark Adamiak, Ralph Mackiewicz.

3. Цифровая подстанция. Подходы к реализации / А. Данилин, Т. Горелик, О. Кириенко, Н. Дони // Энергетика. Электротехника. Связь. ЭЭПР. – 2012. – № 3.