

**ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ  
«ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ»**

**Якименко К.К.**

Научный руководитель доцент С.М. Юдин

*Национально исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Одним из ключевых направлений деятельности Системного оператора является оценка эксплуатации и результатов функционирования устройств релейной защиты и автоматики, что подразумевает выявление причин неисправностей и разработку оптимальных решений по совершенствованию устройств РЗА [1]. Одним из таких решений является установка на объектах электроэнергетики современных комплексов релейной защиты с применением технологии «Цифровая подстанция».

Ключевыми аспектами цифрового программно-аппаратного комплекса подстанции является регламентированное представление данных для свободного использования устройств разных производителей и оцифровка всего объема измерений, сигналов и команд, характерных основному электрооборудованию и устройствам защиты, контроля, управления и мониторинга [2]. Оцифровка допускает переход на совершенно новый уровень реализации работы оборудования подстанций, функций защиты, управления и контроля, позволяя снизить количество оборудования, кабелей, помех, а также снижая затраты по расширению подстанций. Стоит отметить, что актуальный уровень развития продвигаемых практических решений в этой области отчасти и интерпретирует определение «цифровой подстанции» на сегодняшний день.

Использование технологии ЦПС позволяет улучшить эффективность функционирования РЗА по сравнению с классическими микропроцессорными устройствами защиты с 95,6 % до 95,9 % из-за устройств самодиагностики и резервирования элементов схемы защит и вплоть до 97,2 % в будущем за счет совершенствования существующей методики ТО, которая способствует полноте проверок защит [3].

Однако отсутствие или недостаточность в электроэнергетической отрасли нормативно-технической документации, включающих требования к проектированию, настройке, эксплуатации «Цифровых подстанций», требования к устройствам РЗ, СА, ПА, РАС, и ОМП на базе МЭК 61850, организации «шины процесса» и «шины станции» создает риски неправильного функционирования устройств защиты и автоматики, что непосредственно влияет на надежность работы Единой энергетической системы России в целом. Также проблемы могут возникнуть из-за отражения не всех особенностей функционирования оборудования, и каждый производитель обладает относительной свободой в реализации, что в последующем может отразиться на совместной работе устройств разных производителей. В связи с вышесказанным проекты с применением технологий ЦПС для организации релейной защиты ЛЭП и оборудования на особом контроле у исполнительного аппарата АО «СО ЕЭС». Распределение ответственности за технические решения фиксируют соответствующими протокольными решениями по каждому объекту электроэнергетики, где в основном собственники несут ответственность в части выбора топологии и методов резервирования информационной сети, проверки обеспечения быстродействия на соответствие требованиям МЭК 61850-5 и т.д. Филиалы АО «СО ЕЭС» осуществляют лишь рассмотрение и согласование документации и решений по устройствам РЗА.

Более того, в ходе опытной эксплуатации устройств релейной защиты ЦПС возникли трудности по типу нарушений синхронизации точного времени, что приводит к неисправности SV-потоков, или же при наложении осциллограмм, полученных от электромагнитных и оптических трансформаторов тока, выявлено расхождение между одноименными фазами по разному ряду причин. Типовыми проектными решениями может быть предусмотрено полное резервирование инновационных функций РЗ и СА, существующими классическими устройствами РЗА для исследования особенностей работы на период опытной эксплуатации.

Отсутствие достаточной квалификации специалистов также является проблемой, которую необходимо решить в целях повышения качества рассмотрения проектной/рабочей документации. В целях повышения квалификации рекомендуют проходить курсы для персонала по Стандарту МЭК 61850.

Еще одним немаловажным аспектом является используемое оборудование. В настоящее время в условиях сложной геополитической ситуации доступ к западному оборудованию может не представляться возможным либо же крайне осложнен. Поэтому возможны ситуации, когда на рынке представлен только один производитель, что в отсутствие конкуренции негативно сказывается на развитии сферы и рынка. Это может выливаться в ситуации, когда устройства по отдельности работают верно, но в совокупности возникают ошибки, причины возникновения которых занимают очень много времени для выяснения.

Подводя итог вышеописанному, приведу основные сложности на пути внедрения цифровых подстанций и технологий, связанных с протоколом МЭК 61850:

- необходима выработка общих принципов и не одно совместное техническое совещание по вопросам внедрения цифровых электрических сетей в ЕЭС России;
- доступность, стоимость и совместимость оборудования;
- квалификация специалистов;
- нехватка опыта при проектировании и эксплуатации.

Литература

1. «Информация о результатах функционирования устройств РЗА в ЕЭС России в 2023 году» [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://www.so-ups.ru/functioning/tech-base/rza/rza-account-analys/rza-results-info/2023>, свободный – (10.03.2024).

2. «Цифровая подстанция согласно НТД» [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://raschet.info/cifrovaya-podstanciya-soglasno-ntd/>, свободный – (10.03.2024).
3. Симаков А. В., Харламов В. В., Чернев М. Ю. Разработка математической модели функционирования электротехнических комплексов релейной защиты цифровых подстанций // Омский научный вестник. 2023. № 1 (185). С. 93–98. DOI: 10.25206/1813-8225-2023-185-93-98.