

УДК 621.311:621.39

*Теплых Андрей Вячеславович,
Евсеев Александр Станиславович,
студенты,*

2 курс, факультет «электротехнический»

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»

Россия, г. Самара

Научный руководитель: Петровский Сергей Валерьевич,

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»

Россия, г. Самара

ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ МЭК 61850 И DNP3 В ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ: АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ

***Аннотация:** в статье рассматривается цифровая подстанция, как объект энергосистемы. Применение стандарта МЭК 61850, основные характеристики и критерии внедрения в подстанцию. Раскрываются архитектурные принципы построения цифровой подстанции, основные каналы связи для передачи данных. Особое внимание уделено сравнительному анализу стандарта МЭК 61850 и DNP3. Проводится анализ протоколов МЭК 61850 и DNP3 с позиции их внедрения в цифровую подстанцию, с учётом современных требований.*

***Ключевые слова:** цифровая подстанция, МЭК 61850, DNP3, протоколы связи, релейная защита, надёжность энергосистем.*

***Abstract:** the article considers a digital substation as an object of the energy system. Application of the IEC 61850 standard, main characteristics and criteria for implementation in a substation. The architectural principles of building a digital substation and the main communication channels for data transmission are revealed.*

Special attention is paid to the comparative analysis of the IEC 61850 and DNP3 standards. The IEC 61850 and DNP3 protocols are analyzed from the perspective of their implementation in a digital substation, taking into account modern requirements.

Key words: *digital substation, IEC 61850, DNP3, communication protocols, relay protection, reliability of power systems.*

Цифровизация давно проникла во все ключевые аспекты нашей жизни. От медицины до энергетики. Так или иначе, цифровизация коснулась каждую сферу и каждое предприятие. Поэтому переход от традиционных подстанций к цифровым, уже не кажется чем-то далёким и абстрактным. На сегодняшний день это наше будущее. Конечно же, нельзя отрицать того факта, что переход будет долгим, финансово и организационно трудным.

Классический протокол DNP3 разрабатывался с учётом устаревших стандартов для задач диспетчерского управления, где скорость передачи сигналов не была столь важна. Однако с появлением все новых задач, с условием реального времени, требования к коммуникационной инфраструктуре возросли.

Стандарт МЭК 61850 был разработан как решение для автоматизации подстанций. Разработка стандарта направлена на повышение надёжности, безопасности и скорости систем подстанции, упрощение внедрения оборудования разных производителей.

Архитектура цифровой подстанции представляет собой многоуровневую систему, основанную на применении стандарта МЭК 61850. В отличие от традиционных подстанций, где широко применяются медные кабели, цифровая подстанция использует сетевую модель передачи информации, что обеспечивает гибкость и высокую автоматизацию всех процессов.

Стандарт МЭК 61850 был разработан как решение для автоматизации цифровой подстанции. Его ключевая идея заключается в переходе от отдельных сигналов к передаче структурированной информации с чётко определенным значением. Это позволяет не просто передавать данные, а распознавать их вне зависимости от производителя устройств, что существенно облегчает эксплуатацию.

Для передачи данных стандарт МЭК 61850 использует несколько специальных протоколов. Одним из них является протокол GOOSE, предназначенный для передачи событий в реальном времени. Этот протокол работает на базе Ethernet и использует широковещательную передачу, что позволяет избежать задержек передачи сигналов, что важно для систем автоматики и релейной защиты. Вторым важным протоколом является MMS. Он применяется для обмена данными между устройствами и системами управления, такими как SCADA. Также, MMS обеспечивает передачу диагностических и управляющих данных. Третьим механизмом является Sampled Values, который обеспечивает непрерывный поток электрических сигналов (тока и напряжения) в виде цифровых данных. Но стандарт МЭК 61850 имеет ряд ограничений, одним из которых является высокая стоимость и сложность внедрения. От инженеров, работающих со стандартом МЭК 61850, требуется серьёзное специализированное обучение и, конечно же, опыт работы со стандартом. Так же растут затраты на настройку и проектирование. Использование Ethernet - сетей делает систему уязвимой для кибератак - перехват GOOSE сообщений, несанкционированного доступа. МЭК 61850 часто оказывается нерентабельным для малых подстанций и простых систем, проще и экономичнее применять более традиционные протоколы.

Архитектура цифровой подстанции на база МЭК 61850 включает в себя три основных уровня. Процессный - измерение физических данных, с помощью трансформаторов и датчиков, а также их оцифровку в объединяющие устройства. Уровень присоединения - интеллектуальные

устройства, выполняющие функции релейной защиты, автоматики и управления. Станционный - серверы, SCADA, обеспечивающие мониторинг и управление подстанцией. Вся архитектура основана на использовании Ethernet - сетей, что позволяет сократить количество медных кабелей и повысить гибкость системы.

В качестве альтернативы стандарту МЭК 61850 рассмотрим прокол DNP3. Изначально данный протокол использовался в телемеханике. Он построен на архитектуре «master-slave». Данная модель описывает систему, где одно устройство управляет другим. Основными характеристиками DNP3 являются событийно - ориентированная передача данных, буферизация информации при временных сбоях связи и поддержка временных меток, позволяющих фиксировать момент возникновения событий. Эти особенности делают протокол устойчивым к перебоям с сетями и достаточно простым в реализации. Но также протокол DNP3 имеет и недостатки. Основной недостаток — это высокая задержка передачи данных, что является недопустимым для цифровых подстанций нового времени. Так же, в отличие от стандарта МЭК 61850, есть недостатки, связанные с внедрением устройств разных производителей, что сказывается на финансовой стороне вопроса. С точки зрения кибербезопасности, DNP3 имеет ряд недостатков. Он разрабатывался без учета современных угроз информационной безопасности. Протокол не предусматривает шифрование данных или защиту от подмены сообщений. Это делает его уязвимым к ряду кибератак.

В ходе анализа, можно увидеть существенные отличия между МЭК 61850 и DNP3. МЭК 61850 более ориентирован на современные цифровые подстанции, поддерживает передачу данных через современные механизмы, MMS, GOOSE, SV. Он обеспечивает минимальные задержки и высокую степень интеграции. В результате МЭК 61850 лучше подходит для построения цифровых подстанций и систем реального времени, тогда как DNP3 остаётся актуальным для задач телемеханики и удалённого мониторинга. В то же время

нельзя полностью исключать DNP3 из практического применения. Он остаётся востребованным в существующих инфраструктурах, особенно в условиях ограниченных ресурсов или нестабильных каналов связи.

Таким образом, переход к цифровым подстанциям, это достаточно сложный, многоэтапный и затратный процесс, требующий комплексного подхода к модернизации существующей инфраструктуры, а также внедрения современных коммуникационных стандартов, среди которых МЭК 61850 выходит на первый план. Он обеспечивает основу для создания интеллектуальных энергосистем, повышая скорость, надёжность и эффективность управления. А также открывает новые возможности для внедрения передовых технологий, включая системы автоматизации, удалённого мониторинга и диагностики, а также элементов интеллектуального анализа данных, что в совокупности способствует повышению уровня цифровизации электроэнергетической отрасли.

Список источников:

1. Гунгор В., Шахин Д., Кочак Т. Технологии Smart Grid: коммуникационные технологии и стандарты. – IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2011.
2. Материалы конференции «Цифровая подстанция. Стандарт МЭК 61850» // НТЦ ФСК ЕЭС, СИГРЭ Россия. – 2017.
3. Обзор стандарта МЭК 61850 и его применения в энергетике // технические материалы и публикации.
4. РФ. Росстандарт. ГОСТ Р МЭК 61850-7-1-2009. Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанции и линейного оборудования. Раздел 1. Принципы и модели: утв. приказом: № 847 от 15.12.2009. М., 2009. 111 с

5. Симонов А.М., Паршин В.А., Нагиев А.Р. Цифровая подстанция и промышленные проблемы // Современные тенденции в науке, технике, образовании. 2018. № 2. С. 83-84.