



Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ КОНФИГУРАЦИИ И ВЕРИФИКАЦИИ ФАЙЛОВ SCL ЦПС

¹Сидоров В.А., Алиусманов Г.Э., Антонов Р.Б., Климчук И.В., Медведев М.С.
ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ", Москва, Россия (111250,
г.Москва, Красноказарменная ул., 14, стр.1), e-mail: ¹SidorovVaAl@yandex.ru

В данном исследовании произведен обзор существующих отечественных и зарубежных программных комплексов для конфигурации и верификации электронной документации на языке SCL, разрабатываемой при проектировании цифровых подстанций.

Ключевые слова: Цифровая подстанция (ЦПС), МЭК 61850, интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ), электронная документация (ЭД), Substation Configuration description Language (SCL).

ANALYSIS OF EXISTING TOOLS FOR CONFIGURATION AND VERIFICATION OF SCL FILES OF THE CPS

¹Sidorov V.A., Aliusmanov G.E., Antonov R.B., Klimchuk I.V., Medvedev M.S.
"National Research University "MPEI", Moscow, Russia (111250, Moscow, Krasnokazarmennaya
st., 14, bild.1), e-mail: ¹ SidorovVaAl@yandex.ru

This study provides an overview of existing national and foreign software systems for the configuration and verification of electronic documentation in the SCL language developed in the design of digital substations.

Keywords: Digital substation (DS), IEC 61850, intelligent electronic device (IED), electronic documentation (ED), Substation Configuration description Language (SCL).

В соответствии с приоритетами, обозначенными Президентом Российской Федерации, и положениям утвержденной в 2017 году национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» Минэнерго России при активном участии компаний ТЭК сформирован ведомственный проект «Цифровая энергетика». Проект направлен на преобразование энергетической инфраструктуры России и ее цифровизацию [1].

В рамках данного проекта предусмотрено также создание цифровых подстанций. Опыт разработки проектной документации РЗА ЦПС говорит о несовершенстве процесса работы с файлами формата SCL, предусмотренным стандартом МЭК 61850. Особенно часто встречаются проблемы, связанные с неправильной конфигурацией и отсутствием верификации файлов ЭД. Поэтому необходимо производить комплексную проверку файлов ЭД уже на фазе проектирования для предотвращения ошибок на последующих этапах жизни ЦПС, что в свое время ускорит процесс ввода подстанции в эксплуатацию.

Автоматическое выполнение требуемых проверок с помощью специализированных программ значительно ускоряет этот процесс и снижает вероятность ошибки, исключая человеческий фактор.

Оформление проектной документации предполагает разработку принципиальных и монтажных схем [2]. Часть современной проектной документации формируется с использованием файлов конфигурации SCL. Вся информация о применении цифровых технологий на подстанции должна быть интегрирована в соответствующие тома проектной документации (ПД) и комплекты рабочей документации (РД) [3].

Первичная схема энергообъекта, реализуемые на нем функции, конфигурации ИЭУ и информационного обмена между ними на цифровых подстанциях описывается на языке Substation Configuration description Language (SCL), созданном на основе расширенного языка разметки XML (eXtensible Markup Language), согласно МЭК 61850-6 [4]. Язык SCL был разработан для эффективного обмена информацией между устройствами ЦПС различных производителей и для формального описания этого обмена. Данный язык включает описание моделей терминалов и информацию о сетевых отношениях между устройствами, в том числе между терминалами и первичным оборудованием.

Стандарт МЭК определяет шесть типов конфигурационных файлов на языке SCL, создание которых производится на этапе проектирования:

- ICD (IED Capability Description) содержит описание всех логических устройств, логических узлов, объектов и атрибутов данных, входящих в состав описываемого физического устройства, а также описание возможностей осуществления коммуникаций;
- IID (Instantiated IED Description) содержит предварительно сконфигурированную информационную модель ИЭУ, а также предустановленные коммуникации;
- SSD (System Specification Description) содержит описание однолинейной схемы и функций подстанции, а также требуемые логические узлы;
- SCD (System Configuration Description) служит для описания конфигурации цифровой подстанции, описывает все коммуникации на ней;
- CID (Configured IED Description) содержит описание сконфигурированного ИЭУ;
- SED (System Exchange Description) содержит описания межсистемного обмена и описывает коммуникационные связи между отдельными системами, описанными в виде SCD-файлов.

Таким образом, XML-подобный язык SCL удобен при описании структурированной информации и в некоторой степени остается воспринимаемым человеком. Однако на практике файлы SCL содержат огромное количество кода, поэтому полное и точное понимание и анализ этих файлов человеком не представляется возможным.

Верификация является базовым и обязательным этапом проверки электронной проектной документации на языке SCL. Схема SCL как часть стандарта МЭК 61850 распространяется Международной Электротехнической Комиссией вместе со стандартом в виде набора файлов XSD, которые и используются для верификации. Сегодня существуют несколько версий схем SCL, которые могут быть использованы для ее верификации: схемы редакций 1, 2 и 2.1 стандарта МЭК 61850.

Иногда производители вносят изменения в набор файлов, чтобы произвести согласование со своими конфигурационными файлами, что в перспективе приводит к функциональной несовместимости [5]. К тому же вследствие отсутствия четкого нормативного регламента, большинство производителей оборудования программно-аппаратного комплекса ЦПС имеют собственное программное обеспечение для создания и конфигурации SCL-файлов, заточенное конкретно под свое оборудование. Это, в свою очередь, связано с тем, что некоторые пункты стандарта МЭК 61850 описаны лишь в общих чертах и оставлены на усмотрение производителя, поэтому конфигурация некоторых параметров разнится от производителя к производителю [6].

Таким образом, электронную документацию (ЭД) необходимо проверять на стадии проекта, ведь подобная ошибка выявится на стадии пуско-наладки и приведет к затягиванию работ. Проверка ЭД для человека была бы крайне трудоемким процессом, к тому же велика вероятность ошибок, поэтому необходимо использовать программные комплексы для автоматической проверки ЭД.

Для верификации проектной документации наилучшим решением будет использование независимого ПО. Такой подход позволит автоматически выявлять несоответствие документации стандарту МЭК и избежать несовместимости. Особенно актуально это в проектах, где используется ИЭУ различных производителей.

На данный момент существует ряд программных комплексов для осуществления проверок на разных стадиях жизненного цикла ЦПС, выполняющих спектр различных задач.

- Программный комплекс «SCADA Studio – Симулятор устройств»

SCADA Studio — это модульный программный продукт, представляющий собой единую платформу для параметрирования и наладки систем автоматизации на базе стандарта МЭК 61850.

Программный комплекс SCADA Studio включает в себя конфигуратор SCL/CIM, который предназначен для автоматизированного проектирования коммуникационных сетей и систем подстанций (в том числе цифровых) в соответствии со стандартом МЭК 61850-6 (SCL) [7].

- Программный комплекс «Test Suite Pro»

«Test Suite Pro» — это приложение Windows, содержащее инструменты, необходимые для тестирования и устранения неисправностей по стандарту МЭК 61850 в лаборатории, во время процесса ввода в эксплуатацию и текущего обслуживания на подстанции от компании Triangle MicroWorks.

Приложение «Test Suite Pro» предоставляет возможности тестирования новой реализации МЭК 61850, индивидуального тестирования и валидации ИЭУ, помощи в подготовке к формальному тестированию соответствия. Программа реализует следующие функции: автоматизированное тестирование с помощью упорядоченных тестов, визуализация потоков сигналов и их синхронизации в сети, быстрый поиск и устранение системных ошибок из-за устаревших конфигурационных файлов, а также проверка файлов SCL.

С помощью инструмента «SCL Verify» возможно проводить проверку совместимости файлов SCL, идентификацию отсутствующих/неверных параметров файла. В результате работы программы отображаются предупреждения или ошибки [8].

- Программный комплекс «ASE 61850 Suite»

«ASE 61850 Suite» — это программный комплекс на базе Windows, содержащий инструменты для тестирования файлов МЭК 61850, который обеспечивает эксплуатацию и обслуживание цифровых подстанций. Программный комплекс позволяет сканировать сеть или загружать в нее инженерные модели, идентифицировать, подключать и обнаруживать модели данных ИЭУ, а также отслеживать и контролировать их состояния.

«ASE 61850 Suite» поддерживает моделирование стандартных файлов SCL, одновременное моделирование нескольких ИЭУ, а также способен связывать различные интеллектуальные электронные устройства и их логические функции со спецификациями подстанции [9].

- Программный комплекс контроля жизненного цикла ЦПС «Теквел Парк»

«Теквел Парк» — это система управления жизненным циклом цифровой подстанции, оказывающая поддержку инженерам на разных стадиях реализации проекта: от проектирования до эксплуатации. «Теквел Парк» является уникальным инструментом для визуализации коммуникаций между устройствами различных фирм-производителей.

Система включает следующие функции: визуализация цифровых коммуникаций на основании файла электронной проектной документации SCD, автоматизированный анализ правильности разработки файлов электронной проектной документации SCD, версионирование файлов электронной проектной документации SCD, анализ соответствия конфигурации и трафика сети на соответствие файлу электронной проектной документации SCD. На стадии проектирования могут быть использованы следующие возможности «Теквел Парк»: хранение SCD-файлов, система контроля версий и организация коллективного доступа к ним, верификации SCL-файлов, проверка целостности конфигурации, анализ на предмет наличия ошибок и недостатков конфигурации, оценка возможности оптимизации итоговой конфигурации.

Несомненным плюсом данного комплекса является возможность развернуть его на большинстве модификаций промышленных серверов [10].

Таким образом, корректность электронной документации при проектировании может быть достигнута посредством применения программных комплексов для автоматической конфигурации ЭД и последующей ее верификации. На данный момент уже существуют отечественные программные комплексы, способные выполнять данные задачи. Это дает несомненное преимущество в проектировании ЦПС в России, так как работа программных комплексов основывается на отечественных стандартах МЭК 61850.

Однако пока не существует полноценного комплекса по автоматизированной проверке правильности проектных решений в части РЗА в соответствии с нормативными документами и техническим заданием. Существующие комплексы способны лишь осуществлять проверку в соответствии с представлениями конкретного тестирующего о правильной работе РЗА, что, в свою очередь, не исключает появления ошибок, связанных с человеческим фактором.

Список литературы

1. Ведомственный проект «ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/14559> (дата обращения: 05.05.2023).
2. ПАО «ФСК ЕЭС». СТО 56947007-29-240-10-248-2017. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ, 2017.

3. ПАО "ФСК ЕЭС". STO 56947007-29.240.10.299-2020 "Цифровая подстанция. Методические указания по проектированию ЦПС, 2020.
4. ГОСТ Р МЭК 61850-6-2009. Язык описания конфигурации для связи между интеллектуальными электронными устройствами на электрических подстанциях, 2009.
5. «Проверка электронной проектной документации ЦПС: требования и практический опыт» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tekvel.com/ru/web/blog/post/scd-expertise/> (дата обращения: 06.05.2023).
6. Гурьев А.В., Зайцев Н.Ю. Опыт разработки проектной документации цифровой подстанции. Цифровая электротехника: проблемы и достижения. Чебоксары, 2018. С. 51-59.
7. «SCADA Studio» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.epsa-spb.ru/scada-studio/> (дата обращения: 07.05.2023).
8. «61850 Test Suite Pro» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://61850solutions.com/61850-test-suite-pro/> (дата обращения: 07.05.2023).
9. «Программный комплекс «ASE 61850 Suite» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ase-systems.com/products/ase61850-suite/> (дата обращения: 08.05.2023).
10. «Программный комплекс «Теквел Парк» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tekvel.com/ru/park/#:~:text=> (дата обращения: 08.05.2023)..

References

1. Departmental project "DIGITAL ENERGY" [Electronic resource]. Access mode: <https://minenergo.gov.ru/node/14559> (date of application: 05.05.2023).
 2. PJSC "FGKEES". STO 56947007-29-240-10-248-2017. Norms of technological design of AC substations with a higher voltage of 35-750 kV, 2017.
 3. PJSC "FGKEES". STO 56947007-29.240.10.299-2020 "Digital substation. Methodological guidelines for the design of the DS, 2020.
 4. GOST R IEC 61850-6-2009. Configuration description language for communication between intelligent electronic devices at electrical substations, 2009.
 5. "Verification of electronic project documentation of the DS: requirements and practical experience" [Electronic resource]. Access mode: <https://tekvel.com/ru/web/blog/post/scd-expertise/> / (date of reference: 06.05.2023).
 6. Guryev A.V., Zaitsev N.Yu. Experience in developing design documentation for a digital substation. Digital electrical engineering: problems and achievements. Cheboksary, 2018. pp. 51-59.
 7. "SCADA Studio" [Electronic resource]. Access mode: <http://www.epsa-spb.ru/scada-studio/> / (accessed: 07.05.2023).
 8. "61850 Test Suite Pro" [Electronic resource]. Access mode: <https://61850solutions.com/61850-test-suite-pro/> / (accessed: 07.05.2023).
 9. "ASE 61850 Suite software package" [Electronic resource]. Access mode: <https://www.ase-systems.com/products/ase61850-suite/> / (accessed: 08.05.2023).
 10. "Tekvel Park Software package" [Electronic resource]. Access mode: <https://tekvel.com/ru/park/#:~:text=> (accessed 08.05.2023).
-