

УДК 621.311+004.43

DOI 10.46960/2658-6754_2021_2_66

МЭК 61850: ЯЗЫК ОПИСАНИЯ КОНФИГУРАЦИИ ПОДСТАНЦИИ

В.С. Чайкин

РОССЕТИ Научно-технический центр
Москва, Россия
chaikin@ftc-energo.ru

А.В. Иванов

РОССЕТИ Научно-технический центр
Москва, Россия
ivanov@ftc-energo.ru

Статья посвящена языку разметки *SCL* (*System Configuration description Language*), описывающему конфигурацию цифровой подстанции. Перечислены основные составляющие серии международных стандартов МЭК 61850. Описана роль информационной модели и языка разметки *SCL*. Рассмотрены глобальные *SCL* элементы с указанием их семантики согласно положениям МЭК 61850-6 ред. 2.0 и 2.1.

Ключевые слова: информационная модель, МЭК 61850, цифровизация, SCL, SCL schema.

Для цитирования: Чайкин В.С., Иванов А.В. МЭК 61850: язык описания конфигурации подстанции // Интеллектуальная электротехника. 2021. № 2. С. 66-71. DOI: 10.46960/2658-6754_2021_2_66

IEC 61850: SYSTEM CONFIGURATION DESCRIPTION LANGUAGE

V.S. Chaykin

ROSSETI Research and development center
Moscow, Russian Federation
chaikin@ftc-energo.ru

A.V. Ivanov

ROSSETI Research and development center
Moscow, Russian Federation
ivanov@ftc-energo.ru

Abstract. The article is devoted to the markup language SCL (System Configuration description Language), which describes the configuration of a digital substation. The

basic components of international standards of the IEC 61850 series are listed. The roles of information model and SCL language are described. The article deals with global SCL elements with an indication of their semantics under the IEC 61850-6 ed. 2.0 and 2.1.

Keywords: digitalization, IEC 61850, information model, system configuration description language, SCL, SCL schema.

For citation: V.S. Chaykin, A.V. Ivanov, “IEC 61850: System configuration description language”, *Smart Electrical Engineering*, no. 2, pp. 66-71, 2021. DOI: 10.46960/2658-6754_2021_2_66

I. Введение

Главная цель МЭК 61850 как серии международных стандартов – формирование у специалистов электроэнергетики из разных стран единого представления о разработке, интеграции и поддержке цифровых коммуникационных сетей и систем на энергообъекте. При этом необходимо (рис. 1):

- 1) регламентировать структуру для большого объема данных, являющихся критически важными для безаварийного функционирования энергообъекта, с целью их однозначной интерпретации и быстрой обработки [1];
- 2) обеспечить высокую гибкость серии стандартов для возможности ее быстрой корректировки в будущем в случае смены используемых информационных технологий.



Рис. 1. Требования к МЭК 61850 как к серии международных стандартов
Fig. 1. Requirements to IEC 61850 as to series of international standards

МЭК 61850 условно можно разделить на три составляющие (рис. 2):

- 1) информационная модель;
- 2) язык разметки *SCL* (*System Configuration description Language*);
- 3) протоколы передачи данных (*MMS*, *GOOSE*, *SV*).

Будучи главной составляющей, информационная модель необходима для формирования у специалистов электроэнергетики единого понимания о структуре данных цифрового энергообъекта на концептуальном уровне (рис. 3) [2].



Рис. 2. Основные составляющие серии стандартов МЭК 61850

Fig. 2. Basic components of IEC 61850 series



Рис. 3. Роли информационной модели МЭК 61850 и языка разметки SCL

Fig. 3. Roles of IEC 61850 information model and markup language SCL

Особенностью МЭК 61850 в сравнении с другими коммуникационными стандартами является полная независимость информационной модели от других составляющих [1]. Это позволяет однозначно регламентировать структуру данных и сохранять при этом гибкость: внесение изменений в модель не затрагивает используемые коммуникационные протоколы, и наоборот – замена коммуникационных протоколов не требует корректировок модели. Помимо сформированного протокола не требует корректировок модели. Помимо сформированного протокола, для специалистов необходим также единый инструмент для представления конфигураций информационной модели (ее реализации для конкретного проекта) в формализованном машиночитаемом виде. Таким инструментом в рамках МЭК 61850 является язык разметки SCL [3, 4], основанный на расширяемом языке разметки XML (рис. 3) [5].

Ввиду вышесказанного необходимо рассмотреть основные SCL элементы (секции) и описать семантику каждого из них. Далее в статье рассматриваются глобальные элементы, которые являются дочерними по отношению к корневому элементу `<SCL></SCL>`.

II. Глобальные элементы (секции) SCL документа

Корневым элементом любого SCL документа является `<SCL></SCL>`, который обозначает начало и окончание документа, содержит информацию об используемых в документе пространствах имен и их префиксах, указывает на используемую при разработке документа конфигурацию (ревизия, версия и релиз) языка SCL.

Глобальные SCL элементы, согласно МЭК 61850-6 редакции 2.1, представлены на рис. 4 [4]. Последовательность элементов на рис. 4 соответствует требованиям SCL schema.

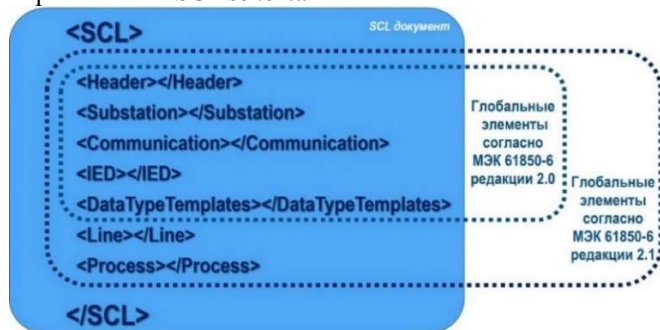


Рис. 4. Глобальные SCL элементы по МЭК 61850-6 редакций 2.0 и 2.1
Fig. 4. Global SCL elements according to IEC 61850-6 edition 2.0 and 2.1

По сравнению с редакцией 2.0 [3], элементы `<Line></Line>` и `<Process></Process>` являются новыми, их появление в редакции 2.1 связано с расширением области применения серии стандартов, а именно: применение МЭК 61850 для организации коммуникаций между подстанциями и центром управления сетями (control center). Основное назначение элементов `<Line></Line>` и `<Process></Process>` – описание электрических и функциональных связей группы подстанций, являющихся частью рассматриваемой энергосистемы. Элемент `<Process></Process>` может содержать в себе элементы `<Substation></Substation>`, `<Line></Line>` и используемый для описания силового первичного оборудования элемент `<ConductingEquipment></ConductingEquipment>`. Помимо этого, для элемента `<Process></Process>` разрешена рекурсивная связь, т.е. в его содержании разрешено повторно использовать элемент `<Process></Process>`. Единственное ограничение: на одной ветке иерархии документа не должно быть элементов `<Process></Process>` с идентичными значениями атрибута *type*. Элемент `<Header></Header>` является обязательным и должен присутствовать в любом SCL документе. `<Header></Header>` содержит информацию о текущей конфигурации SCL документа (уникальный идентификатор

документа, его текущие версия и ревизия, используемый при разработке инструмент и др.), а также историю его изменения.

Элемент `<Substation></Substation>` главным образом предназначен для описания однолинейной схемы подстанции – перечисления единиц силового оборудования и точек их соединения. Посредством логических узлов (элемент `<LNode></LNode>`) может быть представлено распределение функций релейной защиты, автоматики, управления и т.д.

При этом, с помощью атрибутов `iedName` и `lnType`, элемент `<LNode></LNode>` может ссылаться на подробное описание (конфигурацию) используемого логического узла: какие опциональные объекты данных используются, какие значения имеют атрибуты и т.д. Сами описания представляются элементом `<LNodeType></LNodeType>`, содержащемся в элементе `<DataTypeTemplates></DataTypeTemplates>`.

SCL элементы `<Communication></Communication>`, `<IED></IED>` и `<DataTypeTemplates></DataTypeTemplates>` тесно взаимосвязаны и предназначены для описания параметров (конфигурации) организованного на цифровой подстанции информационного обмена между ИЭУ. `<IED></IED>` описывает конфигурацию каждого отдельного ИЭУ: имеющиеся точки доступа и содержащиеся экземпляры классов логических устройств, логических узлов и объектов данных.

Используемые конфигурации логических узлов определяются через ссылку на соответствующий `<LNodeType></LNodeType>`. Элемент `<Communication></Communication>` указывает, какие точки доступа, описанные в элементах `<IED></IED>`, объединены в одну подсеть и какие ИЭУ могут осуществлять информационный взаимообмен без участия маршрутизатора согласно указанному коммуникационному протоколу.

III. Заключение

Язык разметки *SCL* – это используемый в рамках серии стандартов МЭК 61850 инструмент формализованного представления данных, позволяющий автоматизировать их обработку.

Единое понимание структуры данных и использование единого инструмента по их формализованному представлению у электроэнергетиков в совокупности позволяют обеспечить взаимодействие (*interoperability*) и взаимозаменяемость (*interchangeability*) ИЭУ и программных обеспечений.

© Чайкин В.С., 2021

© Иванов А.В., 2021

Поступила в редакцию 23.06.2021

Received 23.06.2021

Библиографический список

- [1] МЭК 61850-1. Сети и системы связи на подстанциях. Часть 1: Введение и обзор. Введ. 2013-03-01. МЭК: 2013. – 78 с.
- [2] МЭК 61850-7-1. Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7-1: Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Принципы и модели. Введ. 2020-08. МЭК: 2020. – 200 с.
- [3] МЭК 61850-6. Сети и системы связи на подстанциях. Часть 6: Язык описания конфигурации для связи между интеллектуальными электронными устройствами на электрических подстанциях. Введ. 2009-12. МЭК: 2009. – 220 с.
- [4] МЭК 61850-6. Изм. 1. Сети и системы связи на подстанциях. Часть 6: Язык описания конфигурации для связи между интеллектуальными электронными устройствами на электрических подстанциях. Введ. 2018-06. МЭК: 2018. – 274 с.
- [5] Расширяемый язык разметки (XML) 1.0, редакция 5. Консорциум Всемирной паутины (W3C), 2008. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.w3.org/TR/xml/> (дата обращения 20.06.2020).

References

- [1] Communication networks and systems for power utility automation – Part 1: Introduction and overview, IEC 61850-1, March 2013.
- [2] Communication networks and systems for power utility automation – Part 7-1: Basic communication structure – Principles and models, IEC 61850-7-1, Aug. 2019.
- [3] Communication networks and systems for power utility automation – Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs, IEC 61850-6, Dec. 2009.
- [4] Communication networks and systems for power utility automation – Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs, IEC 61850-6. Amd. 1, June 2018.
- [5] Extensible Markup language (XML) 1.0, Edition 5. World Wide Web Consortium (W3C), 2008. [Online]. Available at: <https://www.w3.org/TR/xml/>. [Accessed: Jun. 20, 2020].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Чайкин Вячеслав Сергеевич, начальник управления цифровых технологий и IT-решений «РОССЕТИ научно-технический центр», г. Москва, Российская Федерация.

Иванов Антон Валерьевич, ведущий эксперт управления цифровых технологий и IT-решений «РОССЕТИ научно-технический центр», г. Москва, Российская Федерация.

Vyacheslav S. Chajkin, head of the Office of information technology and IT-solutions «ROSSETI Research and development center», Moscow, Russian Federation.

Anton V. Ivanov, lead expert of the Office of information technology and IT-solutions «ROSSETI Research and development center», Moscow, Russian Federation.