

С. А. Филиппов¹, Д. В. Коряков², Е. Д. Шишкин¹

¹ Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, Российская Федерация

² Читинский техникум железнодорожного транспорта, г. Чита, Российская Федерация

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНЖИНИРИНГОВЫХ РАБОТ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ ТРАНСПОРТА

Аннотация. Поднятие качества образования широкого спектра технических специальностей, в том числе в области систем обеспечения движения поездов, невозможно без использования новых технологий в образовательном процессе, в определяющей степени цифровых. В данной статье рассматривается интеграция таких технологий в образовательный процесс специальности «Системы обеспечения движения поездов», специализации «Электроснабжения железных дорог» на примере комплексного стенда «Цифровая подстанция» с использованием перспективных систем сбора, передачи и управления данными.

Ключевые слова: цифровизация, образовательный процесс, цифровая подстанция, система тягового электроснабжения, лабораторная работа.

S. A. Filippov¹, D. V. Koryakov², E. D. Shishkin¹

¹ Zabaikalsk Rail Transport Institute, a branch of Irkutsk State Transport University, Chita, Russian Federation

² Chita College of Railway Transport, Chita, Russian Federation

DIGITALIZATION AS A TOOL FOR IMPROVING THE QUALITY OF ENGINEERING WORKS IN TRANSPORT ELECTRIC POWER ENGINEERING

Annotation. Improving the quality of education in a wide range of technical specialties, including in the field of train traffic control systems, is impossible without using new technologies in the educational process, primarily digital ones. This article examines the integration of such technologies into the educational process of the specialty "Train Traffic Control Systems", specialization "Railway Power Supply" using the example of a comprehensive stand "Digital Substation" using advanced systems for collecting, transmitting and managing data.

Keywords: digitalization, educational process, digital substation, traction power supply system, laboratory work.

На сегодня цифровизация различных отраслей экономики, техники, управления является приоритетным направлением развития. В стратегии развития холдинга РЖД до 2030 года цифровизация рассматривается как одно из ключевых направлений, обеспечивающее устойчивый рост, модернизацию инфраструктуры, повышение надежности и эффективности производственных процессов. Объективно, цифровизация в РЖД – это не просто модернизация, а системное переосмысление всех уровней и сфер управления, в том числе технологическими процессами в области выработки, передачи, преобразования и потребления электрической энергии. В рамках утвержденной стратегии цифровой трансформации РЖД до 2025 года корпоративное образование рассматривается как неотъемлемая часть процессов трансформации, направленных на формирование цифровых компетенций персонала, в том числе работающего в системе тягового электроснабжения. [1,2,3]

Обозримое будущее эксплуатации систем обеспечения движения поездов и вообще всех технических специальностей невозможно представить без выхода на новый качественный уровень образования, использующий цифровые технологии. Как раз в направлении технических специальностей «Цифровая подстанция» является одним из приоритетных направлений, она позволяет создать автоматизированную подстанцию, на которой управление, релейная защита, автоматика измерения и учет функционируют в цифровом формате, включая устройства управления и силовым и коммутационным оборудованием, а также автоматический контроль его технического состояния. При этом существенно меняются устоявшиеся в течение многих лет нормативные документы по

эксплуатации оборудования, периодичность и объемы ремонтов, численность и квалификация персонала и многое другое.

В настоящее время в РФ и за рубежом по проекту «Цифровая подстанция» выполнено нижеследующее:

1. Разработана общая концепция управляющего программно-аппаратного комплекса «Цифровая подстанция» применительно к объектам ЕНЭС (единая национальная электрическая сеть). При этом допущено расширение сферы применения на распределительную сеть Единой энергосистемы России, если это не противоречит действующим государственным и отраслевым нормативным документам.

2. По заказу ОАО «ФСК ЕЭС» ОАО «НТЦ электроэнергетики» организованы научно-исследовательские работы «Цифровая подстанция» на действующем полигоне.

Стенд «Модель цифровой подстанции», изображенный на рисунке 1, в высокой степени способствует решению данной задачи благодаря внедрению цифровых образовательных технологий в учебный процесс студентов специализации «Электроснабжения железных дорог» при изучении дисциплин «Тяговые и трансформаторные подстанции», «Релейная защита», «Цифровые технологии в профессиональной деятельности».



Рис. 1. Цифровая подстанция

Цифровая подстанция — это подстанция, в которой организация всех потоков информации при решении задач мониторинга, анализа и управления осуществляется в цифровой форме, а параметры такой передачи определяются единым файлом электронного проекта. В качестве основной среды передачи данных в рамках цифровой подстанции используется локальная вычислительная сеть (ЛВС) на базе технологии Ethernet, а в качестве коммуникационных протоколов применяются протоколы, описанные стандартом МЭК-61850, что и применяется в данном стенде.

Рассмотрим предметно, каким образом процесс цифровизации осуществляется в учебном процессе при изучении цифровых компетенций. Стенд включает в себя перечень работ в количестве 14 штук с возможностью расширения. Рассмотрим некоторые из них.

Работа «Исследование работы первичных трансформаторов тока и напряжения».

В данной работе предлагается изучить формат передачи данных с измерительных трансформаторов тока и напряжения в соответствии с протоколом SV по стандарту МЭК-61850-9.2 и изучить структуру и параметры конфигурации SCL-модели измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Работа «Исследование работы трехфазных выключателей».

В данной работе предлагается изучить формат передачи данных о состоянии выключателя в соответствии с протоколом GOOSE по стандарту МЭК-61850-8.1, изучить

формат передачи команд управления состоянием выключателя в соответствии с протоколом MMS по стандартам МЭК-61850-8.1, ISO 9506 и изучить структуру и параметры конфигурации SCL-модели выключателя.

Работа «Исследование работы приборов учета электроэнергии».

В данной работе предлагается изучить структуру и основные параметры SCL-модели счетчика электрической энергии и исследовать формат передачи данных в процессе сбора данных измерений с приборов учета электрической энергии в соответствии с протоколом MMS по стандартам МЭК-61850-8.1, ISO 9506.

В данных работах отличительной особенностью цифровых подстанций является передача сигналов измерений и управления между первичными измерительными трансформаторами, устройствами защиты и коммутационными аппаратами в цифровой форме. Такой подход обеспечивает существенное снижение капитальных затрат и эксплуатационных расходов при реализации вторичных цепей, обеспечивает помехоустойчивость, более высокую точность представления сигналов и др. В качестве основного интерфейса передачи данных используется последовательный интерфейс Ethernet. Передача данных осуществляется с помощью набора типовых протоколов передачи данных, таких как GOOSE, MMS, SV. Данные протоколы передачи данных определены в соответствии со стандартом «Коммуникационные сети и системы подстанций» МЭК-61850.

Кроме протоколов передачи данных, стандарт МЭК-61850 регламентирует принципы описания основного оборудования цифровой подстанции, настройки их параметров и уставок. Для этого, используется специализированный язык описания конфигурации оборудования цифровой подстанции SCL. При этом, описание отдельного устройства с помощью языка SCL называют SCL-моделью. Для всех типовых элементов электрической части цифровой подстанции существуют соответствующие SCL-модели. В данной работе, предлагается изучить структуру SCL-моделей измерительных трансформаторов тока и напряжения и изучить структуру протокола SV, используемого для передачи измерений мгновенных значений тока и напряжения.

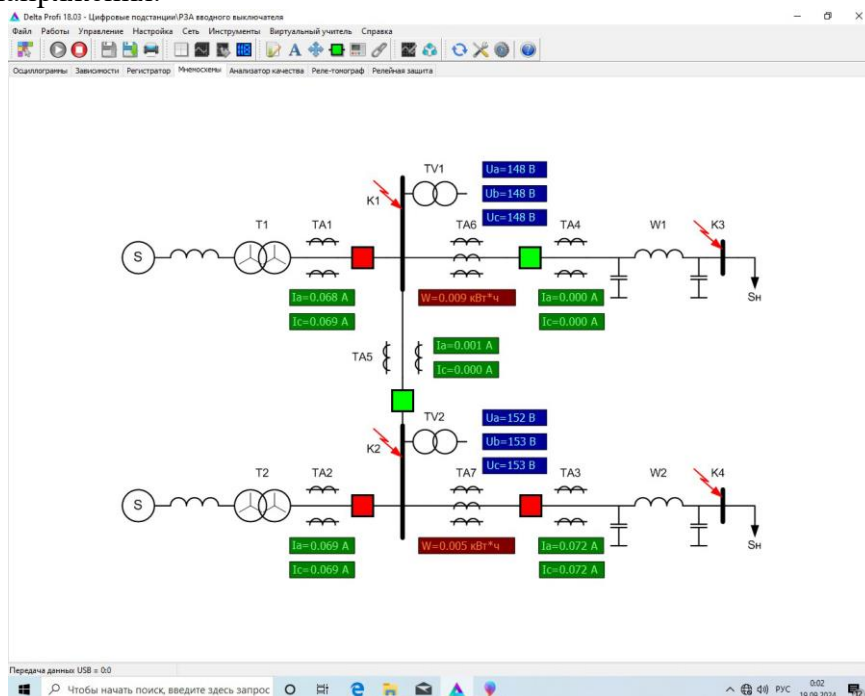


Рис. 2. Мнемосхема

На рисунке 2 представлена мнемосхема с перечнем описанных лабораторных работ. Мнемосхема предназначена для отображения схемы исследуемой цепи и показаний виртуальных измерительных приборов.

Помимо виртуальных измерительных приборов, на мнемосхеме могут располагаться активные элементы управления, к которым относятся «Выключатели», «Ключи управления» и «Устройства автоматического управления».

Модули стендов, поддерживающие дискретное управление имеют обратную связь для отображения его текущего состояния (программа допускает режим работы при котором обратная связь от выключателей отсутствует).

Если модуль включен, элемент управления «Выключатель» отображается на мнемосхеме красным цветом. Если модуль отключен — зеленым.

Заключение

Изучение принципов работы цифровых технологий в рамках действия цифровой подстанции позволяют поднять на принципиально новый уровень знаний управление технологическими процессами оборудования тяговых подстанций студентами специальности «Электроснабжение железных дорог», овладением новых компетенций и использованию их в практической работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО 56947007-29.240.10.299–2020. Цифровая подстанция. Методические указания по проектированию ЦПС. – М.: ПАО «ФСК ЕЭС», 2020. – 125 с.;
2. СТО 34.01-21-004–2019. Цифровой питающий центр. Требования к технологическому проектированию цифровых подстанций напряжением 110–220 кВ и узловых цифровых подстанций напряжением 35 кВ. – М.: ПАО «Россети», 2019. – 114 с.;
3. Распоряжение от 17 апреля 2018 г. № 769-р «Об утверждении стратегии научно-технологического развития холдинга "РЖД" на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга)» .

REFERENCES

1. STO 56947007-29.240.10.299–2020. Digital substation. Guidelines for the design of a digital substation. - M.: PAO FGC UES, 2020. - 125 p.;
2. STO 34.01-21-004–2019. Digital power supply center. Requirements for the technological design of 110–220 kV digital substations and 35 kV nodal digital substations. - M.: PAO Rosseti, 2019. - 114 p.;
3. Order of April 17, 2018 No. 769-r "On approval of the strategy for scientific and technological development of the Russian Railways holding company for the period up to 2025 and for the future up to 2030 (White Book)".

Информация об авторах

Филиппов Сергей Анатольевич – к. т. н., доцент кафедры «Электроснабжение», Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита e-mail: f5002941@mail.ru

Коряков Денис Валентинович – к. т. н., доцент отделения «Электроснабжение, автоматика и связь», Читинский техникум железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: uzoe@mail.ru

Шишкин Евгений Дмитриевич – студент гр. СОД. 1-21-1, Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: zheka1341@gmail.com

Authors

Filippov Sergey Anatolyevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Power Supply", Zabaikalsk Rail Transport Institute, a branch of Irkutsk State Transport University, Chita e-mail: f5002941@mail.ru

Koryakov Denis Valentinovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of "Power Supply, Automation and Communications", Chita College of Railway Transport, Chita, e-mail: uzoe@mail.ru

Shishkin Evgeny Dmitrievich – student of gr. SOD. 1-21-1, Zabaikalsk Rail Transport Institute, a branch of Irkutsk State Transport University, Chita, e-mail: zheka1341@gmail.com