

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 1 (2023)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия

выходит 4 раза в год _____

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://10.48081/BNAS6555>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., профессор

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Алиферов А.И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Кошеков К.Т., *д.т.н., профессор*
Приходько Е.В., *к.т.н., профессор*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD*
Омарова А.Р., *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

***С. В. Войткевич¹, Г. Ш. Казтаев²**

^{1,2}Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова,
Республика Казахстан, г. Караганда
e-mail: sofya_v@kstu.kz,

ОБЗОР КОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОТОКОЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДСТАНЦИЙ

Обмен данными составляет основу для любой системы автоматизации и релейной защиты электроэнергетической системы и фактически является связующим звеном, удерживающим систему в качестве единого целого. В отсутствие обмена информацией функции защиты от перебоев в электроснабжении и управления будут по-прежнему выполняться, но автоматика энергетической системы не сможет функционировать

Цель этой статьи – представить обзор коммуникационных протоколов, реализованных для энергосистемы. Коммуникационные протоколы появляются в связи с необходимостью осуществлять соединение между одним или несколькими объектами системы, чтобы свести к минимуму возможные сбои, которые могут возникнуть в процессе работы оборудования.

Протоколы, представленные в этой статье, являются наиболее широко используемым в промышленном производстве. Данные промышленные протоколы разрабатывались несколько десятков лет назад, но остаются востребованными по сей день. В Казахстане подавляющее большинство АСУТП в горнодобывающих, металлургических, нефтегазовых, пищевых, химических и других отраслях используют сети Profibus и Modbus. Распространенность в Казахстане той или иной промышленной сети связана в основном с предпочтениями казахстанских компаний-дистрибьютеров импортного оборудования. Результатом этой статьи будет являться сводная таблица, в которой описаны достоинства и недостатки рассматриваемых промышленных

протоколов, а также будут даны рекомендации по улучшению процесса передачи данных в энергосистеме на примере развитых стран.

Ключевые слова: протокол, модель OSI, Modbus, Profibus, интерфейс, стандарт IEC 61850, стандарт IEC 60870-5.

Введение

Электрическая система имеет открытые протоколы связи, такие как Modbus, IEC60870, IEC 61850. Для реализации каждого из протоколов связи представлена модель взаимодействия открытых систем (от англ. Open Systems Interconnection, сокр. OSI), основная цель которой состоит в том, чтобы показать структурное руководство для обмена информацией между компьютерными системами, сетями и терминалами. Система OSI разделена на 7 уровней, что облегчает формы коммуникации, делегируя обязанности на каждом из уровней и упрощая обработку данных.

Предыдущие обзорные работы в этой области ориентированы на описание конкретных методологий. В отличие от других публикаций, в этой статье представлено более общее видение, основанное на модели OSI и стандарте IEC 61850.

Основная проблема, которая рассматривается в этой статье заключается в том, что описываемые коммуникационные протоколы используются уже 3-4 десятилетия, в этой связи необходимо усовершенствовать процесс передачи данных и осуществить переход к новым технологиям таким как беспроводная передача данных с целью повышения энергоэффективности, надежности и безопасности во всей энергосистеме В электроэнергетической системе развитых стран активно практикуются технологии беспроводной передачи данных и сети 5G. В связи с этим был проведен краткий обзор ныне действующих коммуникационных протоколов с выявление как достоинств, так и недостатков.

Материалы и методы

Протокол – это набор правил, которые управляют обменом информацией. Он определяет синтаксис и семантику сообщений, операции управления, синхронизацию и состояния при коммуникации. Протокол может быть реализован программно, аппаратно или программно-аппаратно. Коммуникация – это элемент с множеством применений, который обычно используется для обозначения передачи и приема сообщений.

Модель взаимосвязи открытых систем представляет собой систему, созданную Международной организацией по стандартизации ISO (International Standardization Organization) с целью упрощения взаимодействия в сети, таким образом разделяя коммуникационные обязанности на семь уровней (таблица 1). Основная цель модели – иметь четкую структуру для

обмена информацией между различными уровнями. Уровни, описанные выше, могут быть сгруппированы в две группы: нижний уровень, состоящий из первых трех уровней (физического, канала связи и сети), и верхний уровень, состоящий из последних трех уровней (сеанса, представления и прикладного), в то время как средний уровень (транспортный уровень) может быть частью нижнего или верхнего уровня, в зависимости от требований системы [1].

Таблица 1 – Уровни модели OSI

Уровни	Определение	Пример
Физический	Определяет электрические, физические и процедурные стандарты для доступа к сети передачи данных,	V.35, RJ45, RS-232
Канальный	Организует связь первичного и вторичного узлов друг с другом, уступая место данным, которые отвечают за активацию, поддержание и деактивацию связи.	FFDI, IEEE 802.3, ETHERNET, PPP, ATM
Сетевой	Определяет, какой тип конфигурации сети лучше всего подходит в зависимости от требований.	IP, IPX, X.25, ICMP
Транспортный	Защищает целостность сообщения, от отправления до прибытия. Этот уровень позволяет восстановить ошибку.	Это самый высокий уровень касательно коммуникаций, расположенные выше транспортного уровня, не вмешиваются в технические аспекты сети.
Сессионный	Этот уровень позволяет обеспечить доступность сети для различных носителей.	TCP, UDP, SPX
Уровень представления	Этот уровень переводит код и набор символов и определяет механизм отображения сообщения.	SSL
Прикладной	Этот уровень организует прямую связь с приложением, используемым пользователем.	HTTP, FTP, SMT

Промышленные протоколы и коммуникационные стандарты.

Протокол Modbus создан в 1979 году и реализован для несбалансированной передачи с использованием стандарта связи RS232, а позже для сбалансированной передачи со стандартом RS485. Данный протокол надежен, функционален, адаптируем и актуален. На рынке протокол существует более 40 лет. В мире существует два типа протоколов: открытые и проприетарные. Modbus на сегодняшний день является открытым протоколом, это связано с

тем, что Schneider Electric в 2004 году передала права на протокол организации Modbus, что в свою очередь, отвечает за внедрение набора коммуникаций и развитие новых архитектур для распределенных систем автоматизации. Modbus представляет собой протокол запроса ответа, который расположен на уровнях 1, 2 и 7 модели OSI, основанный на взаимодействии по типу «главный-подчиненный» или клиент-сервер, который стал стандартным протоколом в отрасли, благодаря его широкому спектру функциональных возможностей и отличной адаптируемости. Структура протокола вращается вокруг сообщений физического оборудования [2]. На рисунке 1 показана архитектура протокола Modbus.

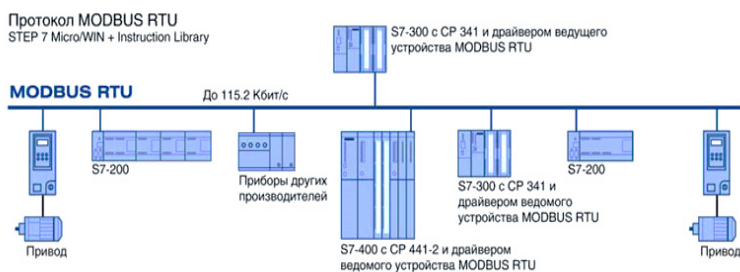


Рисунок 1 – Архитектура протокола Modbus

Промышленный протокол Profibus. Разработка Profibus началась в 1987 году в Германии, когда 21 компания объединились с целью создания стандарта для автоматизированного оборудования и других интерфейсных устройств. Сначала был создан Profibus-FMS, далее в 1993 году за ним последовал Profibus-DP. В настоящее время Profibus стандартизован в соответствии с IEC 61158 и IEC 61784. Протокол управляемого доступа, используемый в сети Profibus, использует второй уровень модели OSI. Эта коммуникационная шина предназначена для широкого спектра задач автоматизации [3].

Profibus (Process Field Bus) – это стандарт полевой шины, который соответствует национальному стандарту Германии DIN 19245 и европейскому стандарту EN50170. Profibus состоит из трех совместимых частей: Profibus-DP, Profibus-PA и Profibus-FMS. Полевая шина широко используется в области автоматизации и промышленного управления благодаря своей открытости и адаптивности. Profibus-DP разработан специально для распределенных узлов полевого уровня. Profibus-PA широко используется в автоматизации технологических процессов. Profibus-FMS представляет собой структуру токенов сети с несколькими мастерами в режиме реального времени

для мониторинга производственного процесса. На рисунке 2 типовая конфигурация протокола Profibus.

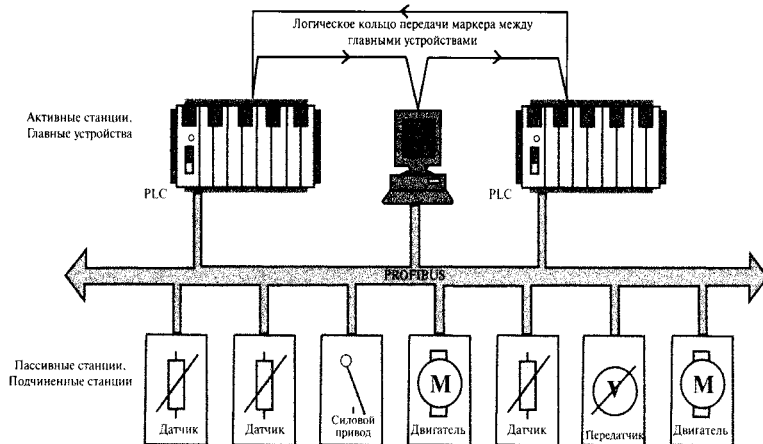


Рисунок 2 – Типовая конфигурация Profibus

Максимальное количество узлов (участников) в сегменте 32, максимальное количество участков в сети 127 (с адресами 0...126). Подключаемые к сети узлы (участники) неравноправны. Различают активные (ведущие) устройства, которые называют Master и пассивные (ведомые), которые называют Slave. Доступ активных устройств к шине разделен по времени, для чего предусмотрен метод эстафетной передачи. Активный узел, получивший доступ к сети, осуществляет обмен данными с пассивными узлами по принципу «ведущий-ведомый». Активный узел получает доступ к сети на определенный промежуток времени. В течение этого времени активный узел выполняет управление всеми необходимыми пересылками данных. По истечении этого времени он приходит в пассивное состояние, а управление передается по эстафете следующему активному узлу. Пассивные узлы не способны управлять передачей информации. Они лишь отвечают на адресованные к ним запросы от ведущих устройств, а также принимают посылаемые со стороны ведущих устройств данные [4].

Стандарт IEC 60870-5 определяет протокол связи для систем дистанционного управления и мониторинга географически крупными процессами. Данный стандарт предназначен для применения в электротехнической промышленности и состоит из пяти основных и четырех дополнительных стандартов. Семейство стандартов определяет

формат передачи фрейма на канальном уровне, общую структуру данных на прикладном уровне и основные функции для информации [5].

Наиболее часто используемыми стандартами протокола IEC 60870 являются стандарт IEC 60870-5-101 и стандарт IEC 60870-5-104.

Стандарт IEC 60870-5-101. Определяет функциональный профиль в соответствии с определениями IEC 60870-5 для взаимодействия между совместимыми устройствами дистанционного управления. В телекоммуникациях функциональный профиль указывает на то, как варианты и неясности в стандартах должны интерпретироваться или реализовываться для обеспечения конкретной функции информационных технологий [6].

Стандарт IEC 60870-5-104. Это международный стандарт, введенный IEC в 2000 году. Он основан на стандарте IEC 60870-5-101, с которым он имеет ту же структуру на прикладном уровне. Данный протокол отвечает за установление связи по назначению TCP/IP для обеспечения безопасной передачи данных между центром управления системой SCADA и различными контроллерами, он также устанавливает, что общий порт, используемый для TCP-передачи – 2404. Этот порт соответствует тем пакетам, которые рассматриваются как ведомыми. [7].

Развитие отрасли вынуждает к созданию протокола IEC 61850, который объединяет протокол IEC 60870-5, Modbus, DNP и другие, способные адаптироваться к текущим потребностям. IEC 61850 является не только протоколом, но и международным стандартом для связи между оборудованием, управления и передачи данных в подстанциях, которая является частью энергосистемы.

Стандарт IEC 61850 определяет коммуникацию между различными устройствами внутри электрической подстанции. Это результат совместной работы многих мировых организаций в области стандартизации электротехники. Стандарт наиболее часто используется в автоматизации электрических подстанций, это протокол, основанный на событиях. Концепция связи данного протокола заключается в том, что редактор периодически отправляет сообщения и при возникновении события (триггер, замкнутый контактор и т.д.) отправляет большое количество сообщений с новыми данными [8].

Результаты и обсуждение

Преимущества и недостатки, которые проявляются в различных протоколах связи и стандартах приведены в таблице 2. Кроме того, показано, что из ранее описанных различий существуют протоколы, адаптируемые к конкретным потребностям с учетом различных сетевых топологий, которые могут быть найдены в энергосистеме, с другой стороны, социально-экономические условия, в которых эта система будет внедрена.

Таблица 2 – Преимущества и недостатки протоколов связи в энергосистеме

Протоколы	Преимущества	Недостатки
Modbus	Простой, надежный и функциональный стандарт. Идеально подходит для малых и средних сетей передачи данных	Высокие затраты на его настройку. Сложное соединение в различных системах Modicon.
Profibus	Широкое применение в области автоматизации и промышленного контроля.	Передает только небольшое количество данных, меньше или равное 244 байтам
IEC 60870-5	Связь по стандартной сети позволяет передавать и принимать данные на различных сервисах или устройствах. Предназначен для больших систем дистанционного управления и мониторинга.	Ограничение типов информации и параметров, определенных в IEC 60870-5-101, не позволяет поддерживать все функции в IEC 60870-5-104. В некоторых случаях выходы строго в RS232 или RS485, для текущих протоколов необходимы преобразователи.
IEC 61850	Улучшены эксплуатационные аспекты обмена информацией между устройствами. Совместим с искусственным интеллектом.	Его применение сосредоточено на электрических подстанциях. Зависит от связи между интеллектуальными и электронными устройствами.

Новые технологии разработаны таким образом, чтобы полностью удовлетворить растущие требования современной энергетической системы. Однако в странах, находящихся в процессе развития, не было реализовано никакой новой политики в области инфраструктуры и телекоммуникаций, поэтому на этих территориях нет технологических достижений, которые были разработаны и внедрены в развитых странах для повышения эффективности, надежности и безопасности во всей энергосистеме. Однако технологии, доступны в настоящее время чтобы развивающиеся страны сумели удовлетворить свои потребности в плане энергоэффективности [9]. Протоколы, которые были на рынке 3-4 десятилетия, будут доступны еще несколько десятилетий, хотя существует ряд проблем, связанных с переходом на новые протоколы связи, уже внедренные на территориях, где технологии находятся на самом высоком уровне. Одной из самых больших проблем для развивающихся стран является факт продолжения использования протоколов, которые были на рынке в течение нескольких лет, главным образом из-за их низкой стоимости с точки зрения обслуживания и внедрения, учитывая, что переход или модернизация в технологических сценариях на данный момент немислимы из-за высокой стоимости, связанной с изменением

такого масштаба, которое в какой-то момент потребуется. Нет никаких сомнений, учитывая, что крайне важно понимать, что технологии постоянно развиваются, и каждая страна должна адаптироваться к текущей политике и тем, которые возникают с точки зрения энергоэффективности [10].

Системы связи произвели революцию в работе энергосистем, это становится все более важным фактором. Задачи, которые необходимо решать, разнообразны, исследовательская работа является постоянной, ее применение варьируется от маломасштабных схем управления и эксплуатации до контроля стабильности, систем координации защиты и других. В этой работе представлено описание протоколов связи в энергосистемах, однако анализируемая тема была взята в общем виде.

Выводы

В энергосистеме используются протоколы связи, некоторые, из которых существуют на рынке более четырех десятилетий, которые все еще имеют широкую распространенность в слаборазвитых странах, это связано с большими проблемами, которые все еще возникают из-за различных факторов, таких как: инфраструктура, экономика, социальное воздействие и другие. Эти протоколы используются и по сей день благодаря их простоте использования, однако мир постоянно меняется, вследствие чего были созданы новые протоколы для удовлетворения новых потребностей окружающей среды. Эти протоколы объединяют старые, обеспечивая простоту для адаптации новых технологий, а также могут улучшить и облегчить взаимодействие человека с оборудованием.

Новым технологии, которые уже в настоящее время используются в развитых странах, таких как Китай, Япония, Соединенные Штаты и часть Европы представляют протоколы с очень высокой скоростью реагирования на каждую проблему, возникающую во всей энергосистеме. Например, такие технологии, как интернет вещей (IoT), машинное обучение, искусственный интеллект, сеть 5G и беспроводные сети предоставляют большую надежность, меньшее время отклика и лучшее взаимодействие человека и машины, начиная с выработки и заканчивая передачей, распределением энергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Денисенко, В. В.** Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М. : Изд-во Горячая линия-Телеком, 2009. – 608 P. – ISBN 978-5-9912-0060-8.

2 **Wilamowski, B. M., Irwin, J. D.** Industrial communication systems. – New York : CRC Press, 2011. – 90 P – ISBN 978-1-4398-0281-6.

3 **Park, J., Mackay, S., Wright, E.** Practical Data Communications for Instrumentation and Control. – London : IDC Technologies, 2009. – 402 P. – ISBN 978-5-94833-023-5.

4 **Reynders, D., Mackay, S., Wright, E.** Practical Industrial Data Communications. – London : IDC Technologies, 2011. – 428 p. – ISBN 0-7506-6395-2.

5 **Борисов, А. М.** Основы построения промышленных сетей автоматизи: Учебное пособие/Южно-Уральский государственный университет. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 108 с.

6 **Парк, Д., Маккей, С., Райт, Э.** Сбор данных в системах контроля и управления. – Москва : Изд-во ООО «Группа ИДТ», 2010. – 480 с. – ISBN 5-94833-021-4

7 **Страусс, К.** Системы автоматизи и коммуникации в сетях электроснабжения. Практическое руководство. – Москва : Изд-во ООО «Группа ИДТ», 2007. – 250 с. – ISBN 978-5-94833-026-6.

8 **Волошин, А. А., Волошин, Е. А., Бусыгин, Т. Г.** Применение методов искусственного интеллекта для автоматического синтеза файлов конфигурации подстанции в соответствии с IEC 61850. – Москва: Программа международной молодёжной научно-технической конференции, 2018.

9 **Кангин, В. В.** Аппаратные и программные средства систем управления. Промышленные сети и контроллеры. – Москва : Изд-во БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 418 с.

10 **Stallings, W.** Data and Computer Communications. – New Jersey : Prentice Hall, 2014. – 917 P. – ISBN 978-0-13-350648-8

REFERENCES

1 **Denisenko, V. V.** Komp'yuternoye upravleniye tekhnologicheskim protsessom, eksperimentom, oborudovaniyem [Computer control of technological process, experiment, equipment.] – Moscow : Publishing house Hotline-Telecom, 2009. – 608 p. – ISBN 978-5-9912-0060-8.

2 **Wilamowski, B. M., Irwin, J. D.** Industrial communication systems. – New York : CRC Press, 2011. – 909 p. – ISBN 978-1-4398-0281-6.

3 **Park, J., Mackay, S., Wright, E.** Practical Data Communications for Instrumentation and Control. – London : IDC Technologies, 2009. – 402 p. – ISBN 978-5-94833-023-5.

4 **Reynders, D., Mackay, S., Wright, E.** Practical Industrial Data Communications. – London : IDC Technologies, 2011. – 428p. – ISBN 0-7506-6395-2.

5 **BorISOV, A. M.** Osnovy postroyeniya promyshlennykh setey avtomatiki [Fundamentals of building industrial automation networks] Textbook/South Ural State University. – Chelyabinsk: SUSU Publishing Center, 2012. – 108 p.

6 **Park, J., Mackay, S., Wright, E.** Sbor dannykh v sistemakh kontrolya i upravleniya [Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems.] – Moscow : Publishing house of IDT Group LLC, 2010. – 480 p. – ISBN 5-94833-021-4

7 **Strauss, C.** Sistemy avtomatiki i kommunikatsii v setyakh elektrosnabzheniya. Prakticheskoye rukovodstvo [Practical Electrical Network Automation and Communication Systems.] – Moscow : Publishing house of IDT Group LLC, 2007. – 250 p. – ISBN 978-5-94833-026-6.

8 **Voloshin, A. A., Voloshin, E. A., Busygin, T. G.** Primeneniye metodov iskusstvennogo intellekta dlya avtomaticheskogo sinteza faylov konfiguratsii podstantsii v sootvetstviy s IEC 61850. [The Application of Artificial Intelligence Techniques for Automatic Synthesis Substation Configuration Files in Accordance with IEC 61850.] – Moscow: Int. Youth Sci. Tech. Conf., 2018.

9 **Kangin, V. V.** Apparatnyye i programmnyye sredstva sistem upravleniya. Promyshlennyye seti i kontrolyery [Hardware and software of control systems. Industrial networks and controllers.] – Moscow : BINOM Publishing House. Laboratory of Knowledge, 2010. – 418 p. – ISBN 978-5-94774-908-3

10 **Stallings, W.** Data and Computer Communications. – New Jersey : Prentice Hall, 2014. – 917 p. – ISBN 978-0-13-350648-8

Материал поступил в редакцию 13.03.23.

*С. В. Войткевич¹, Г.Ш. Казмаев²

^{1,2}Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.
Материал баспаға 13.03.23 түсті.

ЭЛЕКТР ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯЛАРЫН БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ АРНАЛҒАН БАЙЛАНЫС ХАТТАМАЛАРЫ МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНА ШОЛУ

Деректер алмасу кез-келген автоматика жүйесінің және электр энергетикасы жүйесінің релейлік қорғанысының негізін құрайды және шын мәнінде жүйені бірлік ретінде ұстайтын байланыс болып табылады. Ақпарат алмасу болмаған жағдайда электрмен жабдықтаудағы үзілістерден қорғау және басқару функциялары әлі де орындалады, бірақ энергетикалық жүйенің автоматикасы жұмыс істей алмайды

Бұл мақаланың мақсаты-электр желісіне енгізілген байланыс хаттамаларына шолу жасау. Байланыс хаттамалары жүйенің бір немесе бірнеше объектілері арасында байланыс орнату қажеттілігіне байланысты пайда болады, бұл мүмкін болатын сәтсіздіктерді азайтады.

Осы мақалада келтірілген хаттамалар өнеркәсіптік өндірісте кеңінен қолданылады. Бұл өнеркәсіптік хаттамалар бірнеше ондаған жыл бұрын жасалған, бірақ бүгінгі күнге дейін сұранысқа ие. Қазіргі уақытта Өнеркәсіптік желілердің 50-ге жуық түрі бар, олардың ішінде Modbus, Profibus, CANopen, Interbus, Ethernet, DeviceNet және басқаларын атап өтуге болады. Қазақстанда тау-кен, металлургия, мұнай-газ, тамақ, химия және басқа да өнеркәсіптердегі АСУТП басым көпшілігі PROFIBUS және Modbus желілерін пайдаланады. Қазақстанда белгілі бір өнеркәсіптік желінің таралуы негізінен импорттық жабдықтың қазақстандық дистрибьютор компанияларының қалауымен байланысты. Мақаланың соңында қарастырылып отырған Өнеркәсіптік хаттамалардың артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылады.

Кілтті сөздер: хаттама, OSI моделі, Modbus, Profibus, интерфейс, TCP/IP, IEC 60870-5 стандарты.

*S. V Voitkevich¹, G. Sh. Kaztayev²

^{1,2}Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov,
Republic of Kazakhstan, Karaganda

Material received on 13.03.23

A REVIEW OF COMMUNICATION PROTOCOLS AND TECHNOLOGIES FOR MONITORING SYSTEMS OF ELECTRICAL SUBSTATIONS

Data exchange forms the basis for any automation and relay protection system of an electric power system and is actually a link that holds the system as a whole. In the absence of information exchange, the functions of protection against power outages and management will continue to be performed, but the automation of the energy system will not be able to function

The purpose of this article is to provide an overview of the communication protocols implemented for the power grid. Communication protocols appear due to the need to establish a connection between one

or more objects of the system in order to minimize possible failures that may occur.

The protocols presented in this article are the most widely used in industrial production. These industrial protocols were developed several decades ago, but remain in demand to this day. Currently, there are about 50 types of industrial networks, among which Modbus, Profibus, CANopen, Interbus, Ethernet, DeviceNet and others can be distinguished. In Kazakhstan, the vast majority of automated control systems in the mining, metallurgical, oil and gas, food, chemical and other industries use Profibus and Modbus networks. The prevalence of one or another industrial network in Kazakhstan is mainly related to the preferences of Kazakhstani companies-distributors of imported equipment. At the end of the article, the advantages and disadvantages of the considered industrial protocols are considered.

Keywords: protocol, OSI model, Modbus, Profibus, interface, TCP/IP, IEC 60870-5 standard.

Теруге 13.03.2023 ж. жіберілді. Басуға 31.03.2023 ж. кол қойылды.

Электронды баспа

3,44 Мб RAM

Шартты баспа табағы 23.59. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4039

Сдано в набор 13.03.2023 г. Подписано в печать 31.03.2023 г.

Электронное издание

3,44 Мб RAM

Усл. печ. л. 23.59. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4039

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz