

УДК 004.7

Шулепов Дмитрий Владимирович,
магистрант, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
индустриальный университет», г. Новокузнецк

Грачев Виталий Викторович,
к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
индустриальный университет», г. Новокузнецк

ОБЗОР ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕВЫХ ПРОТОКОЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация: В статье проводится обзор протоколов промышленных инфокоммуникационных сетей: Profinet, Profibus, Modbus, которые используются при проектировании современных инфокоммуникационных сетей. Приведены их достоинства и недостатки, типовые области применения.

Ключевые слова: Инфокоммуникационные сети, протоколы промышленных сетей, Profinet, Profibus, Modbus, модель OSI.

Существует множество сетевых стандартов, обладающих разнообразными показателями и требованиями, которые необходимо учитывать при проектировании сети. Особый класс в сетевых стандартах занимают промышленные сетевые стандарты, используемые на различных предприятиях и организациях в зависимости от требований, которые выдвигаются к системам и сетям низовой автоматике в соответствии со спецификой их работы [1-2].

При проектировании современных инфокоммуникационных сетей чаще всего используются следующие протоколы промышленных сетей: Profinet, Profibus, Modbus. Рассмотрим подробно каждый из них.

Стандарт протокола Modbus. Modbus – это протокол последовательной связи, разработанный компанией Modicon (Schneider Electric) в 1979 году для использования с программными логическими контроллерами (ПЛК). С тех пор Modbus стал де-факто стандартом коммуникации для обмена данными между промышленными устройствами.

Ниже представлены основные достоинства Modbus.

1. Простота. Modbus является простым и легко реализуемым протоколом, что облегчает его использование и интеграцию.

2. Гибкость. Modbus может использоваться с различными физическими интерфейсами, такими как RS-485, RS-422 или RS-232.

3. Открытость. Стандарт Modbus является открытым и бесплатным, что позволяет разработчикам и системным интеграторам легко осваивать и использовать его.

Modbus имеет несколько разновидностей, таких как Modbus Plus (многомастерный протокол с кольцевой передачей маркера) и Modbus TCP (протокол, предназначенный для использования в сетях Ethernet и Интернет). Структура протокола и его разновидностей по отношению к модели OSI приведена в таблице 1.

Таблица 1

Структура протокола Modbus по модели OSI

№	Название уровня по модели OSI	Реализация протокола Modbus
7	Прикладной	MODBUS Application Protocol
6	Уровень представления	Нет



5	Сеансовый	Нет
4	Транспортный	Нет
3	Сетевой	Нет
2	Канальный (передачи данных)	Протокол "ведущий/ведомый" Режимы RTU и ASCII
1	Физический	RS-485 или RS-232

Modbus использует мастер-ведомый подход для обмена данными между устройствами. Мастер-устройство инициирует запрос к ведомому устройству, которое затем отправляет ответ. Modbus поддерживает различные функции для чтения и записи данных, такие как чтение регистров, запись регистров и чтение/запись катушек (битов).

В целом, Modbus является надежным и широко распространенным стандартом для обмена данными между промышленными устройствами, обеспечивая простоту, гибкость и открытость для разработчиков и системных интеграторов.

Стандарт протокола Profinet. Profinet (Process Field Network) – это открытый промышленный стандарт для автоматизации, разработанный ассоциацией Ethernet PROFIBUS. Profinet использует технологию Industrial Ethernet для обмена данными между системами автоматизации и поддерживает передачу данных со скоростью до 100 Мбит/с.

Основные характеристики Profinet включают:

- работа на основе Ethernet: Profinet использует стандартные Ethernet-технологии, такие как TCP/IP и UDP/IP, для обмена данными между устройствами;
- различные среды передачи: Profinet поддерживает передачу данных через электрические (витые пары), оптические и беспроводные каналы;
- режимы реального времени: Profinet поддерживает режимы связи реального времени (RT) и изохронного реального времени (IRT) для обмена данными с децентрализованной периферией;
- совместимость с PROFIBUS: Profinet является преемником стандарта PROFIBUS DP и сохраняет схожие принципы работы.

Графическое представление структуры протокола Profinet по модели OSI представлено на рисунке 1.

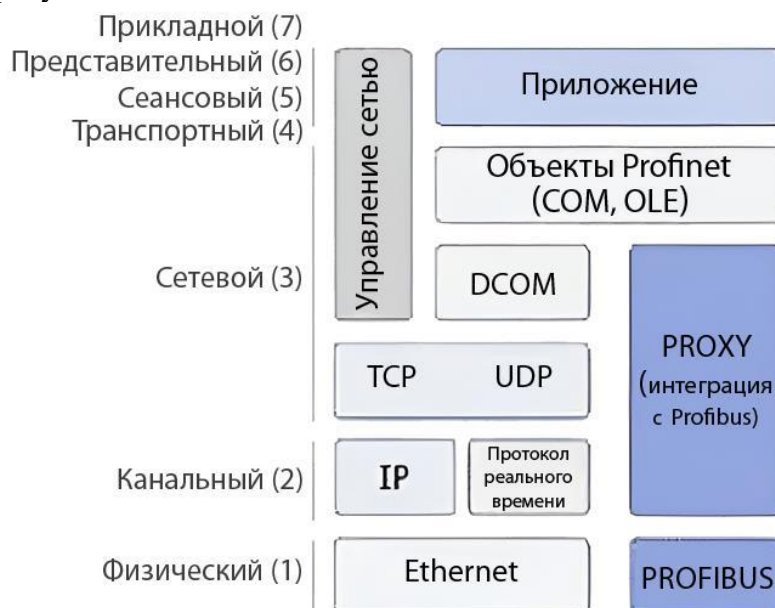


Рис. 1. Структура протокола Profinet по модели OSI



Profinet широко применяется в различных отраслях, таких как производство, автоматизация зданий, автомобильные производственные линии, электростанции и робототехника. Стандарт Profinet поддерживается организациями PROFIBUS & PROFINET International (PI) и PROFIBUS Nutzerorganisation (PNO).

В целом, Profinet предоставляет гибкое и надежное решение для промышленной автоматизации, обеспечивая высокую скорость передачи данных и возможность работы в режиме реального времени.

Стандарт протокола Profibus. Протокол Profibus (Process Field Bus) – это открытая промышленная сеть, прототип которой был разработан компанией Siemens. Протокол Profibus обеспечивает обмен данными между системами автоматизации и устройствами ввода-вывода.

Протокол Profibus включает в себя три совместимых друг с другом версии: Profibus DP (Decentralized Peripheral – распределенная периферия), Profibus FMS (Fieldbus Message Specification – спецификация сообщений полевого уровня) и Profibus PA (Process Automation – автоматизация процесса).

Протокол Profibus DP ориентирован на обеспечение скоростного обмена данными между системами автоматизации и устройствами ввода-вывода. Протокол Profibus FMS является универсальным протоколом для решения задач по обмену данными между интеллектуальными сетевыми устройствами контроллерами и компьютерами верхнего уровня. Протокол Profibus PA является протоколом обмена данными с оборудованием полевого уровня и позволяет подключать датчики и приводы на одну линейную шину или кольцевую шину.

Протокол Profibus использует только первый, второй уровни модели OSI и уровень приложений. Может работать с различными каналами связи, такими как экранированная витая пара, волоконно-оптический кабель или беспроводная среда.

Таким образом, данный протокол реализован на следующих уровнях модели OSI, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2

Структура протокола Profibus по модели OSI

№	Название уровня по модели OSI	Реализация		
		Profibus DP	Profibus FMS	Profibus PA
7	Прикладной	Нет	Fieldbus Message Specification (FMS)	Нет
6	Уровень представления	Нет	Нет	Нет
5	Сеансовый	Нет	Нет	Нет
4	Транспортный	Нет	Нет	Нет
3	Сетевой	Нет	Нет	Нет
2	Канальный (передачи данных)	FDL	FDL	IEC 1158-2
1	Физический	RS-485, оптоволоконный интерфейс	RS-485, оптоволоконный интерфейс	Интерфейс IEC 1158-2

Протокол Profibus имеет многоуровневую сетевую модель ISO 7498 и определяет следующие уровни: физический уровень, канальный уровень и уровень прикладного программирования.

Протокол Profibus является широко используемым в промышленности и позволяет обмениваться данными между устройствами разных производителей без использования специальных интерфейсов.



Стандарты Profinet и Profibus разработаны для промышленной автоматизации и имеют общий источник, однако их функциональность и особенности существенно различаются.

Ниже представлены основные различия между Profinet и Profibus.

1. Тип сети. Profibus - это классический последовательный протокол Fieldbus, в то время как Profinet - это протокол промышленного Ethernet.
2. Скорость передачи данных. Profinet обеспечивает более высокую скорость передачи данных (до 100 Мбит/с) по сравнению с Profibus.
3. Топология сети. Profibus обычно использует шинную топологию, в то время как Profinet поддерживает различные топологии, такие как звезда, дерево, кольцо и линия.
4. Дуплексность. Profinet работает в режиме полного дуплекса (двунаправленная одновременная передача данных), в то время как Profibus работает в режиме полудуплекса.
5. Кабели и разъемы. Profinet и Profibus используют разные кабели и разъемы. Profinet обычно использует стандартные разъемы Ethernet RJ-45, в то время как Profibus использует разъемы, основанные на стандарте RS-485.
6. Беспроводная связь. Profinet поддерживает беспроводные соединения, такие как WLAN и Bluetooth, в рамках своей спецификации, в то время как Profibus требует специальных радиомодулей для беспроводной связи.

В целом, Profinet предоставляет большую гибкость, высокую скорость передачи данных и поддержку современных топологий сети, что делает его более подходящим для современных приложений автоматизации по сравнению с Profibus.

Использование протоколов промышленных сетей Profinet, Profibus, Modbus позволяет создавать современные инфокоммуникационные сети повышенной надежности, производительности и безопасности [3-4].

Список литературы:

1. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. - 5-е изд. - СПб. : Питер, 2016. - 992 с.
2. Таненбаум, Э. Компьютерные сети. / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. - 5-е изд. - СПб. : Питер, 2012. - 960 с.
3. Грачев В.В. Проектирование инфокоммуникационной сети углеобогатительной фабрики / В.В. Грачев, А.В. Циряпкина // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 77-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. – Т.1. – С. 371.
4. Кулюшин Г.А. Создание резервируемой инфокоммуникационной сети АСУ ТП ОФ «Шахта №12» / Г.А. Кулюшин, Д.В. Иванов, Д.Е. Коровин, В.В. Грачев, С.Ю. Коршунов // Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах: труды V Международной научно-практической / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет; под общей редакцией И.А. Рыбенко, Т.В. Киселевой. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2021. – С. 291 – 295.

