

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПОЛОГИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ

© 2019 О. Ю. Клишина

ОАО концерн «Созвездие» (г. Воронеж, Россия)

*В статье рассматриваются особенности построения промышленных сетей. Приведены основные топологии.*

*Ключевые слова: промышленная сеть, компания, топология.*

На сегодняшний день существует большое количество топологий для промышленных сетей, и это связано с разнообразием используемых приложений.

В данной работе будут рассматриваться базовые топологии, лежащие в основе всех проприетарных решений. Такими топологиями являются кольцевая, звезда, резервированная звезда, шинная и смешанная топологии.

Выбор топологии зависит от того, каким образом конечные устройства промышленной сети будут подключаться [1, 2]. Дело в том, что многие промышленные устройства имеют только один сетевой интерфейс, в связи с чем они могут быть подключены только одним соединением к коммутатору.

Если доступность имеет критичное значение, и устройства поддерживают несколько соединений [3, 4], то они должны быть подключены к нескольким коммутаторам, чтобы избежать общей точки отказа. Таким образом, сетевая инфраструктура должна проектироваться с учетом обеспечения минимального времени восстановления после сбоя и максимальной надежности.

В общем случае промышленная сеть состоит из следующих компонентов:

- контроллеры, НМИ панели, компьютеры инженеров и другие устройства ввода/вывода;
- коммутаторы, функционирующие на втором уровне модели OSI (L2 коммутаторы);
- коммутаторы, поддерживающие функции третьего уровня модели OSI (L3 коммутаторы) или маршрутизаторы. Данное оборудование, как правило, выполняет роль агрегации;
- среда для подключения всего вышеперечисленного между собой [5, 6].

Как говорилось выше, на данном уровне управления предприятием могут использоваться разные топологии. Для принятия решения о выборе топологии на основании выполненной аналитической работы необходимо более подробно рассмотреть каждую из топологий, а также преимущества, недостатки и особенности каждой из них. Пример схемы нижнего уровня управления предприятием представлен на рис. 1.

**Шинная топология.** В шинной топологии коммутаторы подключены последовательно друг к другу, в результате чего образуется цепочка из них. Основные характеристики данной топологии:

- соединение между коммутатором агрегации и коммутатором доступа является узким местом, которое может оказать негативное влияние на качество связи;
- простая конфигурация, которую просто устанавливать;
- структурно простая кабельная система;
- отсутствие резервирования, что означает невозможность автоматического восстановления после сбоя;
- высокий уровень гибкости для подключения устройств производственного уровня;
- низкая стоимость.

**Кольцевая топология** похожа на шинную. Основное отличие в том, что последний коммутатор в цепочке подключен к первому. В случае потери соединения между любыми двумя коммутаторами [7], связь между всеми устройствами промышленной сети не будет потеряна, так как есть резервный путь до каждого из устройств. Основные характеристики данной топологии:

- дополнительное соединение для обеспечения кольца;
- устойчивость сети к восстановлению после сбоя на одном из соединений;
- более сложная установка такой топологии по сравнению с шинной, так как необ-

---

Клишина Ольга Юрьевна –, ОАО концерн «Созвездие», специалист klishhhinooyu@gmail.com.

ходимо внедрение дополнительных технологий для предотвращения петель;

- высокий уровень гибкости для подключения устройств производственного уровня;

- выше стоимость по сравнению с шинной топологией.

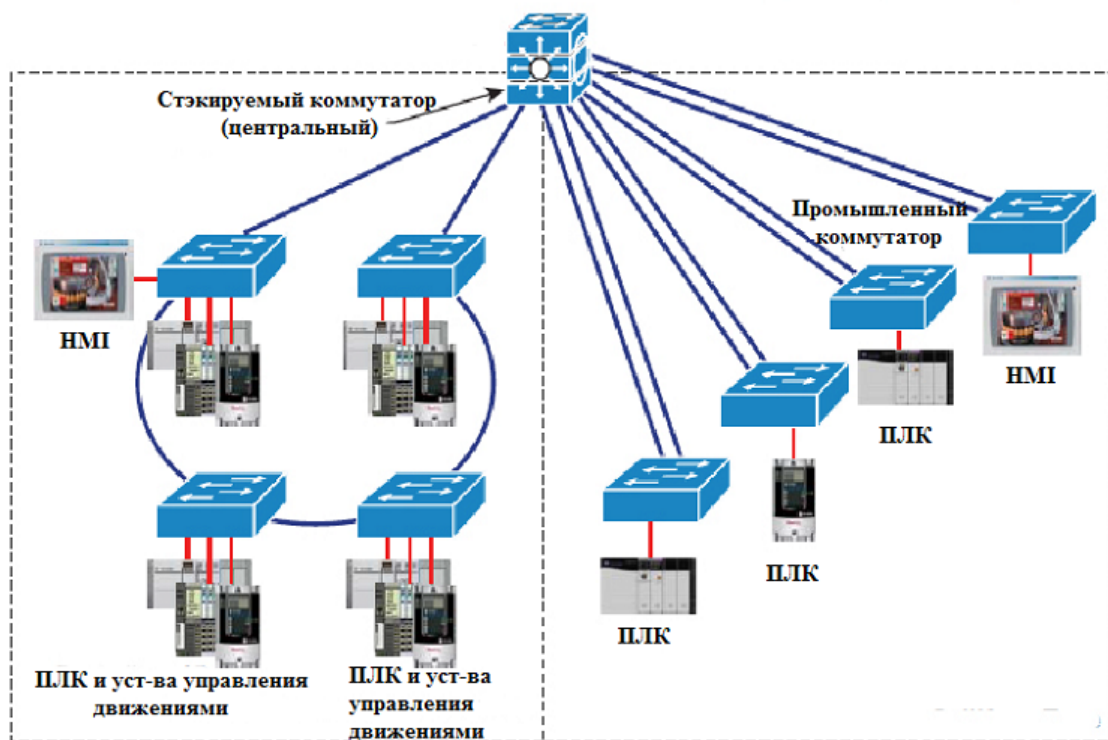


Рисунок 1. Схема промышленной сети.

**Топология «зарезервированная звезда».** В данной топологии коммутаторы доступа подключены двумя соединениями к коммутатору агрегации. Промышленные устройства подключаются к коммутаторам доступа. Данная топология имеет следующие характеристики:

- всегда два узла до любого конечного устройства;

- отсутствуют узкие места в сети;

- каждый коммутатор доступа может продолжать свою работу в случае выхода из строя одного из соединений;

- сеть продолжает функционировать в случае выхода из строя нескольких соединений;

- требуется более сложная структурно-кабельная система;

- выше стоимость по сравнению с кольцевой топологией. В каждой из описанных выше топологий на границе промышленной и корпоративной сети используется высокопроизводительный, стэкируемый коммутатор.

Данный коммутатор является частью топологии и выполняет на сети функцию главного коммутатора в промышленной сети.

Сравнительная оценка топологий промышленных сетей представлена в таблице.

**Логическая сегментация промышленной сети.** Логическая сегментация представляет собой процесс определения, какие конечные устройства должны между собой взаимодействовать без применения маршрутизаторов [8, 9], т. е. быть в одной сети. Сегментация необходима для обеспечения работы приложений реального времени, соответствия требованиям к передаче данных и применения политик безопасности.

Сегментация происходит путем разделения потоков данных с помощью VLAN (Virtual Lan Area Network). Разделение на Vlan обеспечивает уменьшение широковещательных доменов, повышает управляемость сети и ее стабильность [44]. В один широковещательный домен (домен реального времени) должны быть включены только те устройства, между которыми должна обеспечиваться определенная гарантированность доставки данных.

Также при разделении на разные vlan исключаются риски влияния широковещательных или multicast штормов в одном vlan на другой.

Сравнительная оценка топологий

Топология	Преимущества	Недостатки
Шинная / звезда	- проста в проектировании, настроек и внедрении - требуется простая СКС	- отсутствует резервирование - наличие узкого места в сети на стыке с коммутатором агрегации
Кольцевая	- резервирование в случае недоступности одного из соединений - простая СКС - наличие нескольких маршрутов до конечных устройств, что позволяет избежать узких мест	- дополнительная настройка протоколов резервирования - большое время конвергенции (в зависимости от протокола резервирования) - изменение количества коммутаторов изменяет производительность сети (чем их больше, тем дольше время конвергенции)
Зарезервированная звезда	- резервирование в случае недоступности нескольких соединений - быстрое время конвергенции - производительность сети не зависит от количества устройств - минимальное количество узких мест в сети повышает стабильность	- дополнительные кабели для подключения коммутаторов к коммутатору агрегации - дополнительная настройка оборудования

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кульнева, Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гашенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.

2. Болучевская, О. А. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн / О. А. Болучевская, О. Н. Горбенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3 (3). – С. 4.

3. Преображенский, А. П. САПР современных радиоэлектронных устройств и систем / А. П. Преображенский, Р. П. Юров // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2006. – Т. 2. – № 3. – С. 35-37.

4. Львович, Я. Е. Исследование метода трассировки лучей для проектирования беспроводных систем связи / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский, С. О. Головинов // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2012. – Т. 17. – № 1. – С. 32-35.

5. Львович, Я. Е. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский,

С. О. Головинов // Телекоммуникации. – 2010. – № 11. – С. 2-6.

6. Казаков, Е. Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети Wi-Fi / Е. Н. Казаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1 (12). – С. 13.

7. Львович, Я. Е. Исследование характеристик защищенности мобильных сенсорных сетей / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Радиолокация, навигация, связь: Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения А. С. Попова. В 6-ти томах. 2019. С. 239-244.

8. Lvovich, Ya. Оценка производительности и состава оборудования локальных компьютерных сетей / Ya. Lvovich, O. Choporov, Yu. Preobrazhenski // Information Technology Applications. – 2017. – № 2. – С. 18-33.

9. Львович, И. Я. Основы информатики / И. Я. Львович, Ю. П. Преображенский, В. В. Ермолова // Учебное пособие / Воронеж, Издательство: Воронежский институт высоких технологий, 2014, 339 с.

### THE STUDY OF TOPOLOGIES OF INDUSTRIAL NETWORKS

© 2019 O. Yu. Klishina

JSC concern «Sozvezdie» (г. Воронеж, Россия)

*The paper discusses the features of the construction of industrial networks. The main topologies are given.*

*Key words: industrial network, company, topology.*