

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

ЛЕКЦИЯ 5

7. Цифровые сети и интерфейсы

Обмен информацией между устройствами, входящими в состав системы автоматизации, происходит через промышленную сеть (fieldbus, полевою шину). Но прежде чем рассмотреть особенности промышленных сетей, познакомимся с цифровыми сетями вообще. Будем называть цифровые компьютерные сети для краткости просто «сети».

Для передачи данных от одного устройства (абонента) к другому (между компьютерами, дисплеями, контроллерами, печатью, серверами и др.) используют сети. Для организации сети нужны коммутирующие, согласующие, преобразующие и другие устройства, нужна среда передачи – это кабели, эфир и оптоволокно. Нужны программы, которые управляют работой этих устройств. Комплекс таких аппаратных и программных средств называется *сетью передачи данных*. Итак: *Комплекс аппаратных и программных средств, обеспечивающих передачу цифровой информации на расстоянии от одного устройства к другому, называется сетью передачи данных. Назначение сети – обеспечение совместного доступа к общим ресурсам. Ресурсы могут быть аппаратные, программные и информационные.*

Сети передачи данных востребованы и широко используются. Это целая отрасль, непрерывно динамично развивающаяся. Оборудование здесь все время совершенствуется, появляются новые идеи, технические и программные решения. В результате конкурентной борьбы что-то отмирает, другое находит широкое развитие и становится стандартом. Поэтому здесь нет единых структур и устоявшейся терминологии. Тем не менее кое-что общее есть, и мы это постараемся рассмотреть.

Сети передачи данных разделяются на локальные (LAN — Local Area Network, ЛВС локальные вычислительные сети) и глобальные ((WAN — Wide Area Network WAN, ГВС). Протяженность ЛВС до нескольких километров, ГВС – сотни и тысячи километров (пример – Интернет). Итак: *Сети передачи данных разделяются на локальные (LAN) и глобальные ((WAN)). Мы будем рассматривать локальные сети (ЛВС).*

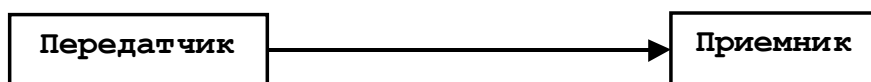
Информация между абонентами сети передается кабелем или по радио. В системах автоматизации в качестве передающей среды в основном используется кабель, электрический или оптоволоконный. Радиоканалы применяются там, где без них не обойтись. Это, например, для связи с подвижными объектами (пример – троллейкары для загрузки шихты в шахтные печи УМКМ). *В зависимости от направления передачи режимы передачи разделяются на симплексный, полудуплексный и дуплексный.*

Симплексный режим – передача данных только в одном направлении.

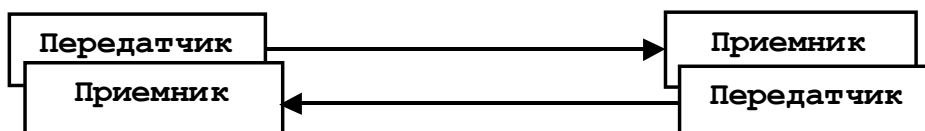
Полудуплексный режим – попеременная передача и прием информации по одной линии, когда источник и приемник последовательно меняются местами.

Дуплексный режим – одновременная передача и прием сообщений по отдельным линиям.

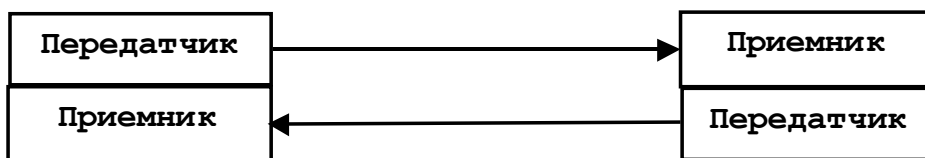
СИМПЛЕКСНЫЙ РЕЖИМ ПЕРЕДАЧИ



ПОЛУДУПЛЕКСНЫЙ РЕЖИМ ПЕРЕДАЧИ



ДУПЛЕКСНЫЙ РЕЖИМ ПЕРЕДАЧИ



Рассмотрим схемы кабельного соединения абонентов сети.

7.1 Топологии цифровых сетей

Если мы соединяем в сеть два компьютера, то для этого достаточно протянуть между ними кабель и подключить его своими концами к портам ввода-вывода обоих компьютеров. Но если у нас три компьютера и более, то возникает несколько вариантов соединений (нарисовать).

Под соединениями понимается не только то, как абоненты подключены к сетевому кабелю, но и то, как передается информация в сети. Это называется «топология сети».

Под топологией сети понимается способы соединения абонентов сети и передачи данных. Топология определяет требования к оборудованию, тип используемого кабеля, допустимые и наиболее удобные методы управления обменом, надежность работы, возможности расширения сети. Топология может быть физической и логической. Физическая топология – способ соединения абонентов сети линиями связи. Логическая топология – правило распространения сигналов в сети.

Рассмотрим виды топологий. Возможен вариант, когда каждый абонент непосредственно связан со всеми другими абонентами. Такое соединение называется полносвязным. В этом случае обеспечивается высокая скорость и надежность передачи сообщений, но требуется очень много кабелей и входов в каждом компьютере, поэтому такое соединение используется редко. Другие соединения называются неполносвязными. Такие соединения используются чаще всего. Итак: *Под полносвязной понимается топология, когда каждый абонент непосредственно связан со всеми другими абонентами, другая топология называется неполносвязной.* В неполносвязной топологии передача данных часто производится через дополнительные узлы. Возможно много вариантов неполносвязных топологий, рассмотрим наиболее часто применяемые, они имеют специальные названия.

- **Шина (bus)** — все абоненты параллельно подключаются к одной линии связи. Информация от каждого абонента одновременно передается всем остальным абонентам (рис. 7.1).

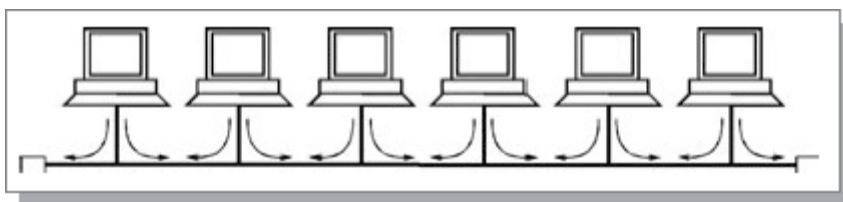


Рис. 7.1 – Сетевая топология шина

- **Звезда (star)** — к одному центральному концентратору (хабу) присоединяются остальные абоненты сети, причем каждый из них использует отдельную линию связи (рис. 7.2). Информация от абонента передается только концентратору, от него — к одному или нескольким другим абонентам.

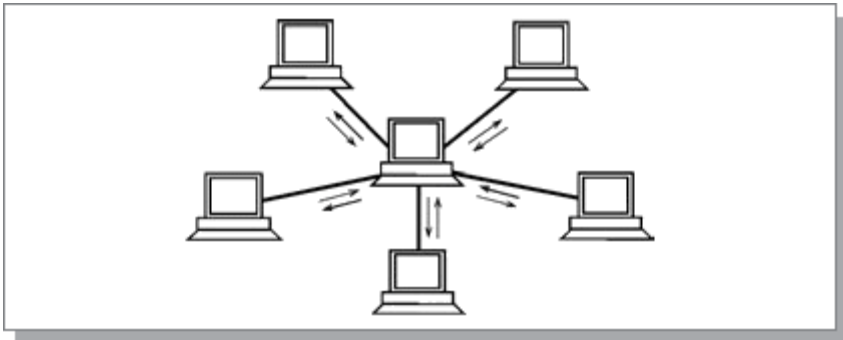


Рис. 7.2 – Сетевая топология звезда

- **Кольцо (ring)** — абоненты последовательно объединены в кольцо. Передача информации в кольце всегда производится только в одном направлении. Каждый из абонентов передает информацию только одному абоненту, следующему в цепочке за ним, а получает информацию только от предыдущего в цепочке абонента (рис. 7.3).

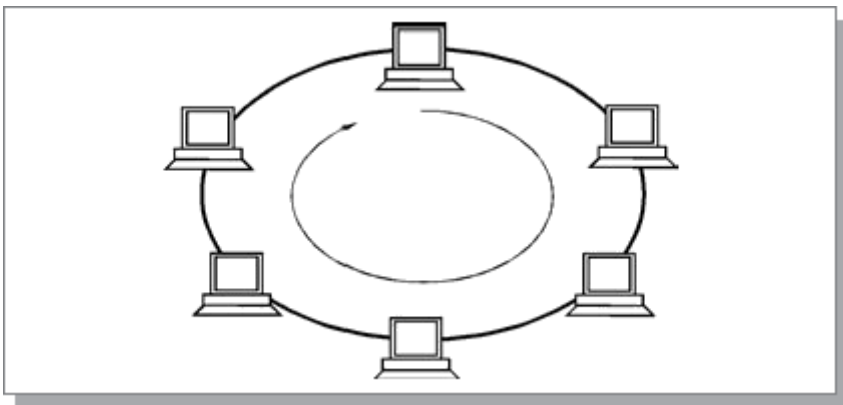


Рис. 7.3 – Сетевая топология кольцо

Каждая топология имеет свои преимущества и недостатки.

Шина.

Преимущества:

- 1) минимальный расход кабеля;
- 2) отказ одного из узлов не влияет на работу сети в целом;
- 3) сеть легко настраивать и конфигурировать;
- 4) сеть устойчива к неисправностям отдельных узлов.

Недостатки:

- 1) разрыв кабеля влияет на работу всей сети;
- 2) недостаточная надежность сети из-за проблем с разъемами кабеля;
- 3) низкая производительность, обусловлена разделением канала между всеми абонентами.

Звезда.

Преимущества:

- 1) легкость подключения нового абонента;*
- 2) имеется возможность централизованного управления;*
- 3) сеть устойчива к неисправностям и разрывам соединения отдельных абонентов;*

Недостатки:

- 1) отказ концентратора влияет на работу всей сети;*
- 2) большой расход кабеля.*

Кольцо.

Преимущества:

- 1) данную сеть очень легко создавать и настраивать.*

Недостатки:

1) повреждение линии связи в одном месте или отказ абонента приводит к отказу всей сети.

В одной и той же сети физическая и логическая топологии могут отличаться. Например, в эзернет применяется физическая топология звезда с концентратором в центре, но логическая топология – общая шина, т.к. концентратор передает данные, поступившие на его один порт на все другие порты и эти данные становятся доступны всем другим абонентам.

На практике нередко используют смешанные и другие неполносвязные топологии локальных сетей (двойное кольцо, решетка, дерево и др.).

В ЛВС систем автоматизации широко используются промышленные сети с топологией «шина», отсюда и название этих сетей (fieldbus, полевая шина). Сейчас, с развитием сетей, в промышленности используются и другие топологии.

Модели OSI. Основной задачей, решаемой при создании компьютерных сетей, является обеспечение совместимости оборудования по электрическим и механическим характеристикам и обеспечение совместимости информационного обеспечения (программ и данных) по системе кодирования и формату данных. Для упрощения решения этой сложной задачи, как обычно, применяется декомпозиция (разделение) общей задачи на ряд более простых задач в данном случае таким образом, чтобы количество и сложность связей при передаче информации между устройствами (абонентами) цифровой сети были минимальными. Это решение относится к области стандартизации и основано на так называемой модели *OSI {модель взаимодействия открытых систем — Model of Open System Interconnections}*. Она (модель *OSI*) создана на основе технических предложений Международного института стандартов *ISO {International Standards Organizatio}*.

Согласно модели *ISO* архитектуру компьютерных сетей следует рассматривать на разных уровнях, причем общее число уровней — до семи (Таблица 7.1). Здесь декомпозиция выполнена так, чтобы взаимодействие было только между соседними уровнями в таблице 7.1. Такой подход обеспечил возможность решения задач функционирования каждого уровня отдельно, в том числе разными разработчиками и производителями.

Таблица 7.1

7	Прикладной уровень (Application Layer)
6	Уровень представления (Presentation Layer)
5	Сеансовый уровень (Session Layer)
4	Транспортный уровень (Transport Layer)
3	Сетевой уровень (Network Layer)
2	Канальный уровень (Data Link Layer)
1	Физический уровень (Physical Layer)

Самый верхний уровень — *прикладной*. На этом уровне пользователь взаимодействует с вычислительной системой. Самый нижний уровень — *физический*. Он обеспечивает обмен сигналами между устройствами. Обмен данными в системах связи происходит путем их перемещения на передающем устройстве с верхнего уровня на нижний, затем транспортировки и, наконец, обратным воспроизведением на приемном устройстве в результате перемещения с нижнего уровня на верхний (Рисунок 7.4).



Рис. 7.4 – Схема передачи информации от передающего узла к приемному согласно модели ISO

Итак: При создании сетей используется стандарт OSI/ISO, в котором предусмотрено максимум семь уровней архитектуры сети от прикладного до физического.

Для обеспечения необходимой совместимости на каждом из семи возможных уровней архитектуры действуют специальные стандарты, называемые *протоколами*. Они определяют характер аппаратного взаимодействия компонентов сети (*аппаратные протоколы*) и характер взаимодействия программ и данных (*программные протоколы*). Физически функции поддержки протоколов исполняют аппаратные устройства (*интерфейсы*) и программные средства (*программы поддержки протоколов*). Программы, выполняющие поддержку протоколов, также называют *протоколами*. Так, например, если два компьютера соединены между собой прямым соединением, то на низшем (физическом) уровне протокол их взаимодействия определяют конкретные устройства физического порта (параллельного или последовательного) и механические компоненты (разъемы, кабель и т. п.). На более высоком уровне взаимодействие между компьютерами определяют программные средства, управляющие передачей данных через порты. Для стандартных портов они находятся в базовой системе ввода/вывода (*BIOS*). На самом высоком уровне протокол взаимодействия обеспечивают приложения операционной системы.

Итак: Для обеспечения необходимой совместимости на каждом из семи уровней архитектуры компьютерной сети действуют специальные стандарты, называемые *протоколами*. Функции поддержки протоколов исполняют аппаратные устройства (*интерфейсы*) и программные средства (*программы поддержки протоколов*).

Рассмотрим более подробно уровни *OSI/ISO*.

1. На физическом уровне определяются физические характеристики канала связи и параметры сигналов, например, вид кодировки, частота передачи, длина и тип линии, тип штекерного разъема и т.д. Наиболее широко распространенный fieldbus стандарт 1 уровня – это интерфейс RS-485. Его основная задача — обеспечить прием логической единицы на стороне получателя, если на стороне отправителя также передана единица. Здесь используются понятия: длительность импульса и паузы, количество проводов и цоколевка разъемов, волновое сопротивление, уровень логической единицы и нуля и др. Итак: *Задача физического уровня – обеспечить прием логической единицы от отправителя на стороне получателя. Здесь используются понятия: параметры импульса, количество проводов и цоколевка разъемов, волновое сопротивление, логические уровни и др.*

2. Канальный уровень определяет правила совместного использования физического уровня узлами сети. Здесь проверяется доступность канала, данные разбиваются на кадры, обнаруживаются ошибки и выполняется коррекция в передаче данных (контрольная сумма). Итак: *На канальном уровне проверяется доступность канала, формирование кадров данных, обнаружение ошибок и коррекция в передаче данных.*

3. Сетевой уровень отвечает за адресацию и доставку пакета по оптимальному маршруту.

4. Транспортный уровень разбирается с содержимым пакетов, производит деление и сборку пакетов.

5. Сеансовый уровень координирует взаимодействие между узлами сети.

6. Уровень представления занимается при необходимости преобразованием форматов данных.

7. Прикладной уровень обеспечивает непосредственную поддержку прикладных процессов и программ конечного пользователя и управление взаимодействием этих программ с различными объектами сети передачи данных.

Все, что находится выше 7-го уровня модели, это задачи, решаемые в прикладных программах.

Конечно, модель *OSI* не является совершенной, она сложна, несовершенна и зачастую избыточна [4]. Тем не менее, методологически она актуальна, выявление соответствия применяемых сетевых стандартов ее уровням позволяет определить место и функции этого стандарта в общей структуре сети. На практике большинство промышленных сетей (fieldbus) ограничивается только тремя уровнями, а именно физическим, канальным и прикладным. Наиболее «продвинутые» сети решают основную часть задач аппаратно, оставляя программную прослойку только на седьмом уровне. Дешевые сети (например, ModBus) зачастую используют на физическом уровне интерфейс RS-485, а все остальные задачи, начиная с канального уровня, решают программным путем. Как исключение существуют протоколы промышленных сетей, реализующие все семь уровней *OSI*-модели, например LonWorks.

Большое разнообразие открытых промышленных сетей, интерфейсов и протоколов связано с многообразием требований автоматизируемых технологических процессов. Эти требования не могут быть удовлетворены универсальным и экономически оптимальным решением. Сейчас уже очевидно, что ни одна из существующих сетей не станет единственной, похоронив все остальные.

Это были общие понятия для сетей. Теперь рассмотрим особенности промышленных сетей и применяемые в них интерфейсы.