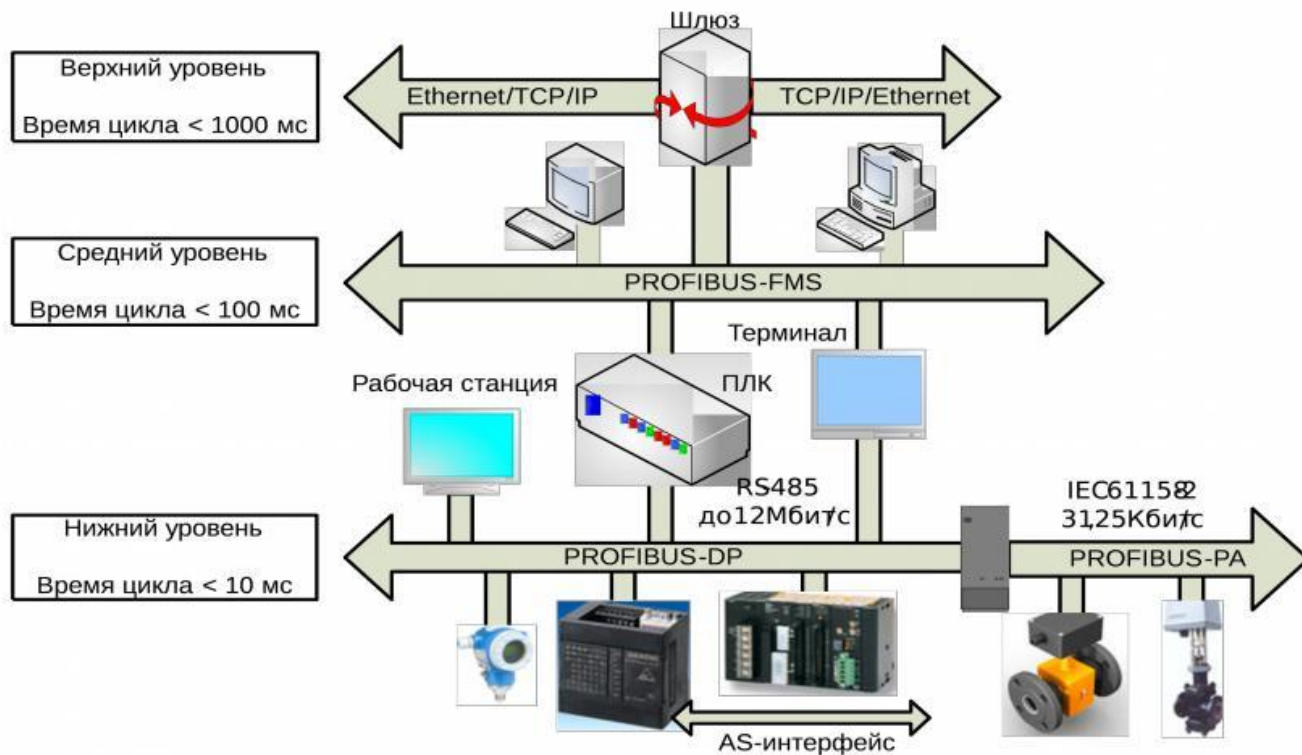


# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ



# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ

**Промышленная сеть** – это среда передачи данных, отвечающая множеству разнообразных, зачастую противоречивых требований, связывающая воедино оборудование различных производителей, а также обеспечивающая взаимодействие нижнего и верхнего уровней системы управления предприятием.

Промышленные сети отличаются от офисных следующими свойствами:

- специальным конструктивным исполнением, обеспечивающим защиту от пыли, влаги, вибрации, ударов;
- широким температурным диапазоном (обычно от -40 до +70 град);
- повышенной прочностью кабеля, изоляции, разъемов, элементов крепления;
- повышенной устойчивостью к воздействию электромагнитных помех;
- возможностью резервирования для повышения надежности;
- повышенной надежностью передачи данных;
- возможностью самовосстановления после сбоя;
- детерминированностью (определенностью) времени доставки сообщений;
- возможностью работы в реальном времени (с малой, постоянной и известной величиной задержки);
- работой с длинными линиями связи (от сотен метров до нескольких километров).

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ

В настоящее время насчитывается более 50 типов промышленных сетей (**Modbus**, **Profibus**, DeviceNet, CANopen, LonWorks, ControlNet, SDS, Seriplex, ArcNet, ВАСnet, FDDI, FIP, FF, ASI, Ethernet, WorldFIP, Foundation Fieldbus, Interbus, BitBus и др.).

По уровню использования промышленные сети делятся на следующие виды:

- сети устройств (сенсорные сети) – это сети, действующие на уровне низовой автоматике и объединяющие удаленные модули ввода/вывода, интеллектуальные датчики и исполнительные механизмы (например, сети ASI, ModBus, HART и др.);
- сети управления (контроллерные сети) – это сети объединяющие контроллеры, промышленные компьютеры (например, сети BITBus, ControlNet и др.);
- сети диспетчерского управления (Ethernet и др.);
- универсальные сети (ProfiBus, Foundation FieldBus и др.); –
- глобальная сеть Internet с протоколом TCP/IP.

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ

## Сравнительные характеристики промышленных сетей

Характеристика	Сети	
	сенсорные	контроллерные
1. Расширение	до 1000 м	100 м... 10 км
2. Время цикла	1 мс... 1 с	10 мс... 10 с
3. Объем передаваемых данных в одной посылке	1...8 байт	8... 1000 байт
4. Доступ к шине	фиксированный / свободный	свободный

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ

## Модель OSI

Уровень OSI-модели	Функции
7. Прикладной ( <i>Application</i> )	Обеспечивает связь программ пользователя с объектами сети
6. Представление данных ( <i>Presentation</i> )	Определяет синтаксис данных, управляет их отображением на виртуальном терминале
5. Сеансовый ( <i>Seansion</i> )	Управляет ведением диалога между объектами сети
4. Транспортный ( <i>Transport</i> )	Обеспечивает прозрачность передачи данных между абонентами сети
3. Сетевой ( <i>Network</i> )	Определяет маршрутизацию "пакетов" сети и связи между сетями
2. Канальный ( <i>Data Link</i> )	Обеспечивает передачу данных ("кадров") по каналу, контроль ошибок и синхронизацию данных
1. Физический ( <i>Physical</i> )	Устанавливает и поддерживает физическое соединение устройств

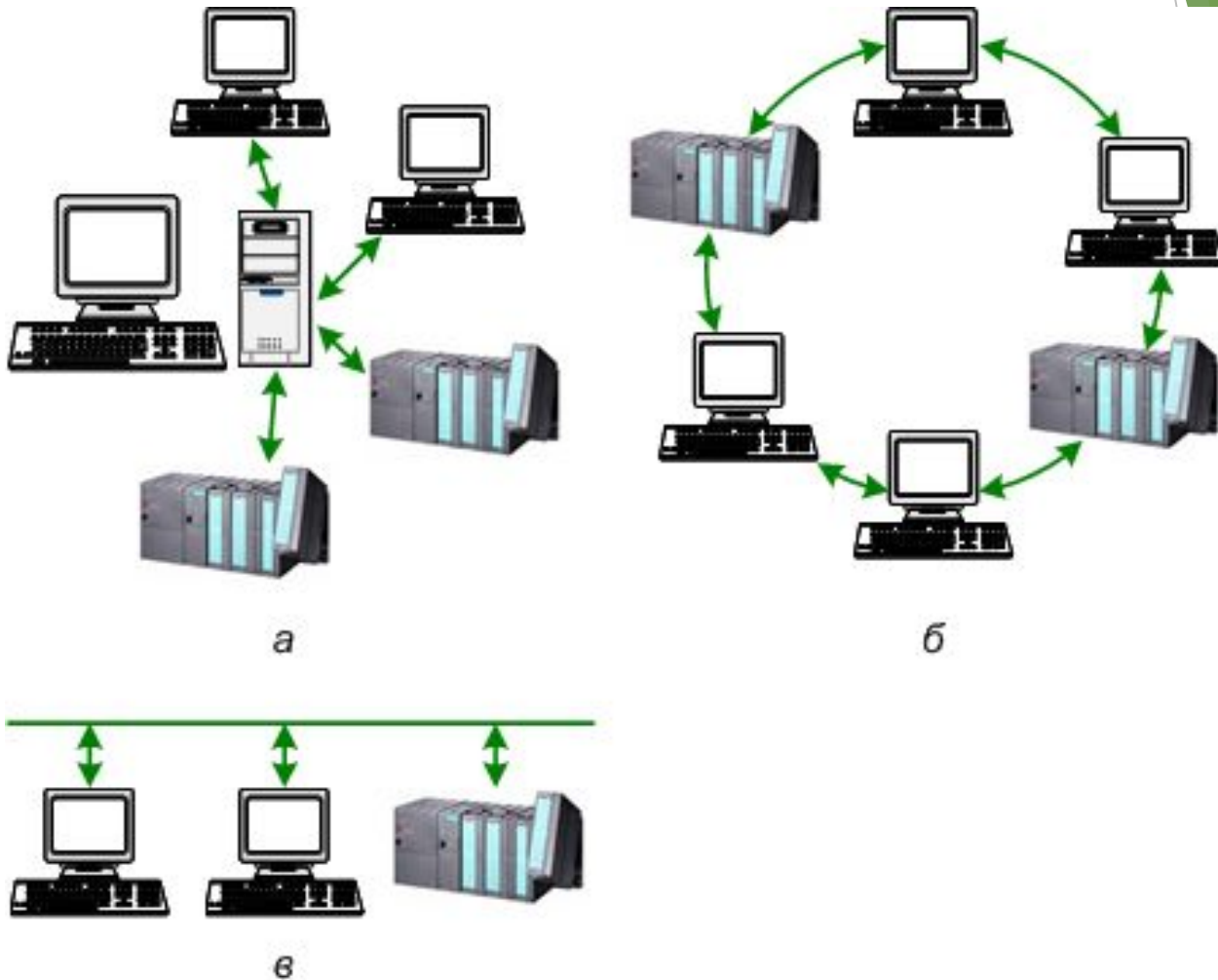
# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ

## Пример структуры промышленной сети

Internet



# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ



Топологии промышленных сетей:  
а - "звезда"; б - "кольцо"; в - "шина"

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ

## Интерфейсы физического уровня

Сравнение интерфейсов RS-232, RS-422 и RS-485

Параметр	RS-232	RS-422	RS-485
Способ передачи сигнала	Однофазный	Дифференциальный	Дифференциальный
Максимальное количество приемников	1	10	32
Максимальная длина кабеля	15 м	1200 м	1200 м
Максимальная скорость передачи	460 кбит/с	10 Мбит/с	30 Мбит/с**
Синфазное напряжение на выходе	$\pm 25$ В	-0,25...+6 В	-7...+12 В
Напряжение в линии под нагрузкой	$\pm 5... \pm 15$ В	$\pm 2$ В	$\pm 1,5$ В
Импеданс нагрузки	3...7 кОм	100 Ом	54 Ом
Ток утечки в "третьем" состоянии	-	-	$\pm 100$ мкА
Допустимый диапазон сигналов на входе приемника	$\pm 15$ В	$\pm 10$ В	-7...+12 В
Чувствительность приемника	$\pm 3$ В	$\pm 200$ мВ	$\pm 200$ мВ
Входное сопротивление приемника	3...7 кОм	4 кОм	12 кОм

*Примечание.* \*\* Скорость передачи 30 Мбит/с обеспечивается современной элементной базой, но не является стандартной.



# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ

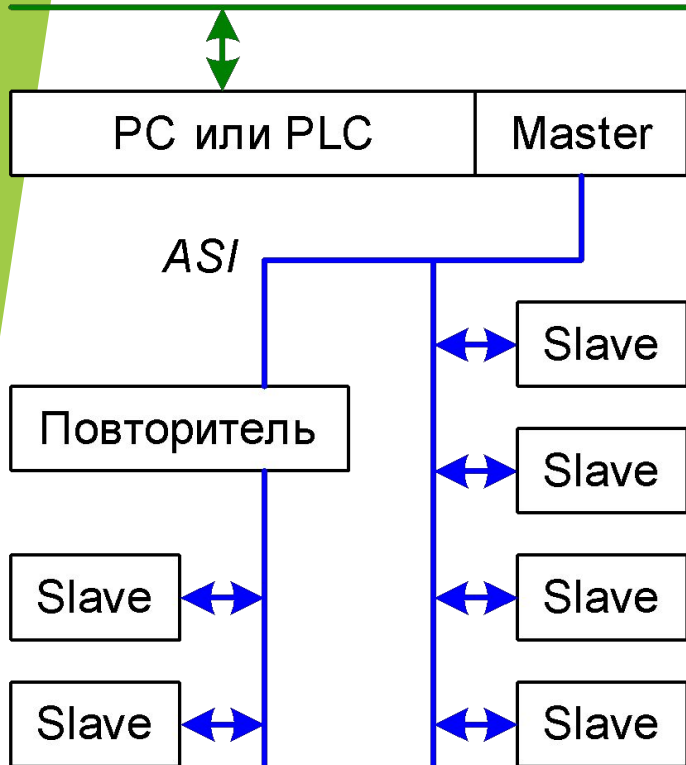
## Характеристика протоколов промышленных сетей

### *Протоколы сенсорных сетей*

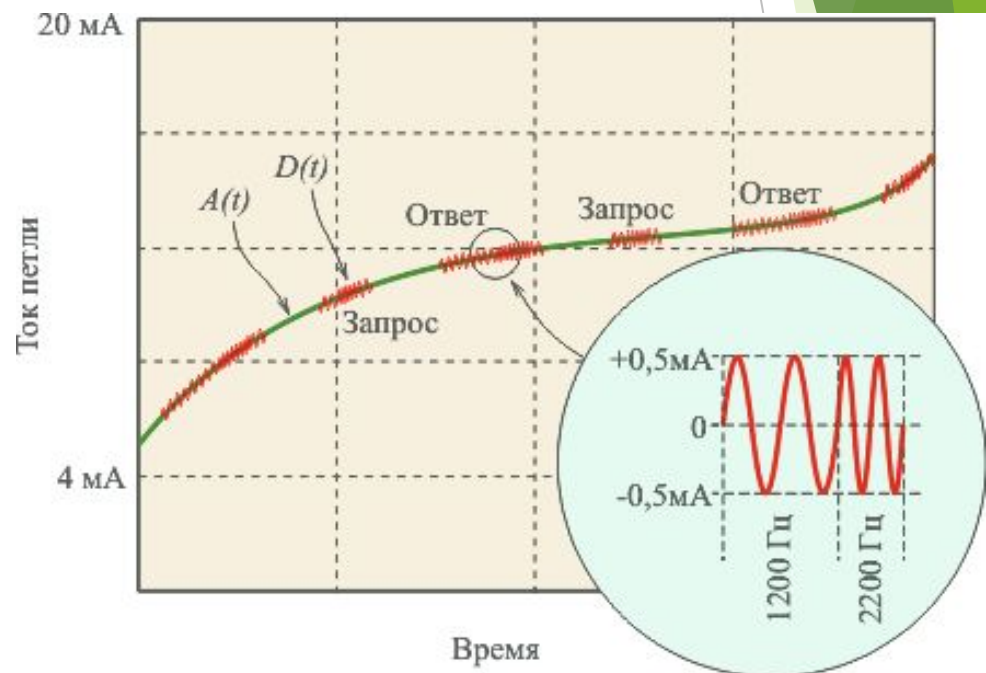
Протокол ASI

Протокол ModBus Modicon

Протокол HART



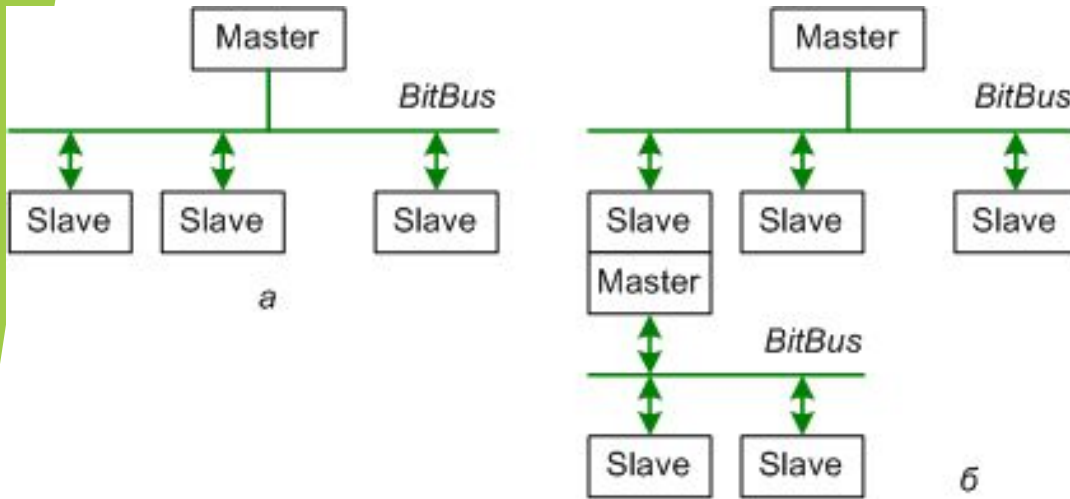
Пример топологии сети с протоколом ASI



# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ

## *Протоколы контроллерных сетей*

### Протокол сети BitBus



Пример топологии сети с протоколом BitBus:

*а - одноуровневая;*

*б - многоуровневая*

### Протокол Control Net

компания Rockwell Automation

Протокол работает с 99 узлами, скорость передачи данных до 5 Мбит/с.

Протяженность линий связи на коаксиальном кабеле:

- с двумя сетевыми узлами – до 1000 м;
- с 48 сетевыми узлами – до 250 м;
- с 99 узлами с повторителями – до 5000 м.

При использовании волоконно-оптического кабеля – до 3000 м без повторителей и до 30 км с повторителями.

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ

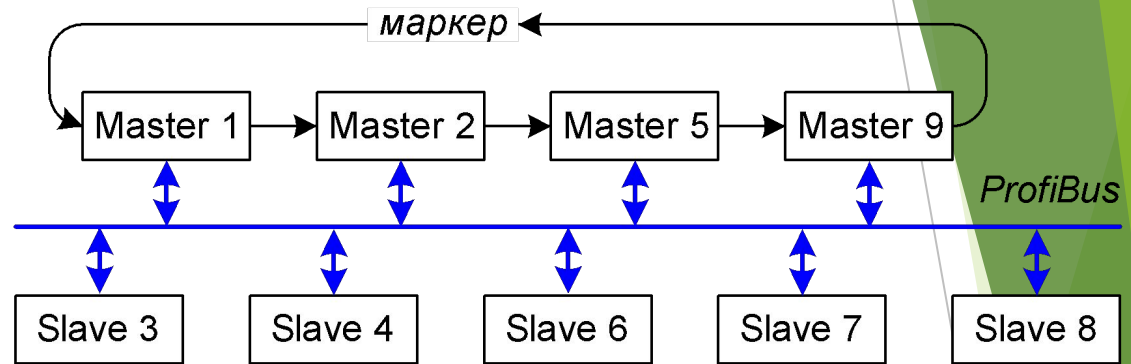
## Протоколы универсальных сетей

### Протокол ProfiBus

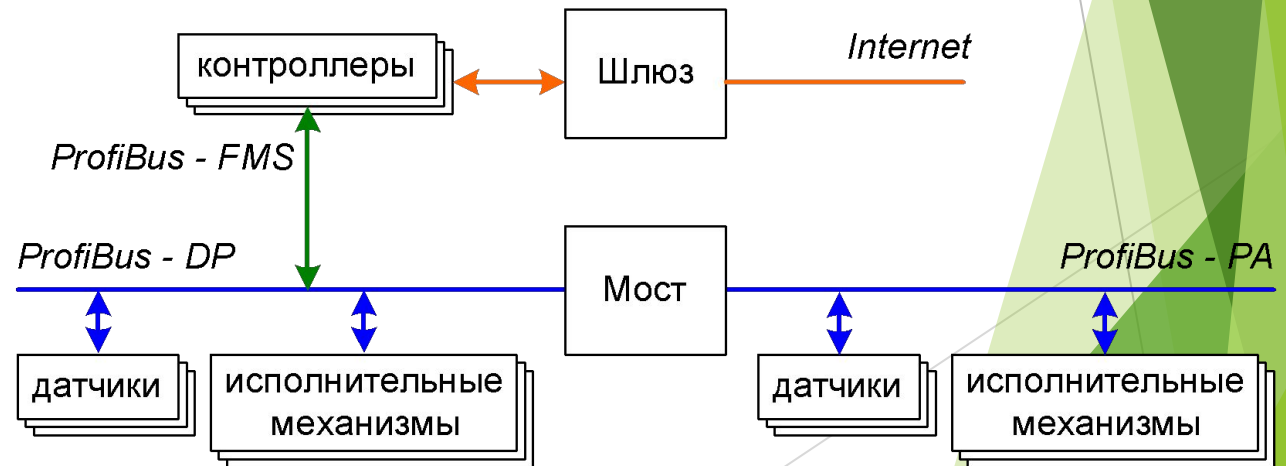
Протокол ProfiBus-DP  
(Decentralized Peripheral  
– распределенная  
периферия)

Протокол ProfiBus-PA  
(Process Automation –  
автоматизация  
процесса)

Протокол  
Profibus-FMS  
(Fieldbus Message  
Specification –  
спецификация  
сообщений полевого  
уровня)

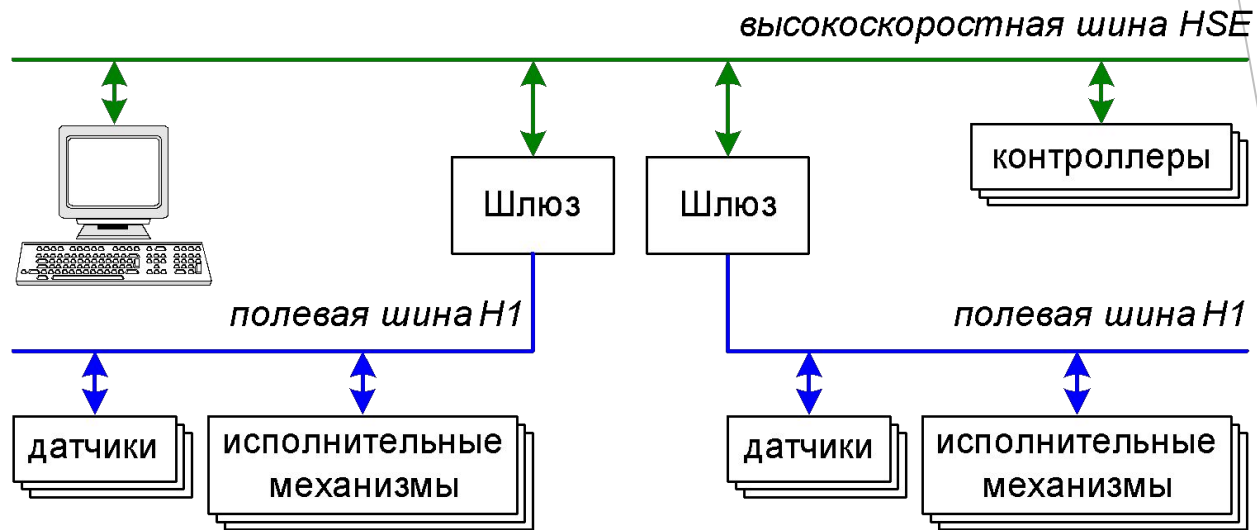


Ведущие (Master) и ведомые (Slave) узлы,  
подключенные к шине по протоколу Profibus



Пример сетевой структуры АСУ ТП  
на базе трех протоколов Profibus

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ



Пример сетевой структуры АСУ ТП  
на базе шины Foundation FieldBus

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ

## *Протоколы сетей диспетчерского уровня*

### Технология передачи данных Ethernet

Ethernet - пакетная технология компьютерных сетей.

Стандарты передачи данных Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат кадров и протоколы управления доступом к среде — на канальном уровне модели OSI.

Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3.

Ethernet использует топологию шина или звезда и поддерживает скорость передачи данных 10 Мбит/сек (Mbps). Спецификация Ethernet послужила основой для стандарта IEEE 802.3, который устанавливает спецификации для физического и нижних программных уровней. Ethernet использует метод доступа CSMA/CD для обработки одновременных запросов. Это самый распространенный стандарт для локальных сетей.

Более новая версия Ethernet, называемая 100Base-T (или Fast Ethernet - быстрый Ethernet), поддерживает скорости передачи данных до 100 Мбит/сек. (Mbps). А самая новая версия, Gigabit Ethernet поддерживает скорость 1 гигабит (gigabit) (1,000 мегабит) в сек.

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ

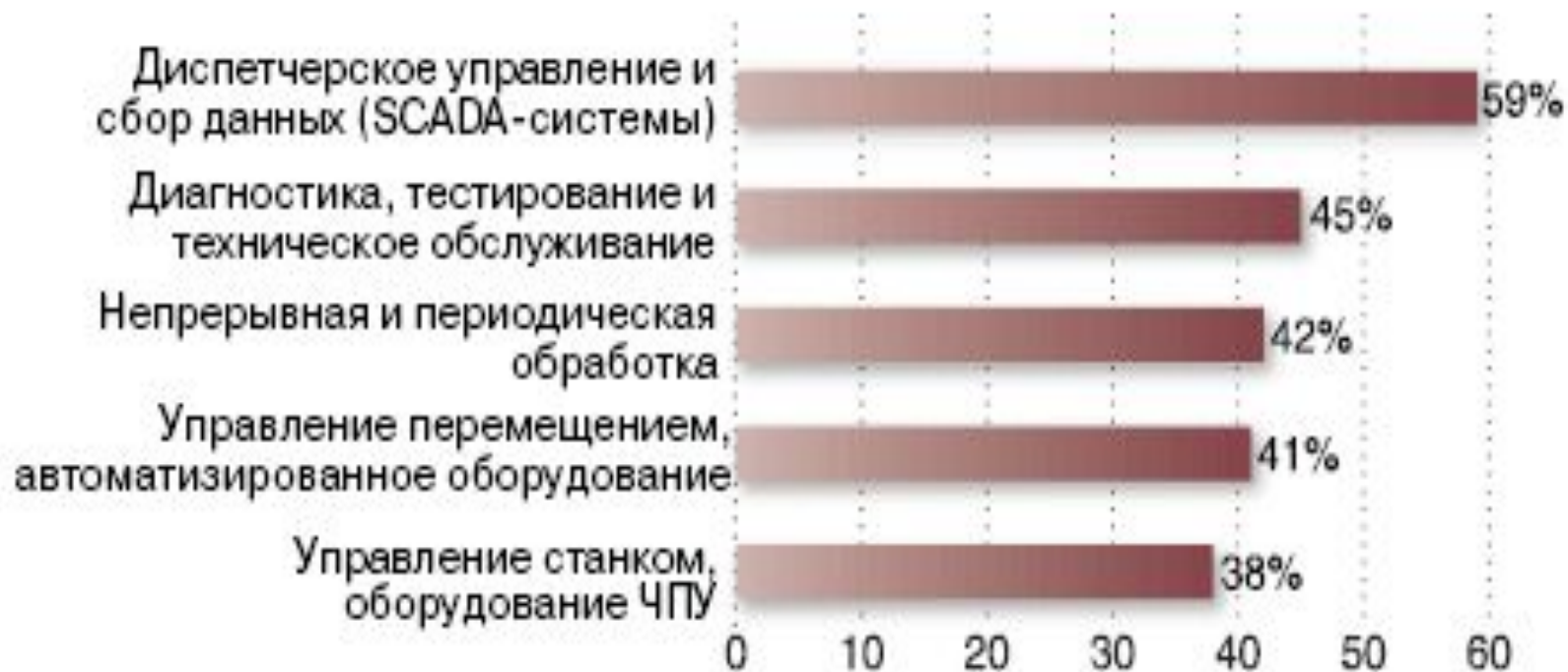
## *Протоколы сетей диспетчерского уровня*

### Технология передачи данных Ethernet

Отличительными признаками промышленного Ethernet являются:

- отсутствие коллизий и детерминированность поведения благодаря применению коммутаторов;
- индустриальные климатические условия;
- устойчивость к вибрациям;
- отсутствие вентиляторов в оборудовании;
- повышенные требования к электромагнитной совместимости;
- компактность, крепление на ДИН-рейку;
- удобное подключение кабелей;
- диагностическая индикация на панели прибора;
- электропитание от источника напряжения в диапазоне от 10 до 30 В;
- возможность резервирования;
- разъемы и оборудование со степенью защиты до IP67;
- защита от электростатических зарядов, электромагнитных импульсов, от превышения напряжения питания;
- полнодуплексная передача.

## 5 наиболее распространенных приложений промышленных сетей



Источник: Control Engineering / Reed Corporate Research on industrial networks, July 2006