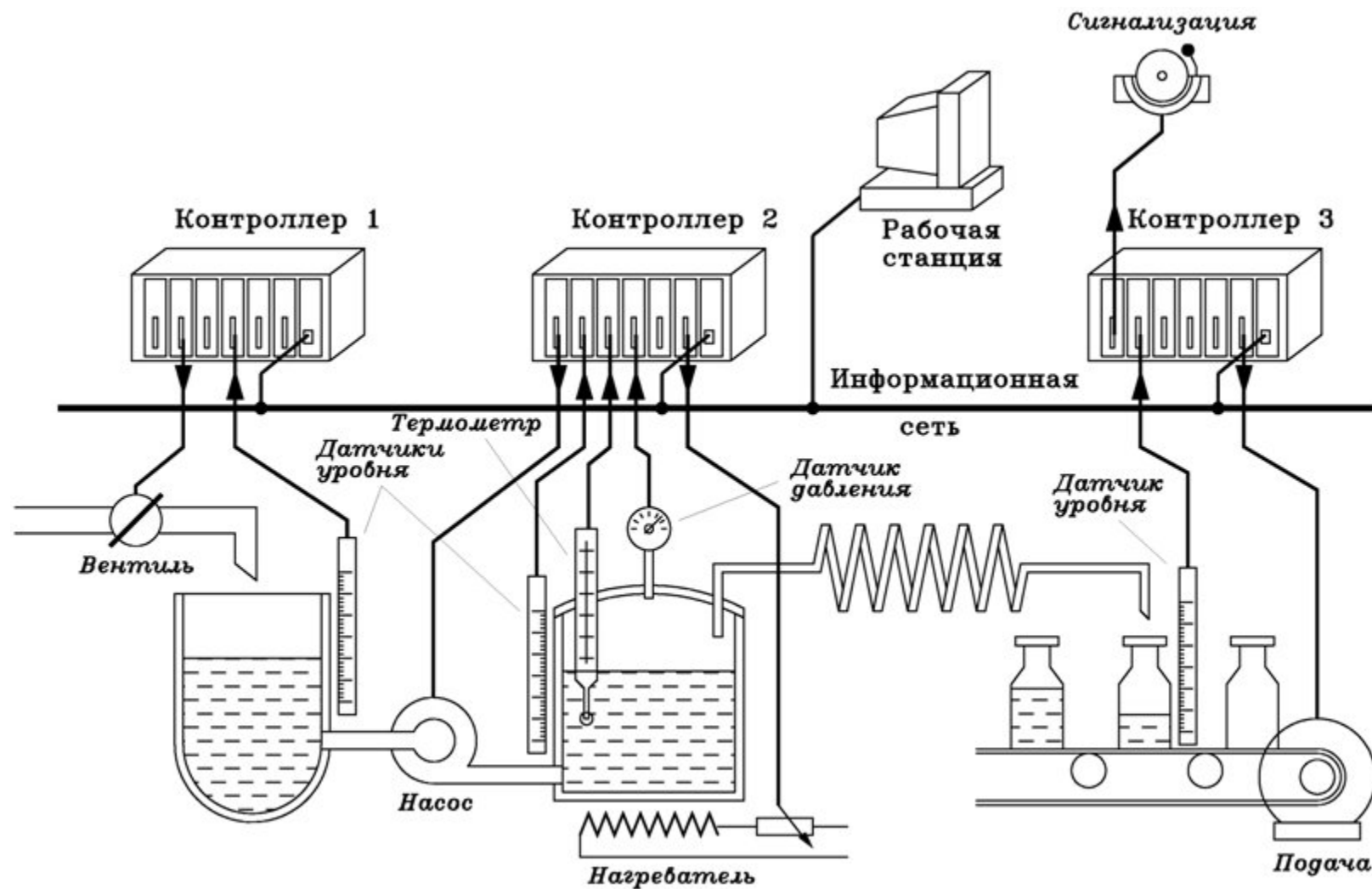


# **Сетевой уровень АСУТП**



Параллельная контроллерная шина



# Характеристики параллельных шин

<b>Шина</b>	<b>ISA (Industry Standard Architectu re)</b>	<b>SCSI (Small Computer System Interface)</b>	<b>VME (Versa Module Eurocard)</b>	<b>PCI и Compact- PCI (Peripheral Component Interconnect)</b>
<b>Разработчик</b>	<b>IBM</b>	<b>ANSI</b>	<b>Motorola, Philips, Thompson и др.</b>	<b>IBM, NEC</b>
<b>Пропускная способность (Burst mode) Мбайт/сек</b>	<b>2 (4)</b>	<b>10 (20)</b>	<b>40 (320)</b>	<b>50 (132)</b>
<b>Разрядность бит</b>	<b>16</b>	<b>8 (32 –Wide)</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
<b>Макс. подключен- ных устройств</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>10</b>

# Сеть RS-485

Полудуплексный многоточечный последовательный канал связи

- Двухпроводная линия связи (витая пара)
- Передача осуществляется с помощью дифференциальных сигналов:  
1 = разница потенциалов  $+U$   
0 = разница потенциалов  $-U$   
от  $-7V$  до  $+12V$  ( $+7V$ ).

Стандарт RS-485 оговаривает только электрические характеристики, физический уровень (среду), но не программную платформу.

Стандарт RS-485 не оговаривает:

- возможность объединения несимметричных и симметричных цепей,
- параметры качества сигнала, уровень искажений (%),
- методы доступа к линии связи,
- протокол обмена,
- аппаратную конфигурацию (среда обмена, кабель),
- типы соединителей, разъёмов, колодок, нумерацию контактов,
- качество источника питания (стабилизация, пульсация, допуск),
- отражённость, уровень сигнала (reflect).

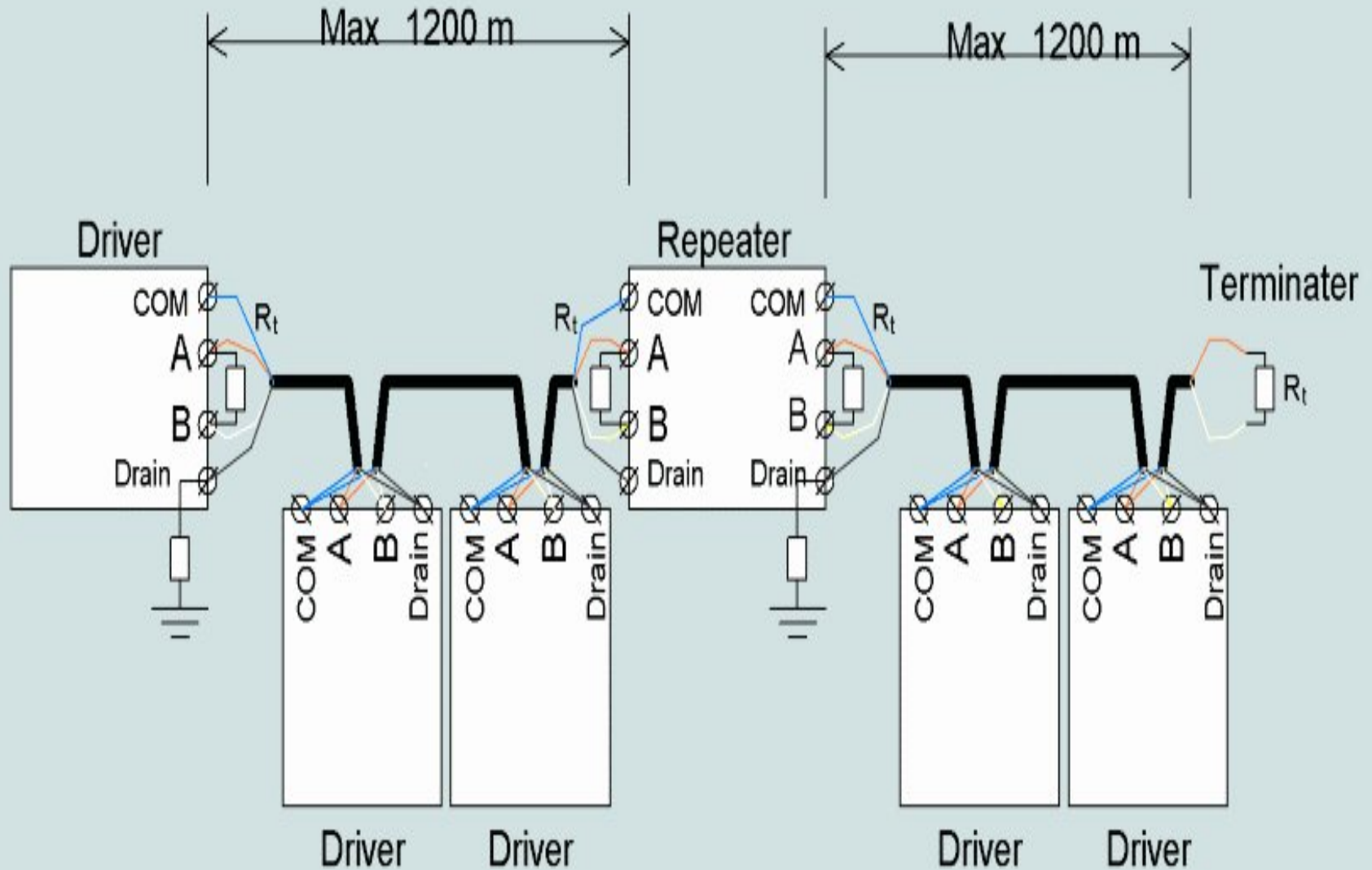
# Сеть RS-485

- возможно "горячее" подключение устройств к линии связи
- до 32 приёмопередатчиков при многоточечной конфигурации сети на одном сегменте
- максимальная длина линии в пределах одного сегмента сети: 1200 м
- только один передатчик активный
- максимальное количество узлов в сети — 250 с учётом магистральных усилителей
- характеристика скорость обмена/длина линии связи (зависимость экспоненциальная):
  - 62,5 кбит/с      1200 м (одна витая пара)
  - 375 кбит/с      300 м (одна витая пара)
  - 2400 кбит/с      100 м (две витых пары)
  - 10000 кбит/с      10 мэкранированные витые пары для скоростей обмена свыше 500 кбит/с

# Сеть RS-485

- **выходной каскад**
  - источник напряжения с малым выходным сопротивлением,  $|U_{\text{вых}}|=1,5:5,0\text{В}$  (не  $<1,5\text{В}$  и не  $>6,0\text{В}$ )
  - максимальный выходной ток  $250\text{мА}$
  - скорость нарастания выходного сигнала  $1,2\text{В/мкс}$
  - должен выдерживать режим короткого замыкания
  - должен иметь схему ограничения выходной мощности
- **входной каскад**
  - дифференциальный вход с высоким входным сопротивлением и пороговой характеристикой от  $-200\text{мВ}$  до  $+200\text{мВ}$
  - допустимый диапазон входных напряжений  $U_{\text{ag}}$  ( $U_{\text{bg}}$ ) относительно земли (GND) от  $-7\text{В}$  до  $+12\text{В}$
  - входной сигнал представлен дифференциальным напряжением ( $U_{\text{i}}+0,2\text{В}$ ) и более

# Сеть RS-485





# Сеть RS-485

## Достоинства стандарта RS-485

- Хорошая помехоустойчивость.
- Большая дальность связи.
- Однополярное питание +5 В.
- Простая реализация драйверов.
- Возможность широковещательной передачи.
- Многоточечность соединения.

## Недостатки RS-485

- Большое потребление энергии.
- Отсутствие сервисных сигналов.
- Возможность возникновения коллизий.

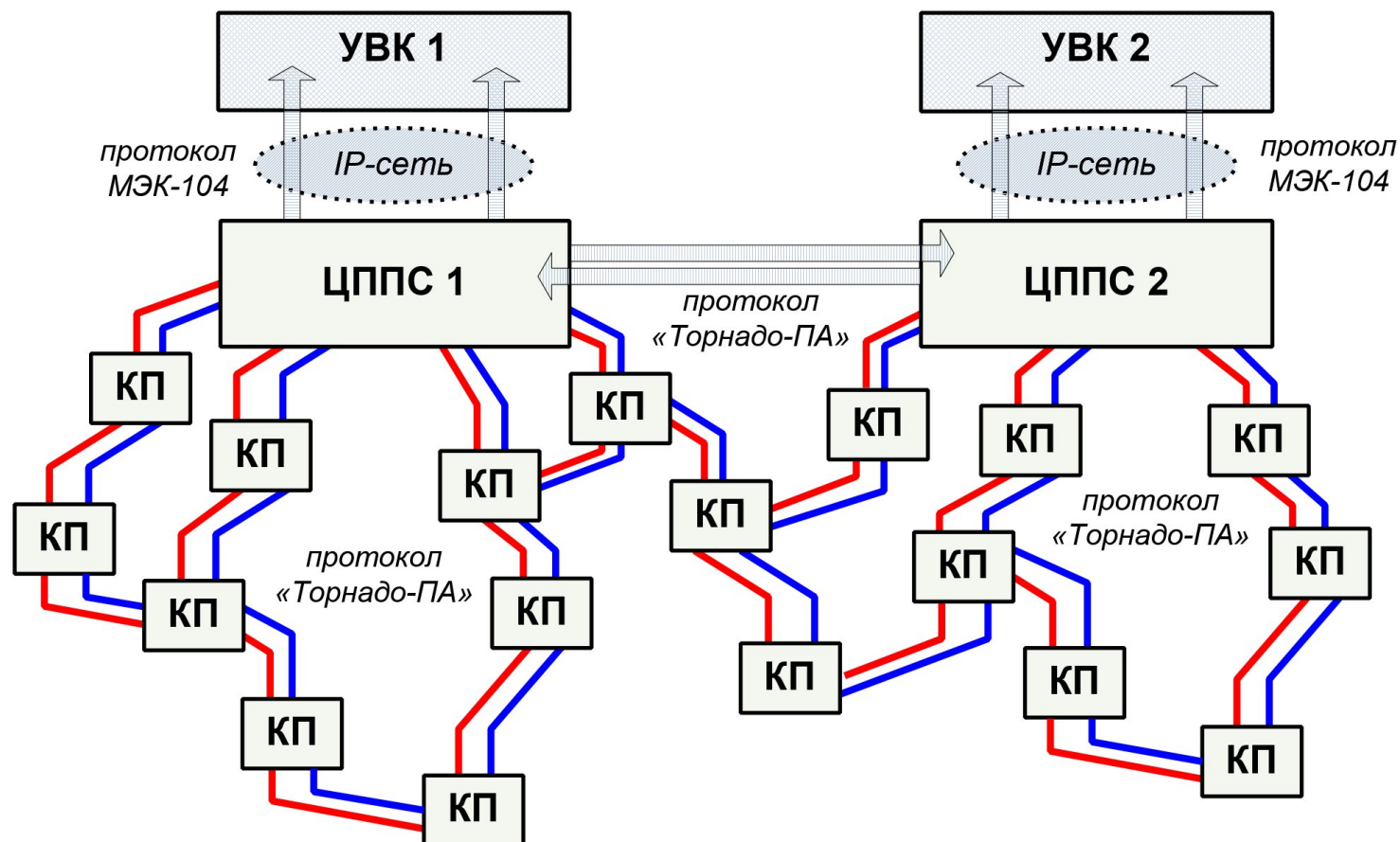
# Протокол поверх RS-485 (ModBus)

Пакетная (кадровая или фреймовая) организация обмена

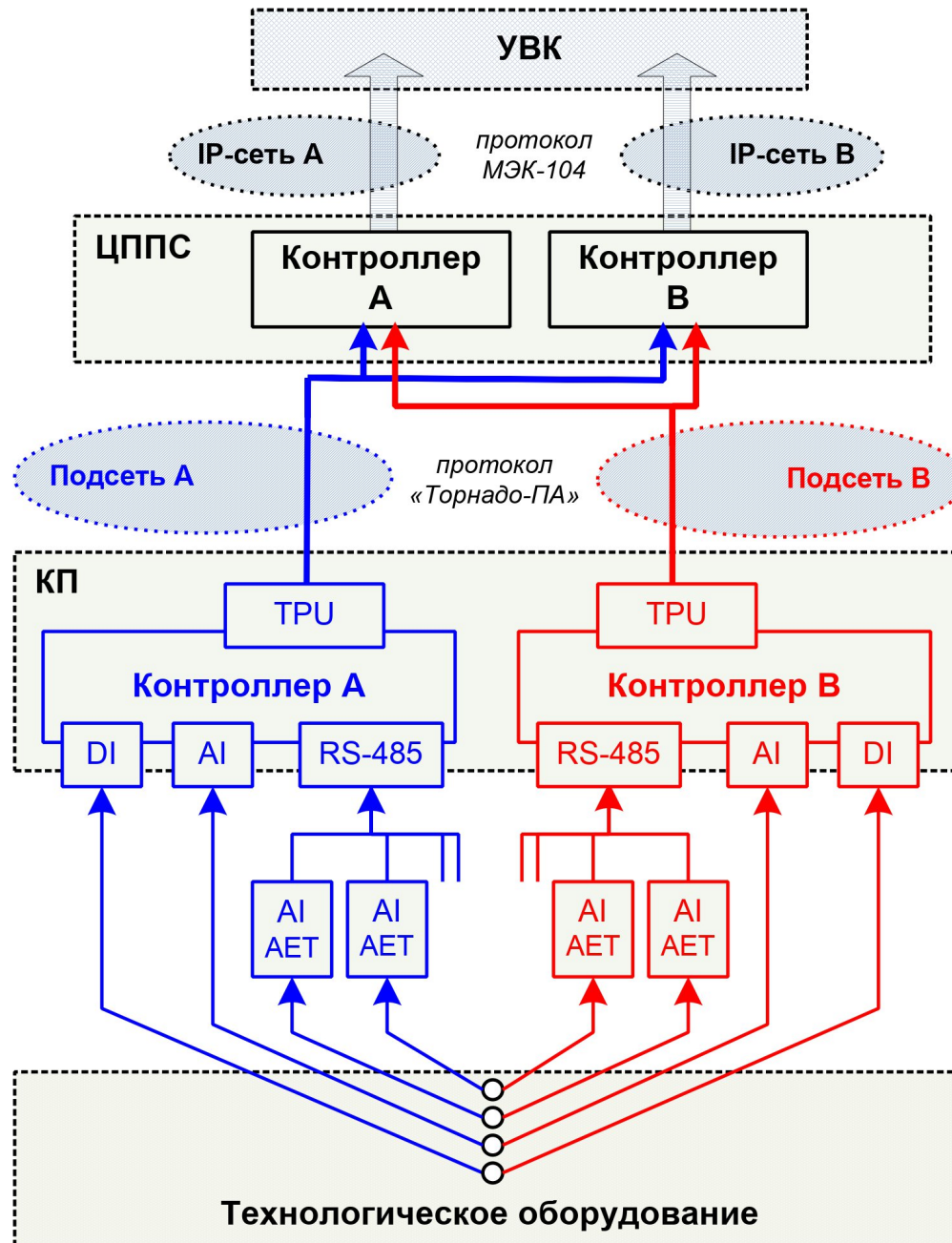
- Каждый пакет маркируется: обозначаются его начало и конец, специальными символами
- Каждый пакет содержит
  - адрес прибора,
  - команду,
  - данные,
  - контрольную сумму
- Чтобы избежать коллизий обычно применяют схему "ведущий"(master)-"ведомый"(slave).

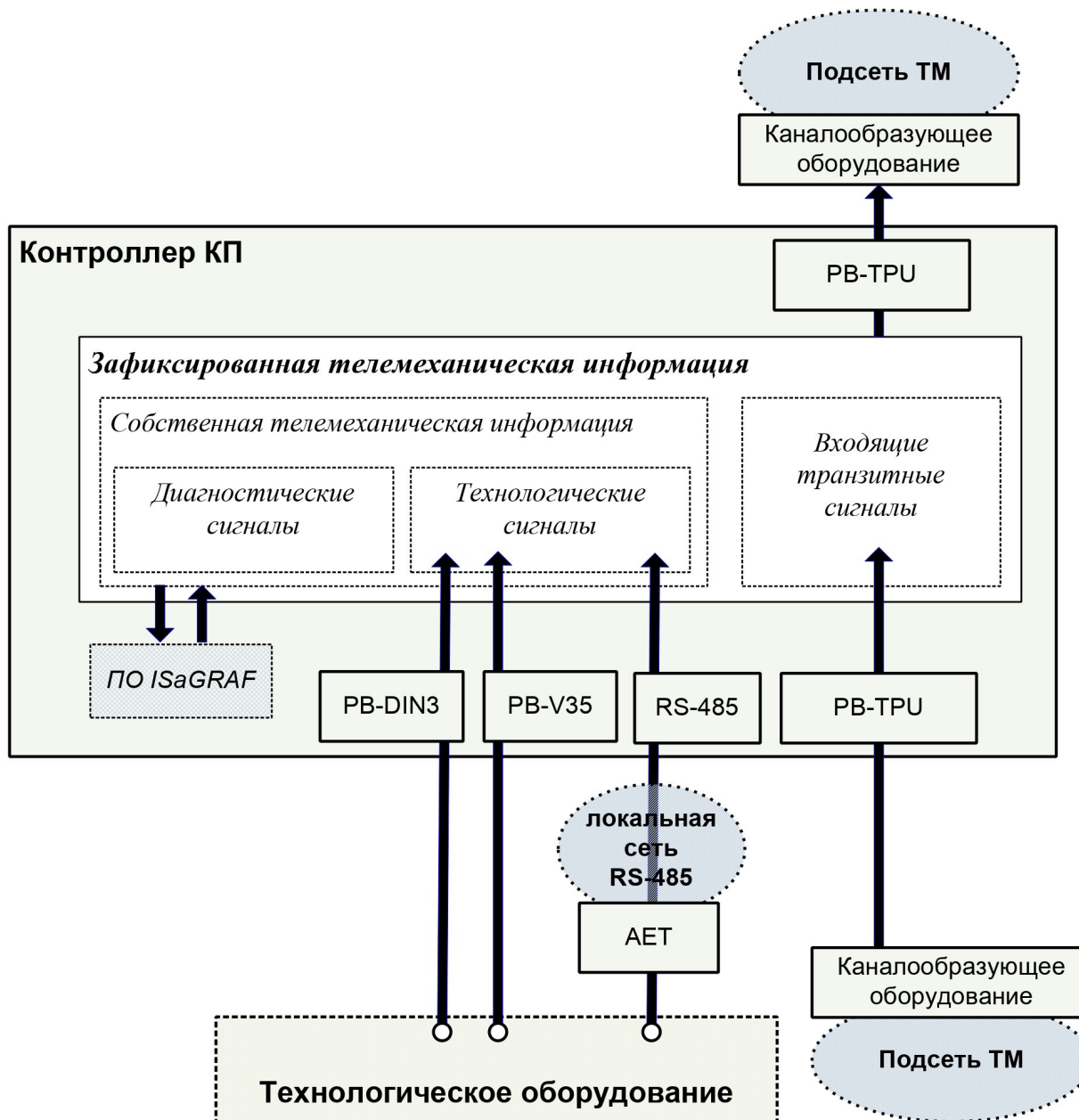
Ведущий" имеет право самостоятельно переключать свой драйвер RS-485 в режим передачи, остальные драйверы RS-485 работают в режиме приема и называются "ведомыми". Чтобы "ведомый" начал предавать данные в линию связи "ведущий" посылает ему специальную команду (которая дает прибору с указанным адресом право переключить свой драйвер в режим передачи на определенное время). После передачи команды, "ведущий" отключает свой передатчик и ждет ответа "ведомого" в течение промежутка времени, который называется "тайм-аут". Если в течении таймаута ответ от "ведомого" не получен, то "ведущий" снова занимает линию связи.
- Существует и более сложная организация пакетных протоколов, которая позволяет циклически предавать роль "ведущего" от прибора к прибору (обычно такие приборы называют "лидерами").

**На стороне ЦППС необходимо получать  
полный срез информации о состоянии всех КП  
не реже 1 раза за 8 секунд**



**Скорость передачи по каналам связи  
может быть не более 600 бит/с**





# Специализация протокола ModBus

## Смешанные вычисления

*академик Андрей Петрович Ершов (ИСИ СО АН СССР)*

*Программа П1 обрабатывает Данные Д1*

*Если  $Д1 = ДС$  (константные данные) +  $Д2$  (переменные данные)  
тогда можно создать (автоматически) Программу П2  
такую, что*

*Программа П2 обрабатывает Данные Д2*

*с тем же результатом, с каким*

*Программа П1 обрабатывает Данные Д1*

$$П1 + Д1 = П2 + Д2$$

*Возможно автоматическое преобразование*

*[ Программа П1 + Данные ДС ]  $\hookrightarrow$  Программа П2*

*Пример: оптимизирующие трансляторы.*

# Специализация протокола ModBus

*Что постоянно (константа) в данных телемеханики о состоянии оборудования на подстанциях?*

*КП – контролируемый пункт*

- 1. Состав КП и линий связи между ними*
- 2. Состав точек контроля на каждом КП      может пополняться*

*Запросы к каждому КП из ЦППС = const      избыточны*

*Реализуем одностороннюю передачу КП-КП-...-  
ЦППС*

*В пакетах протокола ModBus (с ответами) из каждого КП*

*Адрес получателя      = const      избыточен*

*Адрес отправителя = const      избыточен*

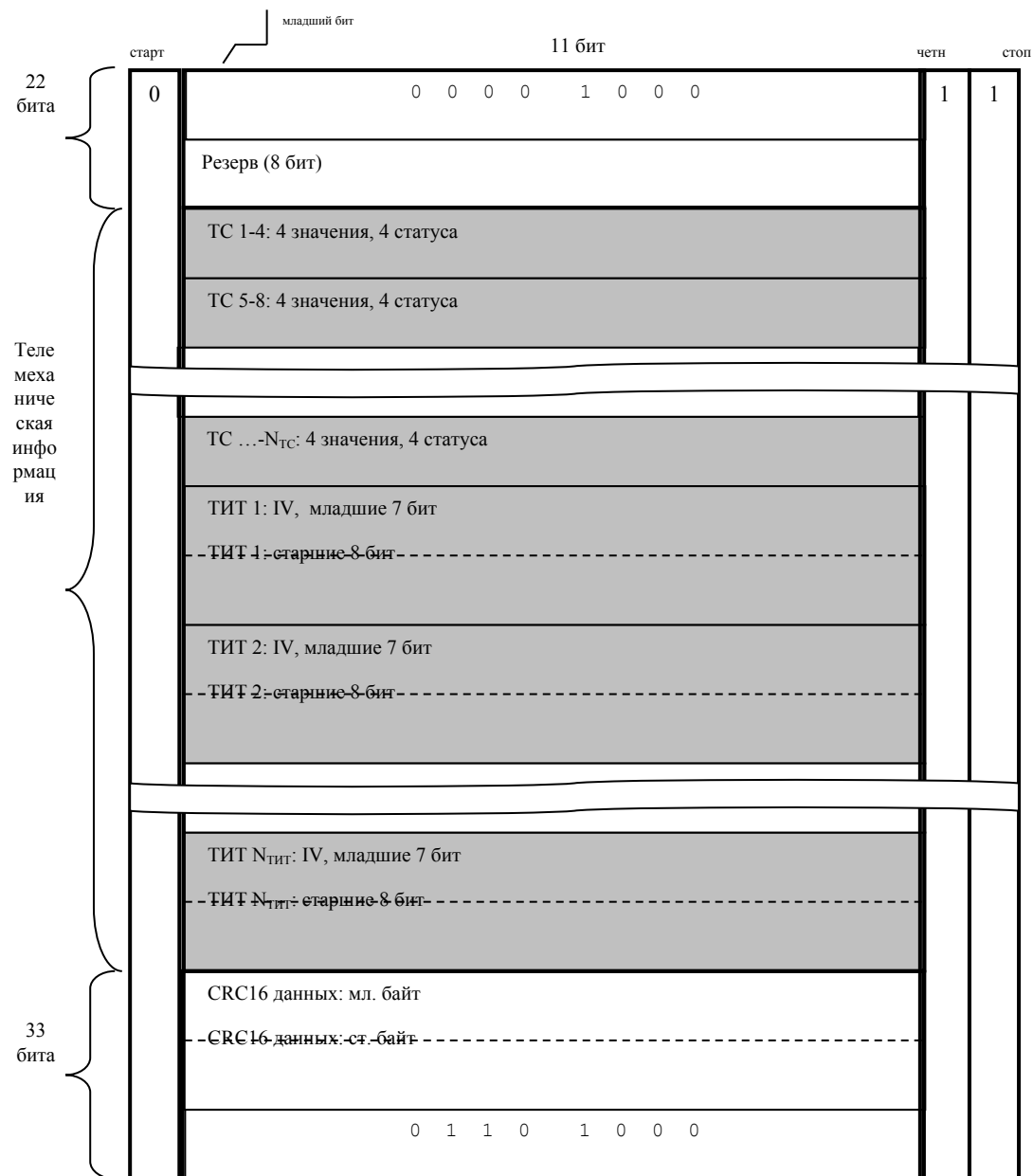
*Команда                      = const      избыточна*

*Текущие значения контролируемых параметров **изменяются***

*Но поскольку Состав текущих значений = const*

***Структура пакета ModBus с ответом = const***

*«Простая» структура с небольшим резервом точек контроля на каждом КП*



Итого:  $(5 + 2 \cdot N_{\text{ТИТ}} + 6 \cdot N_{\text{ТС}} / 4) \cdot 11$  бит



# Специализация протокола ModBus

**Универсальный протокол**  
**события**

**асинхронные разнообразные**

*Покупка билета на поезд*

*если есть билеты )))*

**ФИО+ пассажира, станция и время отправления; номер поезда, вагона, места.**

**Специализированный протокол**  
**события**

**рутинные однообразные**

*Каждое утро на завод, с разных станций, в одно и то же время отправляются одни и те же работники (Сидоров, Петров, Иванов, ..).*

*Поезд, везущий работников на завод, забирает с каждой станции, последовательно, по одному вагону, прицепляя его в хвост состава.*

*На каждой станции, заранее, на перрон подается вагон с купе, в которых двери открываются не в коридор, а сразу на перрон.*

*На дверях купе снаружи и внутри, намертво, прикручены таблички с ФИО+ пассажиров (Сидоров С. С. 19XX г.р. ...).*

*На перроне, напротив дверей каждого купе эта информация дублируется.*

*Сидоров точно знает, где он должен стоять на перроне при посадке*