

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра Автоматизация технологических процессов

Схемотехника систем управления

Направление подготовки

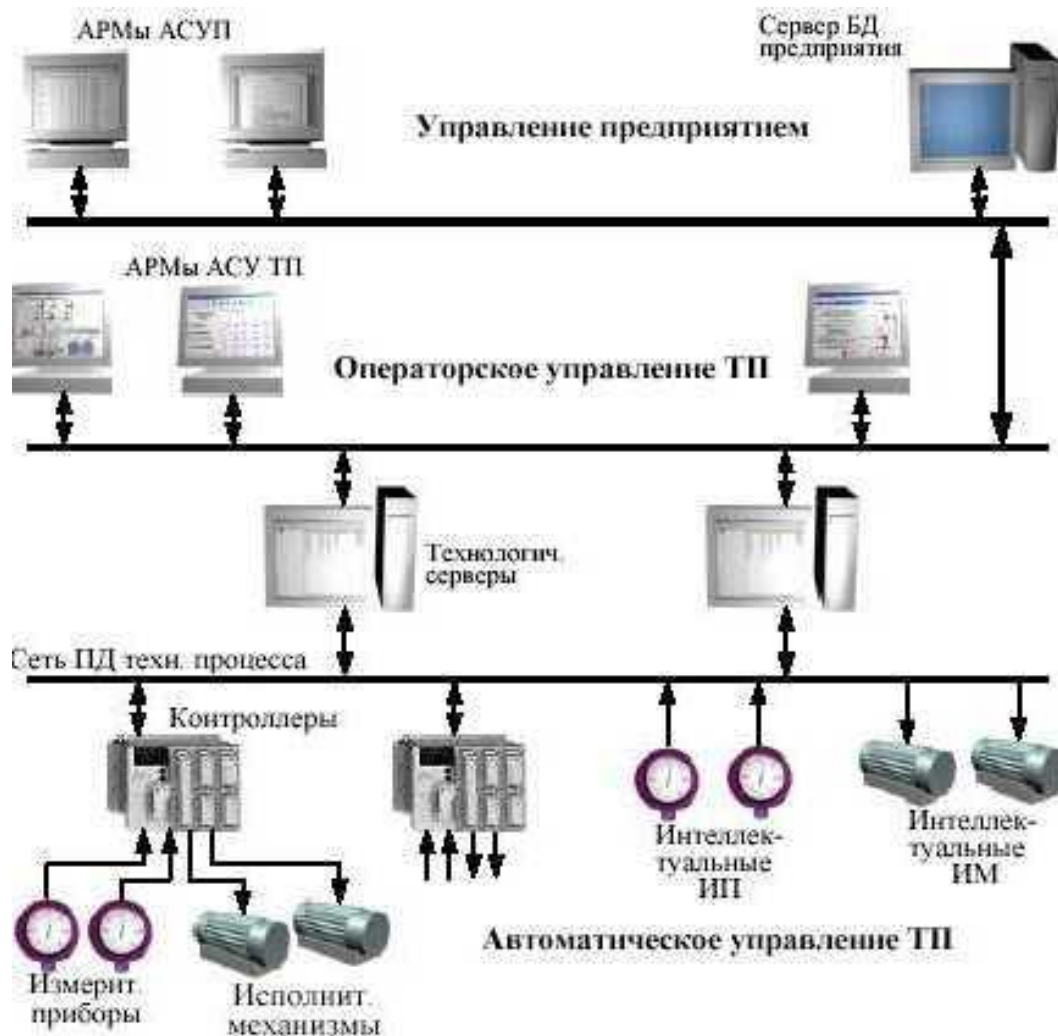
220700.62 Автоматизация технологических процессов и производств
(код и наименование направления подготовки)

Профиль: Автоматизация технологических процессов и производств
(профиль программы)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

НИКИТИН Ю.А. © 2015

Тема 1: Специфика применения микропроцессорных средств в системах автоматизации и управления



Назначение, структура и функционирование цифровых САиУ. Перспективы развития.

Специфика применения микро-ЭВМ в системах управления.

Общие сведения об интерфейсе. Порты, контроллеры и адаптеры. Краткая характеристика.

Определение функциональной (информационной) совместимости модулей САиУ.

Организация управляющих вычислительных машин. Структура.

Типовые связи с объектом управления.

Понятие о стандартном интерфейсе, протоколе, стыке. Основное назначение.

Основные функции интерфейса. Электрическая и конструктивная совместимость.

Принципы организации интерфейсов. Линии, шины, магистрали.

Классификация интерфейсов САиУ.

Структура связей интерфейсов САиУ.

Определение стандартного интерфейса САиУ.

Определение параллельного интерфейса.

Определение последовательного интерфейса.

Характеристики интерфейсов САиУ.

Классификация интерфейсов САиУ.

Способы передачи данных САиУ.

Синхронизация при передаче данных в САиУ.

Стробирование и квитирование при передаче данных в САиУ.

Режимы обмена информацией в САиУ.

Особенности интерфейса с мультиплексированной шиной адреса и данных. Логическая и функциональная организация.

Повышение нагрузочной способности системных интерфейсов.

Сопряжение ОЗУ с системной шиной.

Способы обмена данными между УВМ и внешними устройствами.

Программирование цифрового ввода РС-based контроллера с использованием плат ввода-вывода.

Программирование цифрового вывода РС-based контроллера с использованием плат ввода-вывода.

Ждущие мультивибраторы. Назначение и применение в устройствах сопряжения.

Многофункциональное устройство ввода-вывода. Модуль управления, функциональная схема.

Модуль аналогового ввода, функциональная схема.

Модуль аналогового вывода, функциональная схема.

Модуль дискретного ввода/вывода, функциональная схема.

Программирование цифрового ввода/вывода.

Программирование аналогового ввода (АЦП).

Программирование аналогового вывода (ЦАП).

Программирование таймера.

Динамический диапазон ЦАП, его разрядность и цена младшего разряда. АЦП.

Интерфейс с демультимплексированной шиной адреса и данных. Цикл записи. Диаграммы работы.

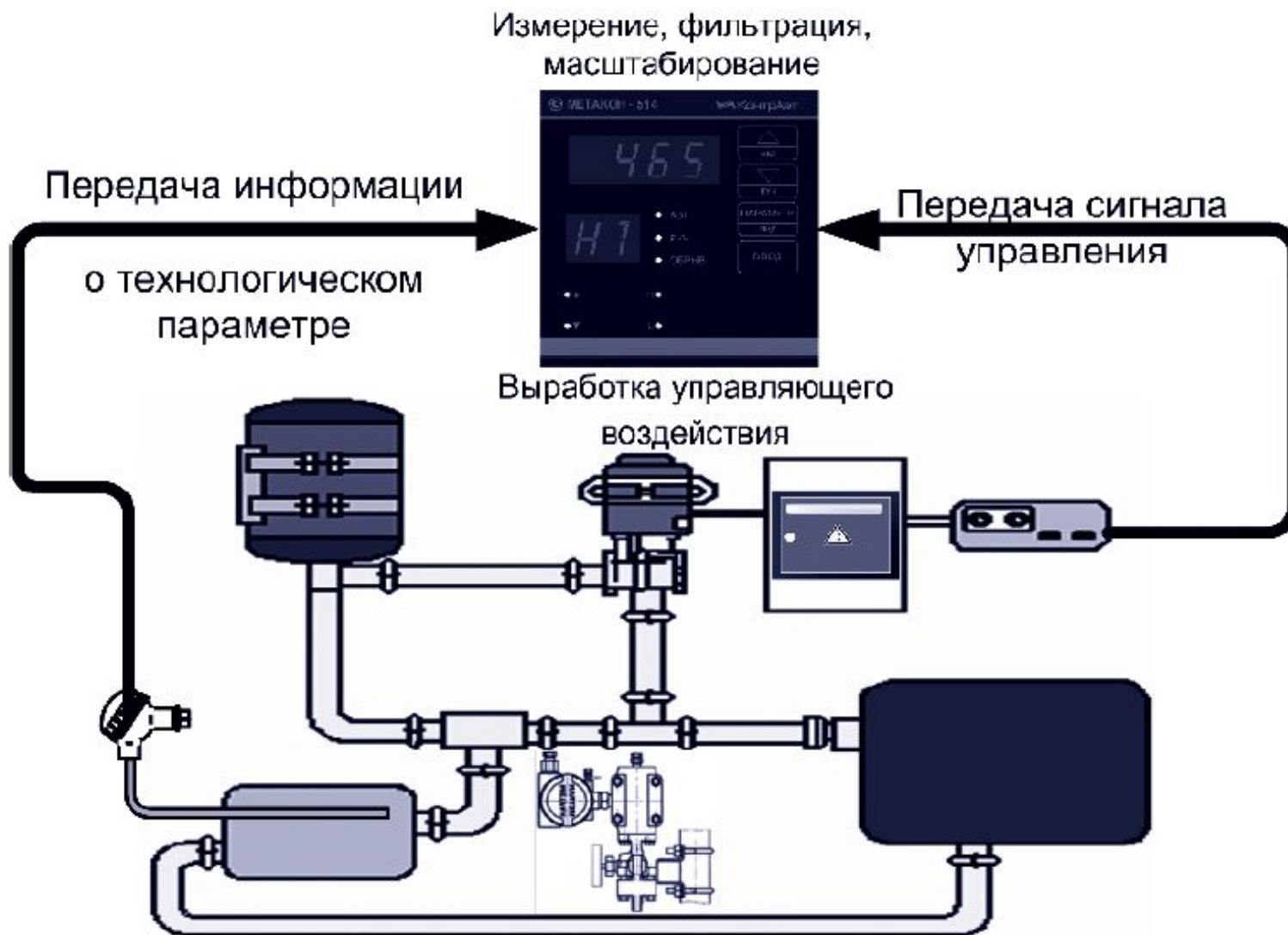
Способы арбитража при прямом доступе к памяти. Диаграммы работы.

Способы прерывания основной программы. Диаграммы работы.

Шинный формирователь. Область применения. Принцип работы.

Назначение регистра адреса и регистра данных в устройствах сопряжения.

Селектор адреса и дешифратор адреса. Назначение и принцип действия.



Важным элементом в работе ТС
САиУ является организация
надежного обмена данными между
различными уровнями, в пределах
одного уровня и даже внутри
отдельной локальной системы.

Автономная система



I-7188XC + X-201

80188-20МГц

ОЗУ 128KB

FLASH 256KB

EEPROM
2048 байт

COM1: RS-232
RS-485

COM2: RS-485

АЦП, 12 бит, 4 канала, 4..20 мА

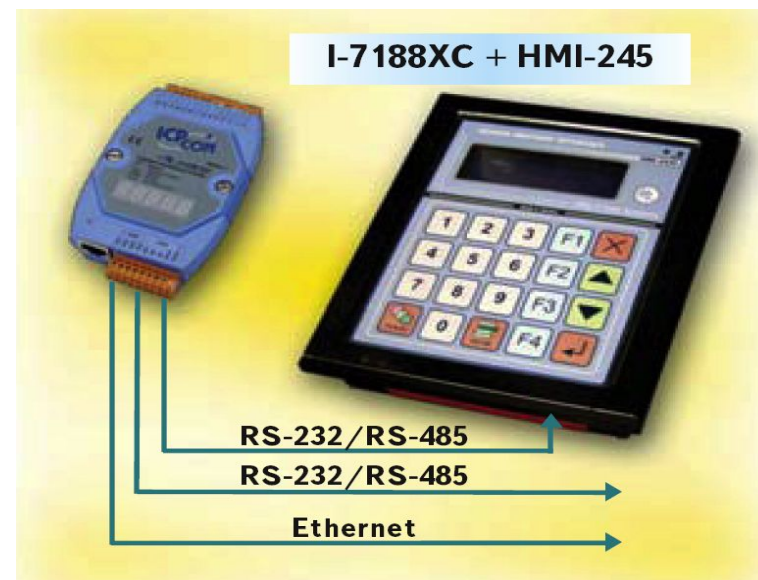
дискретный ввод, 3 канала, 3.5..30 В

дискретный вывод, 3 канала, 30 В / 100 мА

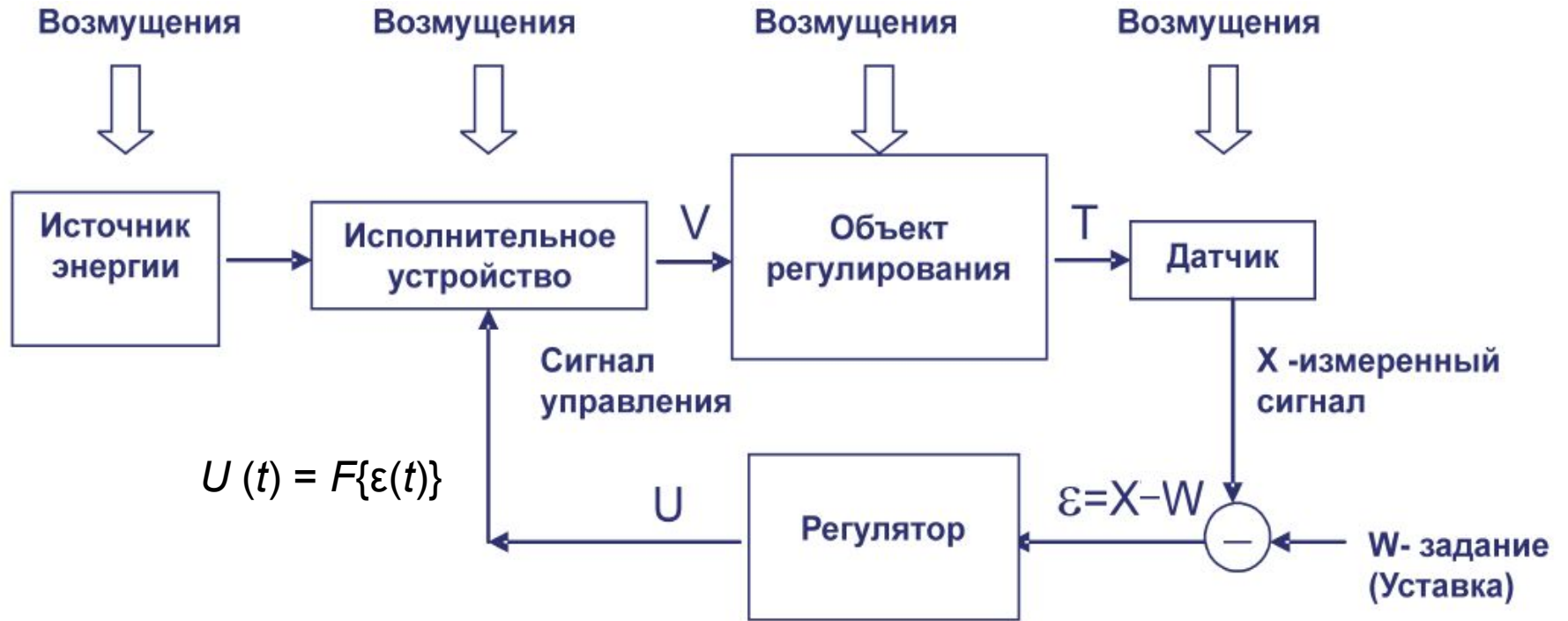
I-7188XC + HMI-24068g



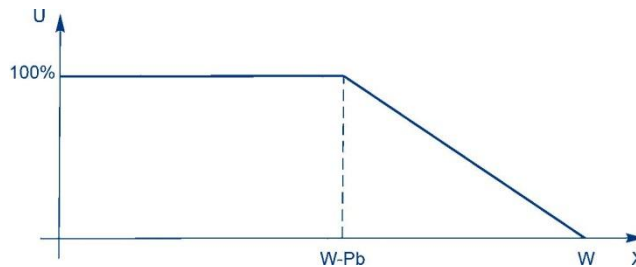
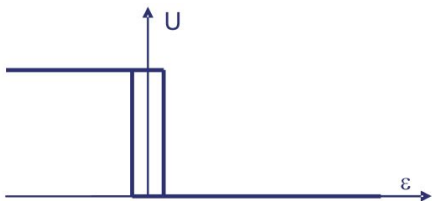
I-7188XC + HMI-245



Регулирующие устройства и автоматические регуляторы (типовые управляющие устройства)



Обобщенная структурная схема САиУ



$$U(\varepsilon) = \varepsilon + \frac{1}{T_i} \int \varepsilon dt + T_d \frac{d\varepsilon}{dt}$$

$$U(\varepsilon) = x - (W - \Delta W)$$

$$\Delta W = \frac{1}{T_i} \int \varepsilon dt$$

ТЕМА 2: Общие сведения об интерфейсах



Задачи, решаемые САиУ

Информационные задачи ТС САиУ

Функциональные (управляющие) задачи ТС
САиУ

Программные задачи ТС САиУ

Конструктивные задачи ТС САиУ

Энергетические задачи ТС САиУ

- контроль за основными параметрами;
- информирование оператора (по его запросу) о производственной ситуации на том или ином участке объекта управления в данный момент;
- фиксация времени отклонения некоторых параметров процесса за допустимые пределы;
- вычисление, неподдающихся непосредственному измерению;
- вычисление достигнутых технико-экономических показателей;
- периодическая регистрация измеряемых параметров и вычисляемых показателей;
- обнаружение и сигнализация наступления опасных (предавварийных, аварийных) ситуаций.



Обеспечение *информационной совместимости* интерфейсов ТС САиУ

Логические условия информационной совместимости определяют функциональную и структурную организацию интерфейсов ТС САиУ.



Измеренные данные о параметрах и состояниях процесса и оборудования передаются в одном направлении и сигналы управления – в обратном. Обобщенно перечисленные выше функции обеспечивают *сбор и передачу данных* о параметрах и состояниях процесса и технологических переменных, т. е. обеспечивают *круговорот информации в системе контроля и управления*



К основным *функциональным*
(*управляющим*) задачам ТС САиУ

относятся:

- стабилизация переменных технологического процесса на некоторых значениях, определяемых регламентом производства;
- программное изменение режимов процесса по заранее заданным законам;
- защита оборудования от аварий;
- формирование и реализация управляющих воздействий;
- распределение материальных потоков и нагрузок между технологическими агрегатами;
- управление пусками и остановами агрегатов и др.

Перечень всех функциональных задач, выполняемых конкретной САиУ (т.е. ее функциональный состав), характеризует внешние, потребительские возможности ТС данной САиУ.

Программные задачи ТС САиУ заключаются в разработке *программного обеспечения* (ПО), которое по ГОСТ 24.003-84 представляет собой комплекс программ, реализующих алгоритмы обработки информации

При разработке ПО необходимо принимать во внимание *информационное обеспечение* ТС САиУ, *лингвистическое обеспечение*, определяемое как совокупность языковых средств для формализации естественного языка, и *организационное обеспечение*, определяемое как совокупность документов, регламентирующих деятельность персонала автоматизированной системы управления в условиях ее функционирования.



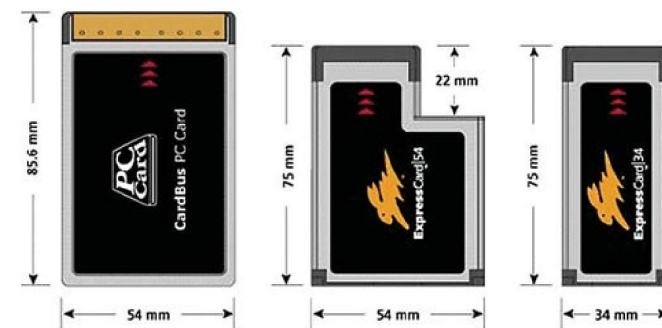
Конструктивные задачи ТС САиУ

Решение *конструктивных задач САиУ* является одним из важнейших условий надежной и безопасной работы ТС в промышленности, поскольку они, как правило, работают в жестких условиях эксплуатации и, следовательно, должны иметь такой конструктив, который обеспечит вибростойкость, ударопрочность, пылевлагодонепроницаемость, необходимый диапазон рабочих температур, габариты, позволяющие их монтировать в стандартные стойки или встраивать в технологическое оборудование.



Конструктивная совместимость интерфейсов -

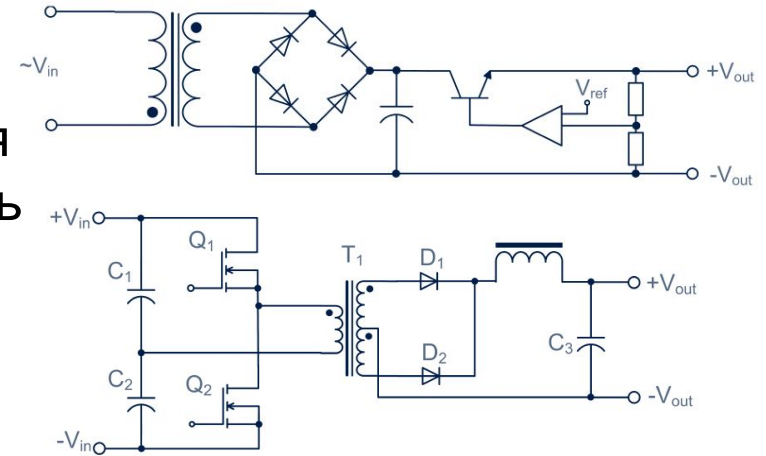
согласованность конструктивных элементов интерфейса, предназначенных для обеспечения механического контакта соединений и механической замены схемных элементов, блоков и устройств.



Электромагнитная совместимость –
Правильный выбор устройств электропитания
и коммутации – Электрическая совместимость
интерфейсных схем

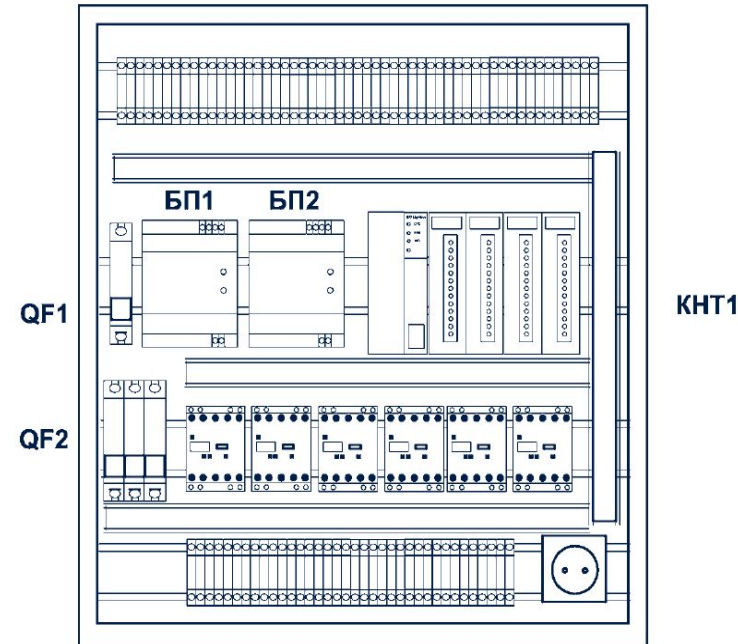
соблюдение электрической совместимости

согласованности
статистических и
динамических параметров
электрических сигналов в
системе шин с учетом
ограничений на
пространственное
размещение устройств
интерфейса и техническую
реализацию
приемопередающих
элементов.



Шкаф автоматизации

X1.1



X1.2

ТЕМА 3: Системные интерфейсы однопроцессорных и многопроцессорных устройств

В основе должно быть заложено использование современных информационных технологий.

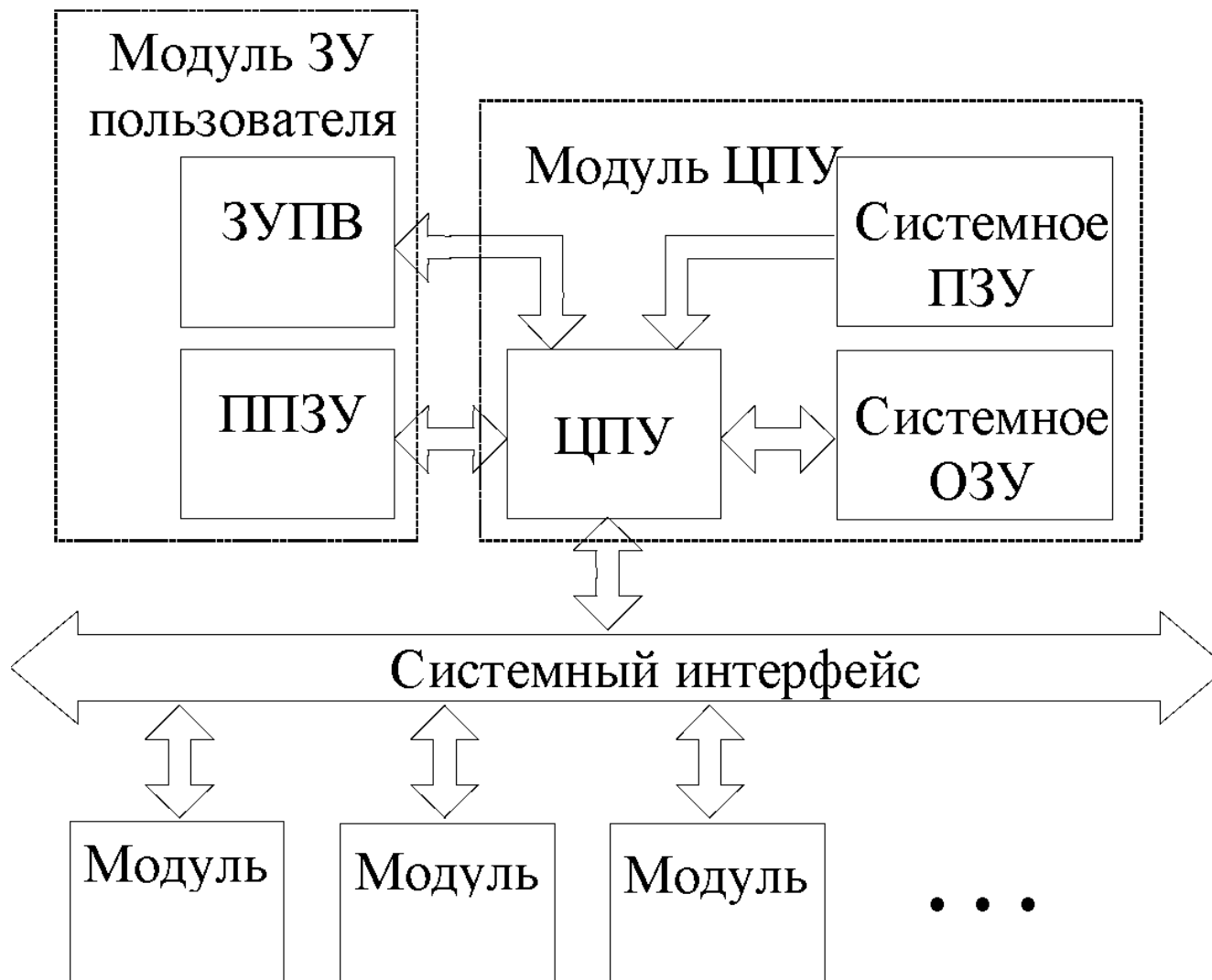
- Применение СИ при контроле качества продукции, качества отдельной технологической операции и технологического процесса в целом

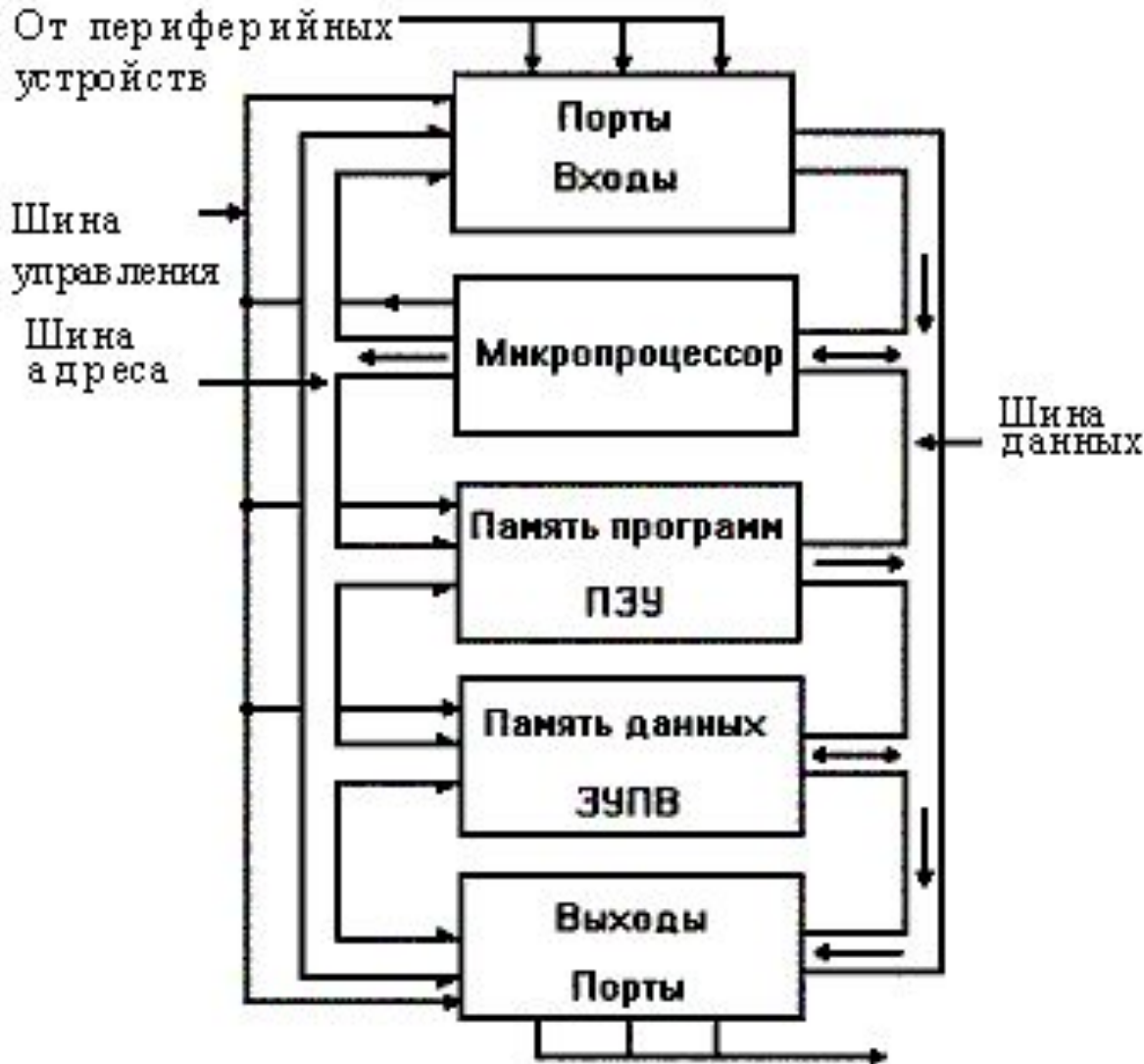
- Применение открытых технологий при разработке и внедрении ТС САиУ

Принципы открытых систем составляют основу технологии интеграции.

Открытость – это определение глобального процесса стандартизации аппаратных и программных архитектур, направленных на достижение аппаратно-программной совместимости и переносимости продукции большого числа независимых поставщиков, это равное право для любого потенциального производителя и пользователя участвовать в разработке и коммерческой эксплуатации технического стандарта.

Обобщенная структура ПЛК

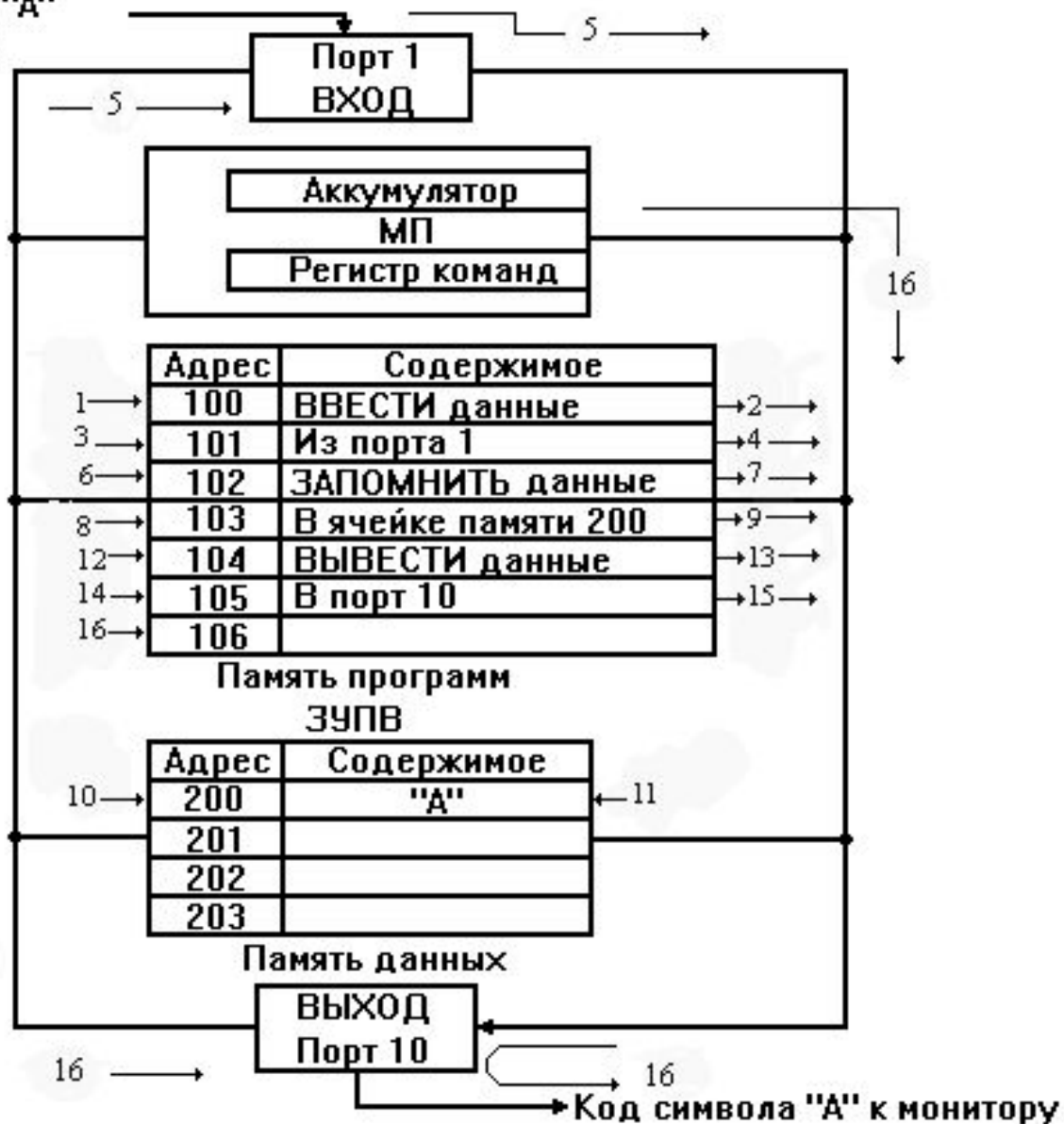




МП координирует работу всех устройств цифровой системы с помощью шины управления (ШУ). Помимо ШУ имеется шина адреса (ША), которая служит для выбора определенной ячейки памяти, порта ввода или порта вывода. По шине данных (ШД) осуществляется двунаправленная пересылка данных к МП и от МП. МП может посылать информацию в память микро-ЭВМ или к одному из портов вывода, а также получать информацию из памяти или от одного из портов ввода.

Архитектура и принцип работы микро-ЭВМ

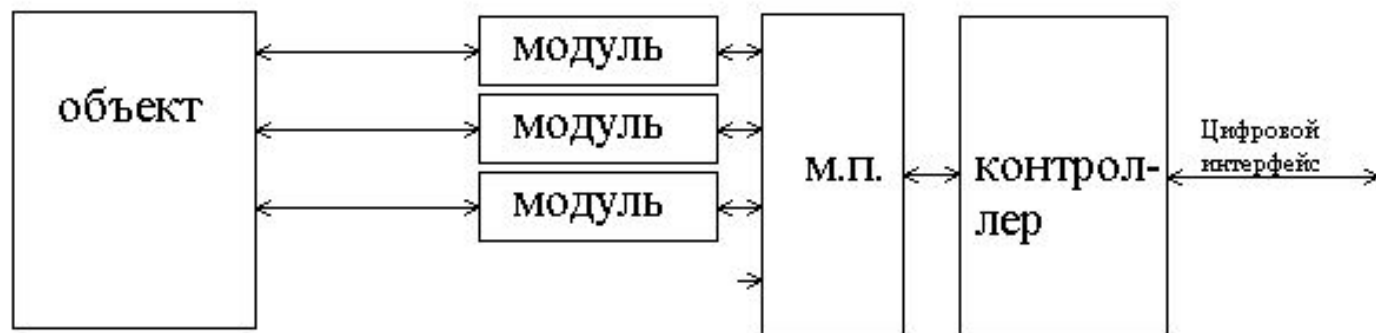
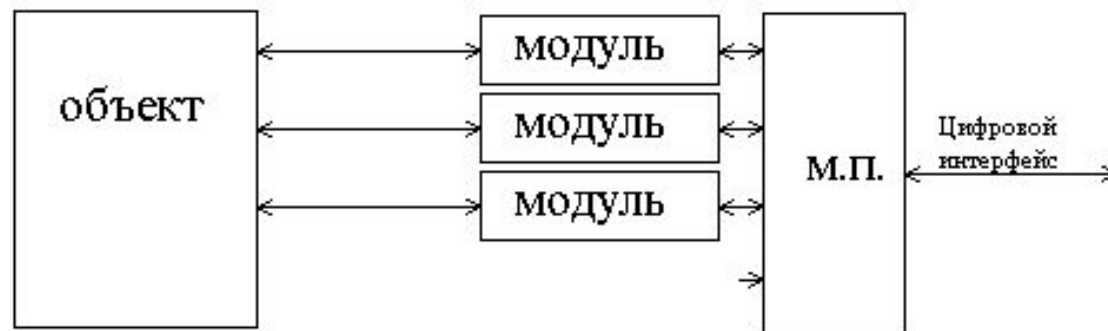
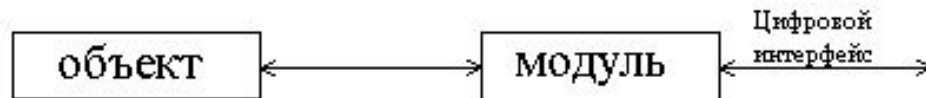
Код символа "А"
с клавиатуры



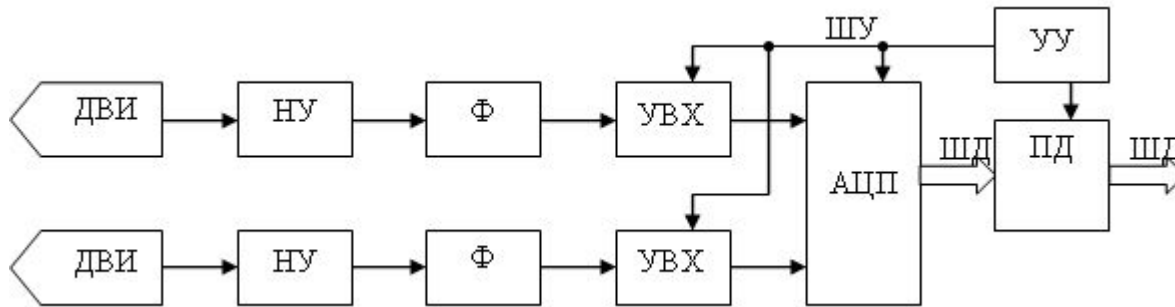


УСО – устройства, предназначенные для приема аналоговых и дискретных сигналов от объекта (независимо от того, сколько раз они были преобразованы внутри него), преобразования его в цифровой вид для передачи в компьютер (контроллер), а также для приема цифровых управляющих данных от РС и преобразования их в вид, соответствующий исполнительным механизмам объекта.

УСО – это конструктивно законченные устройства, выполненные в виде модулей, устанавливаемых, как правило, в специализированные платы, имеющие клеммные соединители для подвода внешних цепей, (такие платы называют монтажными панелями) либо на стандартный несущий DIN-рельс.



Характеристика	Пневматические средства	Электрические	
		аналоговые	цифровые
Способ передачи данных	сжатый воздух, P = 0,02...0,1 МПа	электрический сигнал 0...10 Вт; 0...5 мА; 0...20 мА; 4...20 мА	кодирование информации; уровень логического нуля: 2200 Гц (HART), 0...3 мА (ИРПС); уровень логической единицы 1200 Гц (HART), 15...25 мА (ИРПС)
Скорость обмена	$\leq 1 \text{ с}^{-1}$	$\leq 5 \text{ с}^{-1}$	FieldBus - от 8 байт до нескольких сотен байт за цикл (1,0 мс...10 с); SensorBus - от 1 до 8 байт за цикл, время цикла от 1 мс до 1 с.
Дальность передачи	300 м	ограничена сопротивлением линии связи и нагрузки < 500 Ом	Витая пара - до 3 км (HART); коаксиальный кабель - до 2 км (LonWorks); оптокабель - до 23 км (Profibus)
Чувствительность к помехам	низкая	средняя допустимая	малая. Возможна диагностика ошибок и исправление ошибочных битов данных. Уровень синфазных помех для симм. дифференц. Протокола RS-485 - 3 В.
Основная погрешность	1 %	0,25 %	0,075 %... 0,1 %
Потребляемая мощность	необходимы спец. энергетические участки	19 Вт	1 Вт
Температурный диапазон окружающей среды, °С	-40...55	-40...85	
Класс решаемых задач	Стандартная задача управления и защиты	Дискретное и аналоговое управление по нестандартным алгоритмам, ограниченная диагностика, настройка, отдельные вычислительные задачи	Решение сложных задач управления, диагностики, адаптации, в т.ч. на основе методов искусственного интеллекта.
Среда передачи	пневмолинии	электрические провода (пара проводов на один параметр)	витая пара, коаксиальный кабель, выделенный телефонный канал, оптокабель, возможно подключение к одной линии нескольких устройств

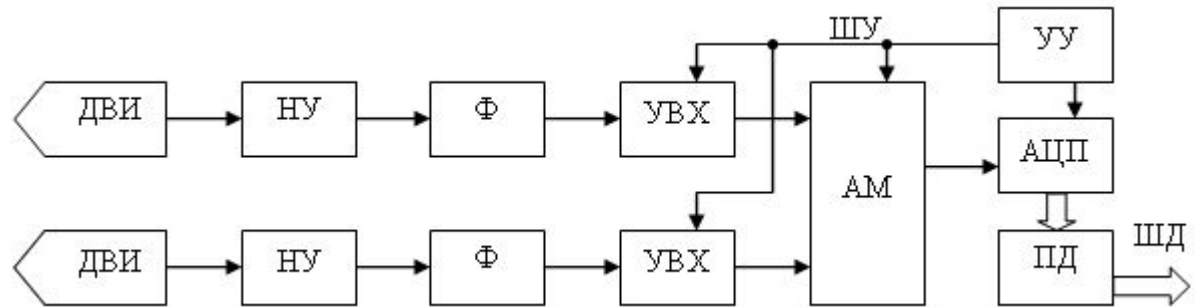


УВХ – устройство выборки и хранения
 АЦП – аналого-цифровой преобразователь

АМ – аналоговый мультиплексор

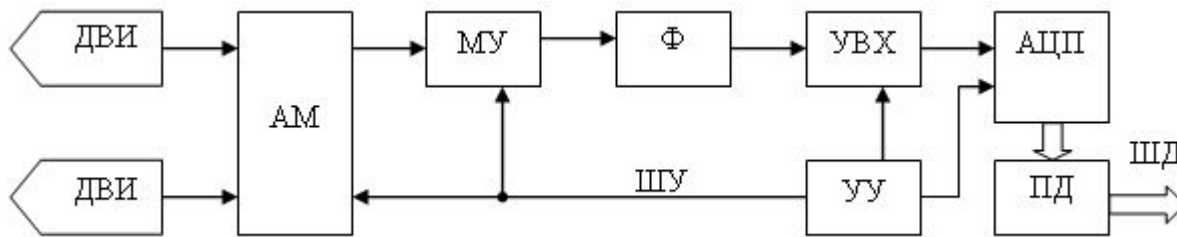
а)

ДВИ – датчик ввода информации
 НУ – нормирующий усилитель
 Ф - фильтр



б)

УУ – устройство управления
 ПД – передатчик данных
 ШУ – шина управления

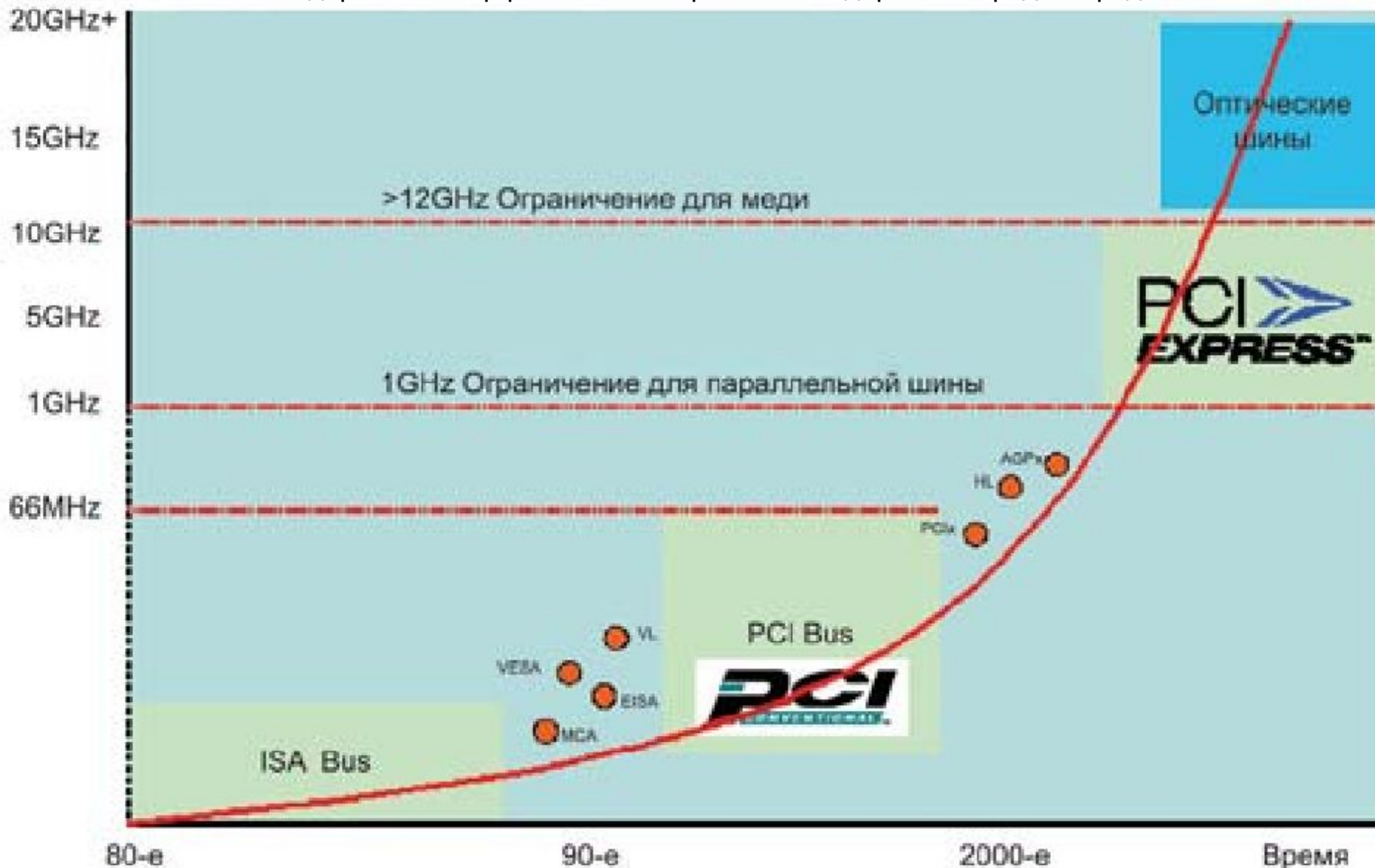


в)

ШД – шина данных

МУ – масштабный усилитель

В основе физического слоя (physical layer) практически всех промышленных сетей лежит стандартный интерфейс как электрическое содержание среды передачи.

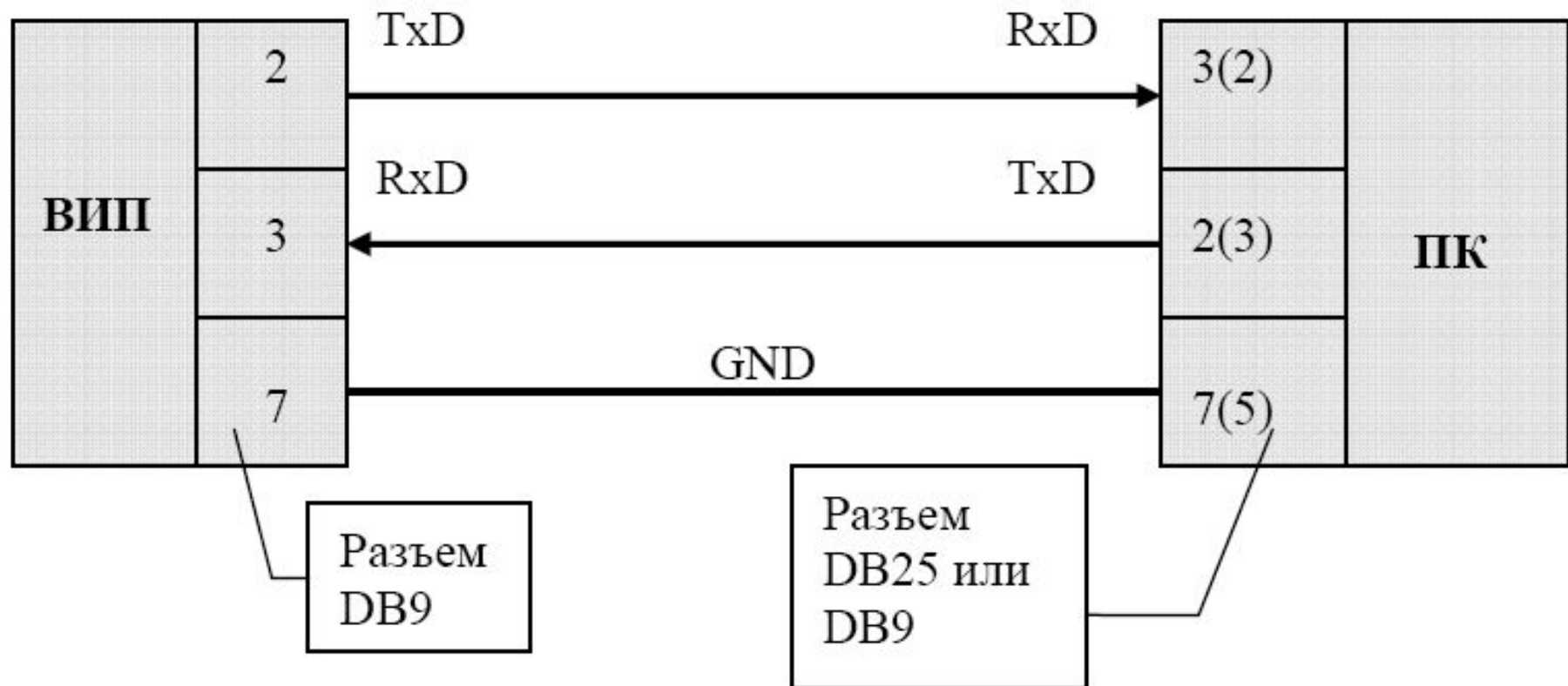


Стандартные физические интерфейсы

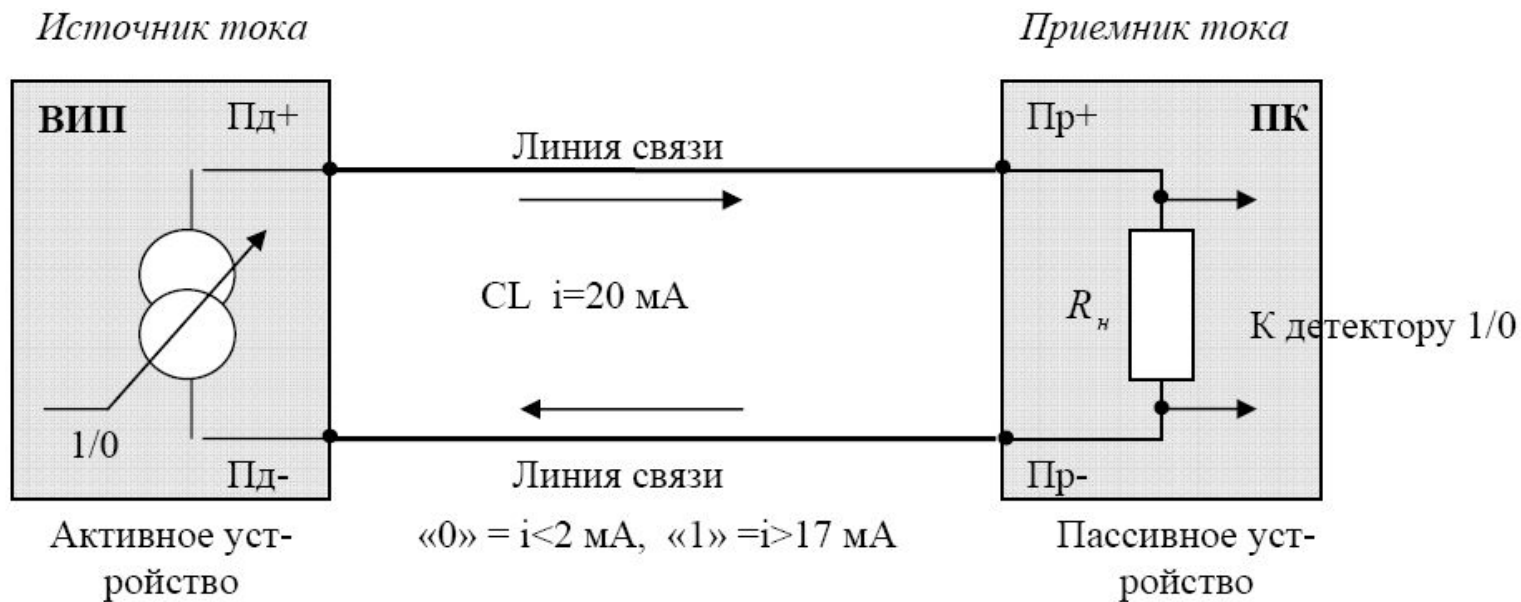
Лекция 6

Характеристики стандартных физических интерфейсов.

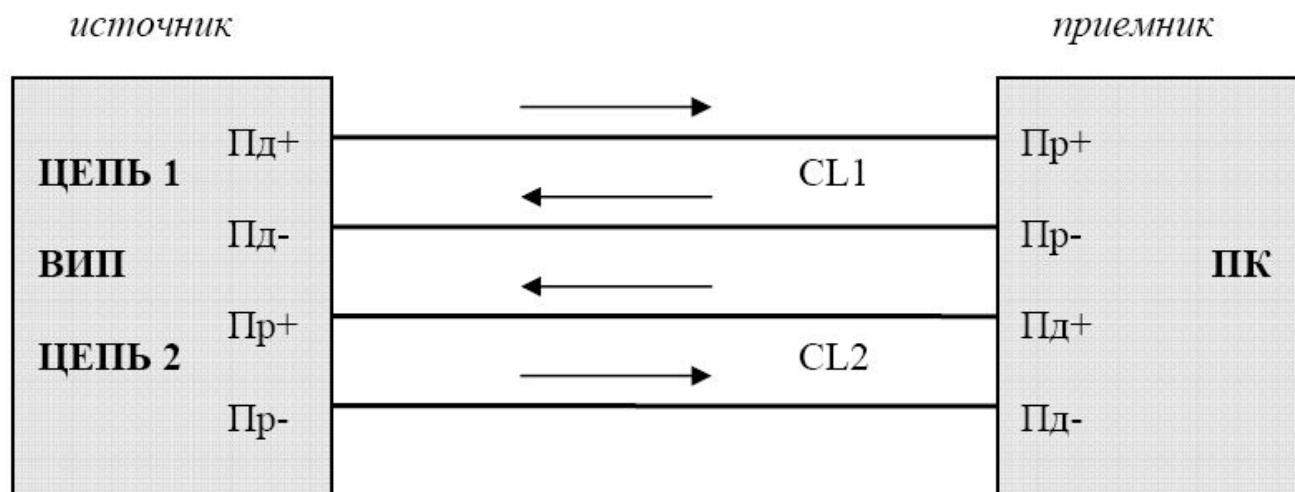
Характеристика	RS-232C	ИРПС	RS-422	RS-485
Вид передачи	синхр./ асинхр.	асинхр.	синхр./ асинхр.	синхр./ асинхр.
Среда передачи	витая пара	4-х провод- ная связь	2 информац. линии, 1 линия заземл.	витая пара/две витые пары
Помехочувствительность	сравни- тельно высокая	низкая	уровень синфазных помех в канале до 3 В	
Способ кодирования	12 В	40 мА и 20 мА	12В	
Макс. число приемников / передатчиков	1/1		1/10	32/32
Макс. длина линии (без повторителей), м	15	500	1300	1200
Макс. скорость передачи, Кбод	38,4	6,6	90	90...500



Структура интерфейса RS-232C для асинхронной связи по физическим линиям

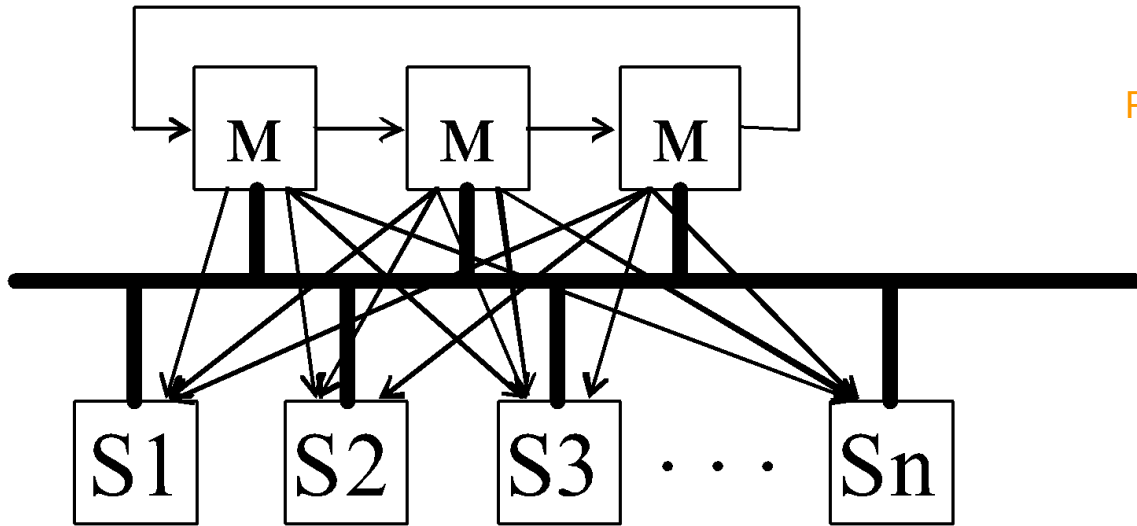


а)



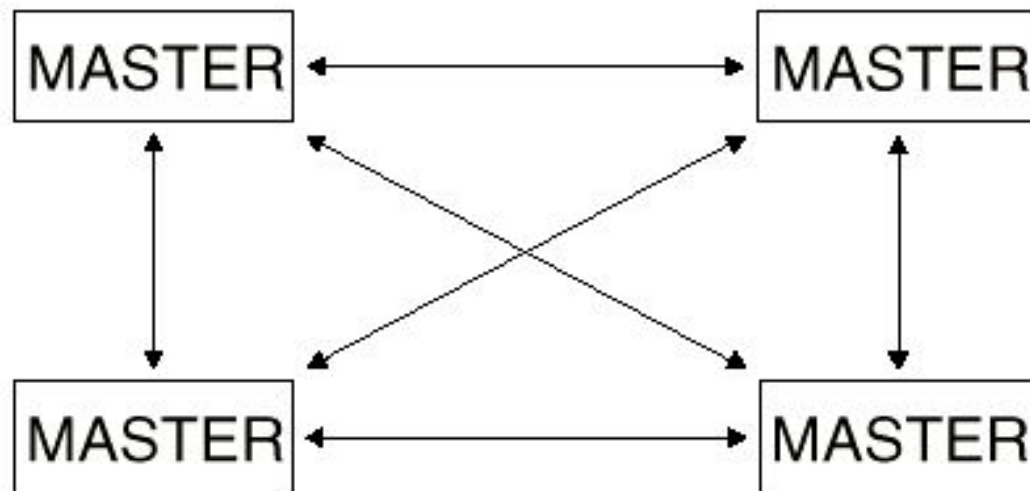
б)

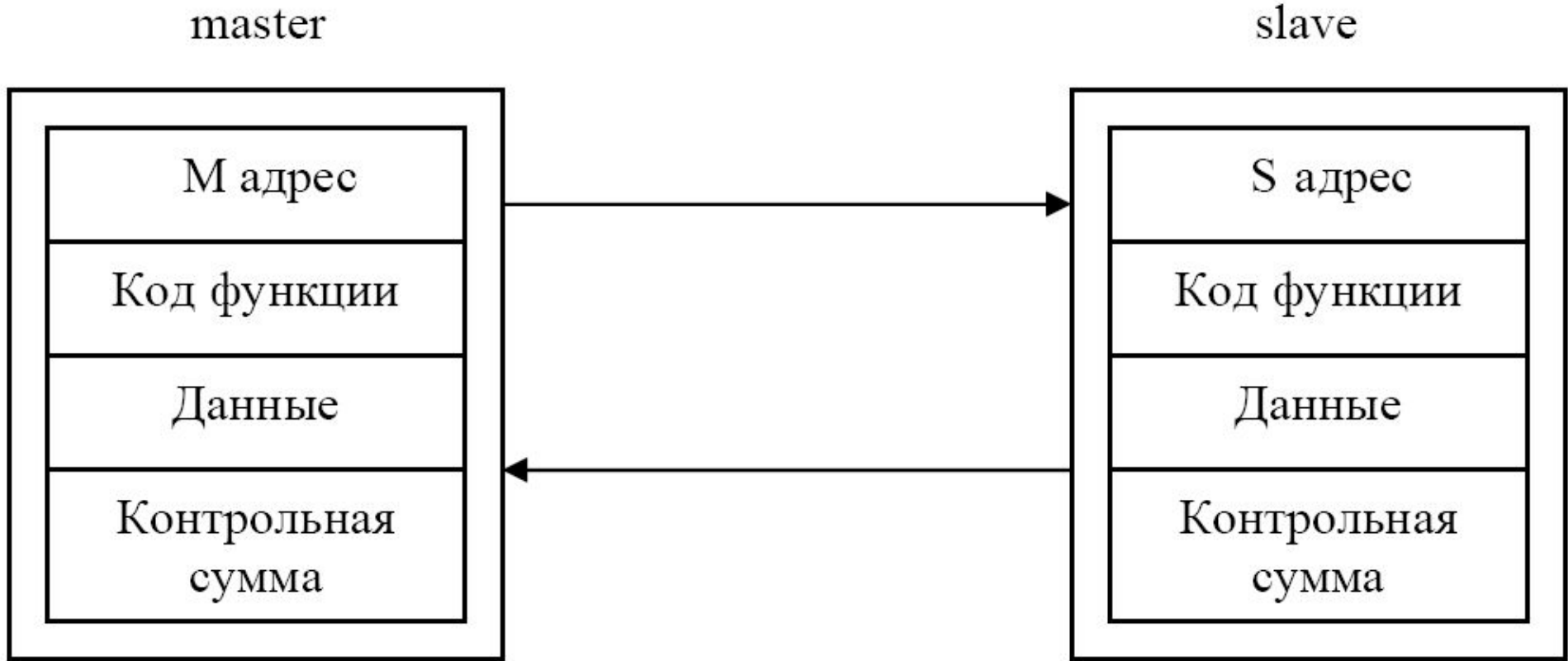
PROFIBUS (PROcess Field BUS)



Промышленная сеть CAN

CAN (Controller Area Network)





Обмен информацией между устройствами по протоколу Modbus

Протокол Modbus управляет *циклом запроса и ответа*, который происходит между устройствами ведущего шины Master (M) и ведомого Slave (S),

Протокол Modbus

Лекция 7

Характеристики режимов ASCII и RTU

Характеристика	ASCII (7-бит)	RTU (8-бит)
Система кодирования	Используются ASCII символы 0-9, A-F	8-битовая двоичная система
Число бит на символ	16	8
Стартовые биты	1	1
Биты данных (LSB вперед)	7	8
Четность	Вкл./Выкл.	Вкл./Выкл.
Стоповые биты	1 или 2	1 или 2
Контрольная сумма	LRC (Longitudinal Redundancy Check). LRC	CRC (Cyclical Redundancy Check). CRC_16

Протокол Modbus

T1-T3	адрес	функция	[данные]	Контр. сумма	T1-T3
	8 бит	8 бит	N*8 бит	16 бит	

Modbus RTU

адрес	функция	Старший байт адреса первой ячейки	Младший байт адреса первой ячейки	Старший байт числа ячеек	Младший байт числа ячеек	CRC
17	01	00	13	00	25	B6

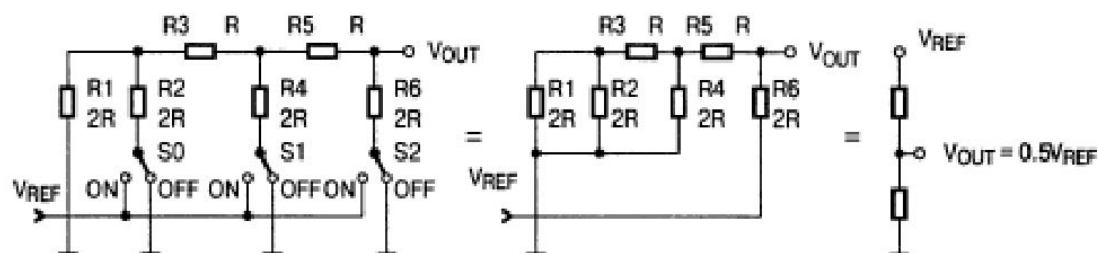
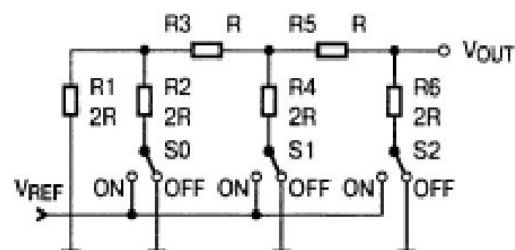
а)

адрес	функция	Количество байт в поле данных	Статус ячеек 20-27	Статус ячеек 28-35	Статус ячеек 36-43	Статус ячеек 44-51	Статус ячеек 52-56	CRC
17	01	05	CD	6B	B2	0F	10	B6

б)

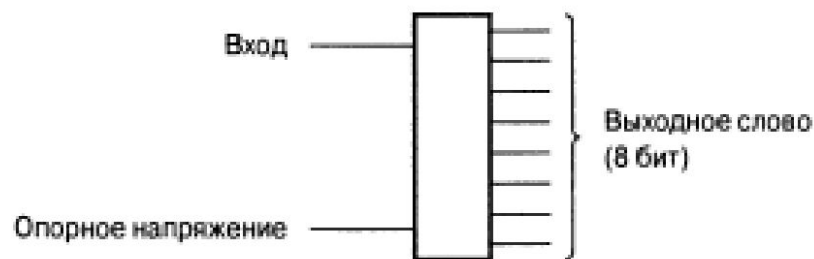
ТЕМА 4: Принципы преобразования сигнала. ЦАП. АЦП.

S2	S1	S0	S2	S1	S0	
OFF	OFF	OFF	0	0	0	0
OFF	OFF	ON	0	0	1	1
OFF	ON	OFF	0	1	0	2
OFF	ON	ON	0	1	1	3
ON	OFF	OFF	1	0	0	4
ON	OFF	ON	1	0	1	5
ON	ON	OFF	1	1	0	6
ON	ON	ON	1	1	1	7





а)



б)

$$\frac{V_{REF}}{256} = \frac{5\text{В}}{256} = 0.0195\text{ В} = 19.5\text{ мВ.}$$

Это размер шага преобразователя. Он также определяет разрешение АЦП.

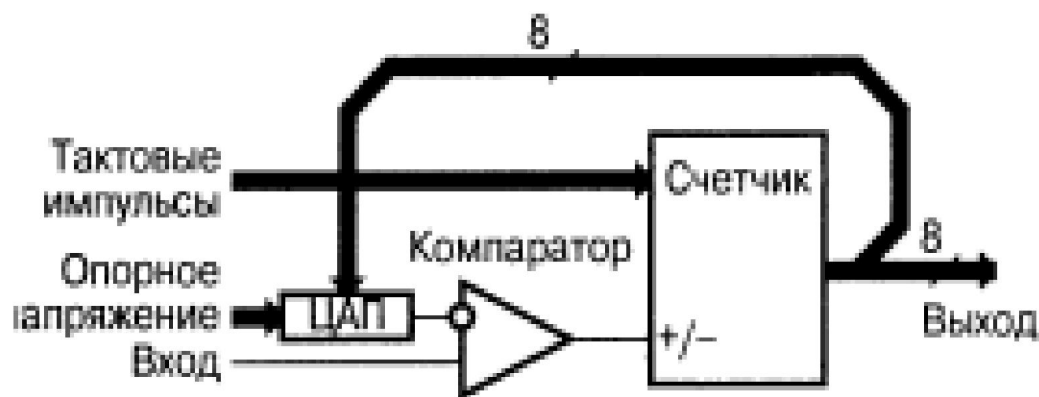
Бит	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
Напряжение [В]	2.5	1.25	0.625	0.3125	0.156	0.078	0.039	0.0195

Так цифровое слово 0010 1100 представляет следующую величину:

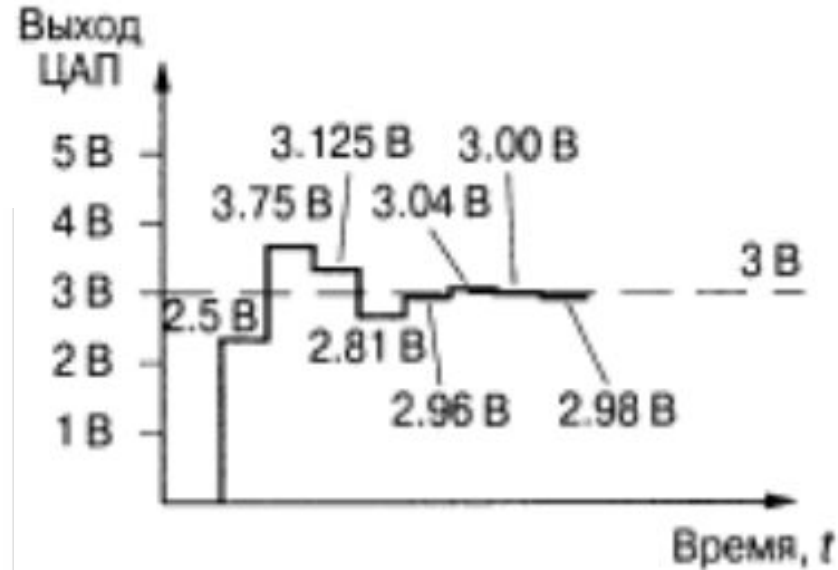
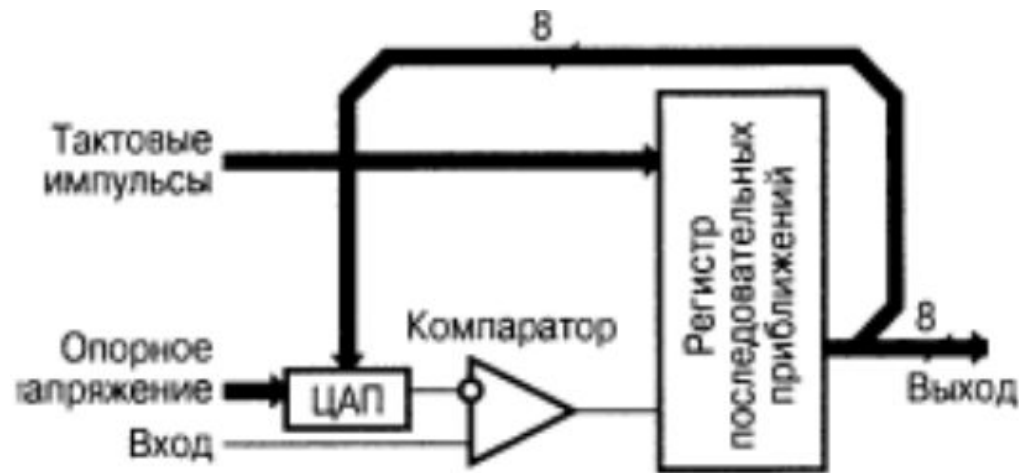
Бит	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
Напряжение [В]	2.5	1.25	0.625	0.3125	0.156	0.078	0.039	0.0195
Выходная величина	0	0	1	0	1	1	0	0

Складывая напряжения, соответствующие каждому единичному биту, мы получаем:

$$0.625 + 0.156 + 0.078 = 0.859 \text{ В.}$$

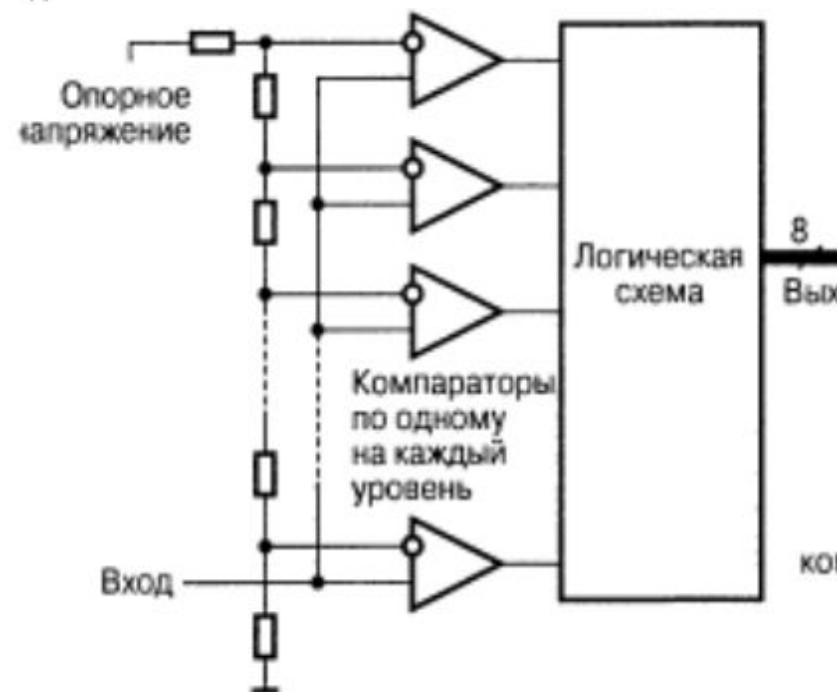
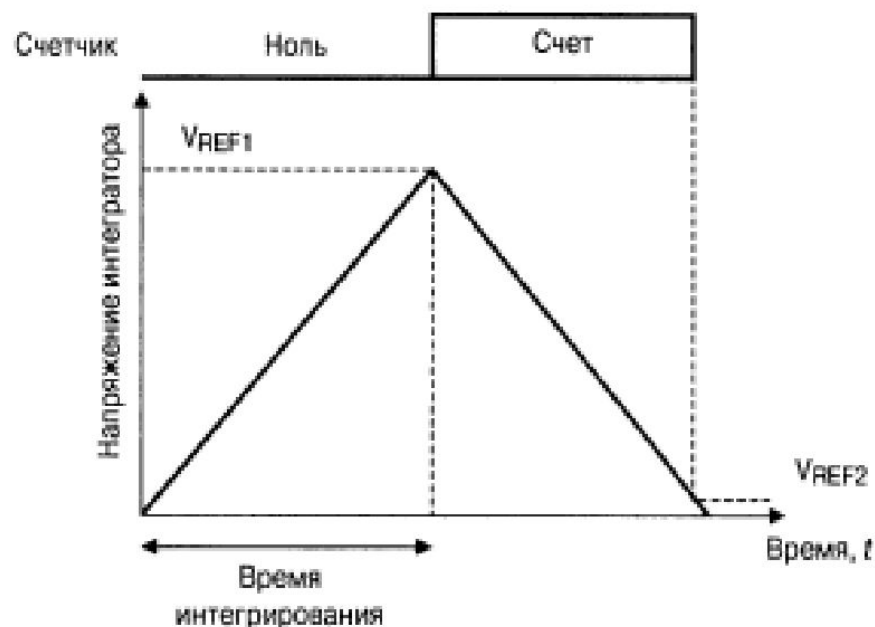
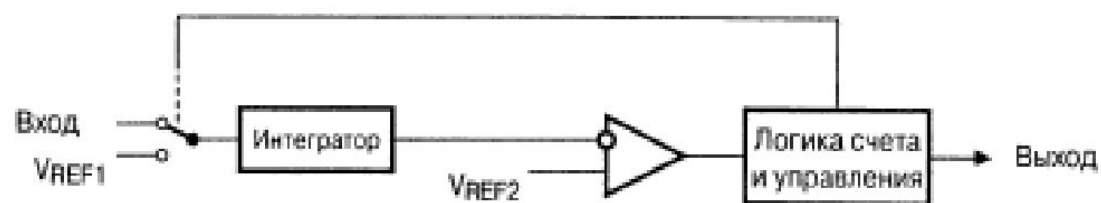


Преобразование входного сигнала 0.37 В с использованием 0...5 В АЦП. Счетчик стартует с 0, при этом напряжение 0 В на выходе ЦАП. Счетчик считает на сложение, увеличивая напряжение на выходе ЦАП до тех пор, пока компаратор не изменит свое состояние, после чего счетчик постоянно переключается для поддержания выхода ЦАП на одном уровне с входной величиной.

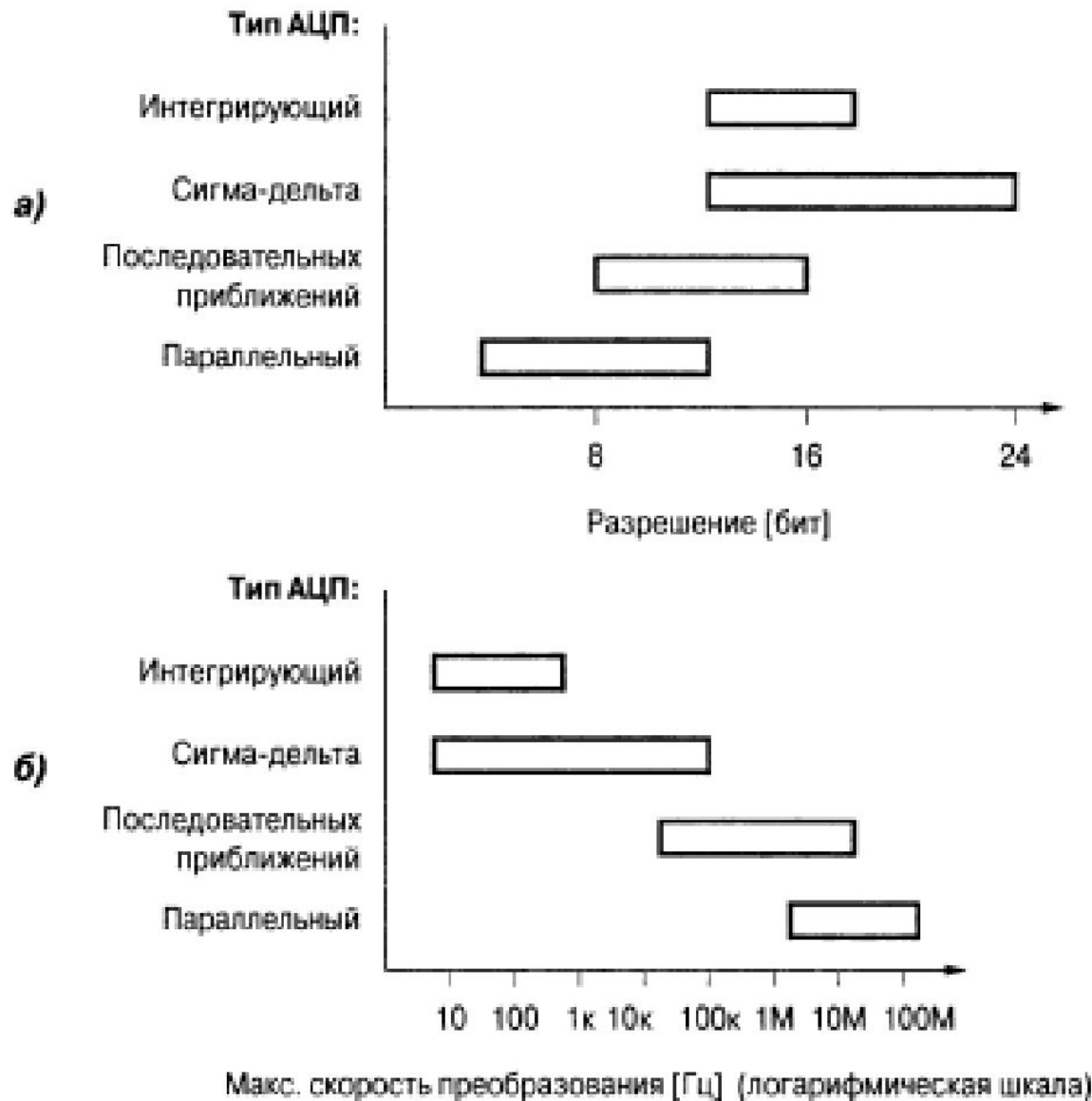


Преобразование входного сигнала 3 В с использованием 0...5 В АЦП. Система последовательных приближений устанавливает бит 7, производя 2.5 В на выходе ЦАП, выход компаратора — высокий, так как входной сигнал больше уровня ЦАП. Устанавливается бит 6, на выходе ЦАП получается 3.75 В, выход компаратора переходит в низкий уровень, поэтому бит 6 сбрасывается, и устанавливается бит 5. Процесс продолжается до тех пор, пока не установятся все 8 бит.

АЦП двойного интегрирования и параллельного типа

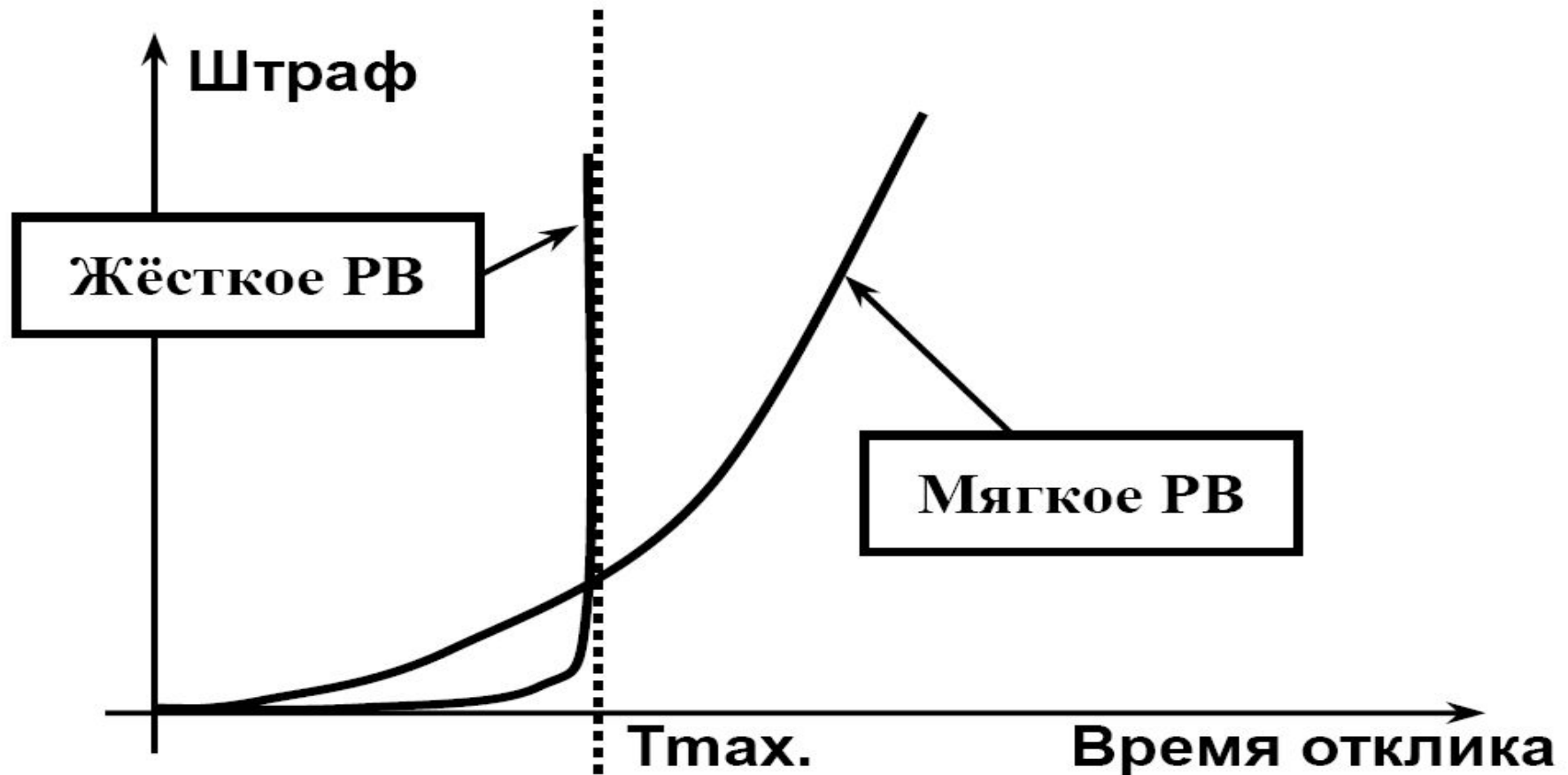


Сравнение типов АЦП



ТЕМА 5: Методы выбора и расчета основных характеристик
систем ввода-вывода

- Методы выбора и расчета основных характеристик систем ввода-вывода (СВВ). Методы проектирования подканалов СВВ. Критерии, используемые при проектировании СВВ. Выбор количества каналов СВВ. Определение производительности СВВ.



Windows NT в качестве ОСРВ можно использовать только в следующих случаях:

- ОС мягкого РВ, которые допускают нарушение временных ограничений;
- в простых системах, где число типов событий невелико;
- нагрузка на ЦПУ всегда остается малой;
- используется мало драйверов, алгоритм которых неизвестен, или, по крайней мере, качество этих драйверов гарантировано.