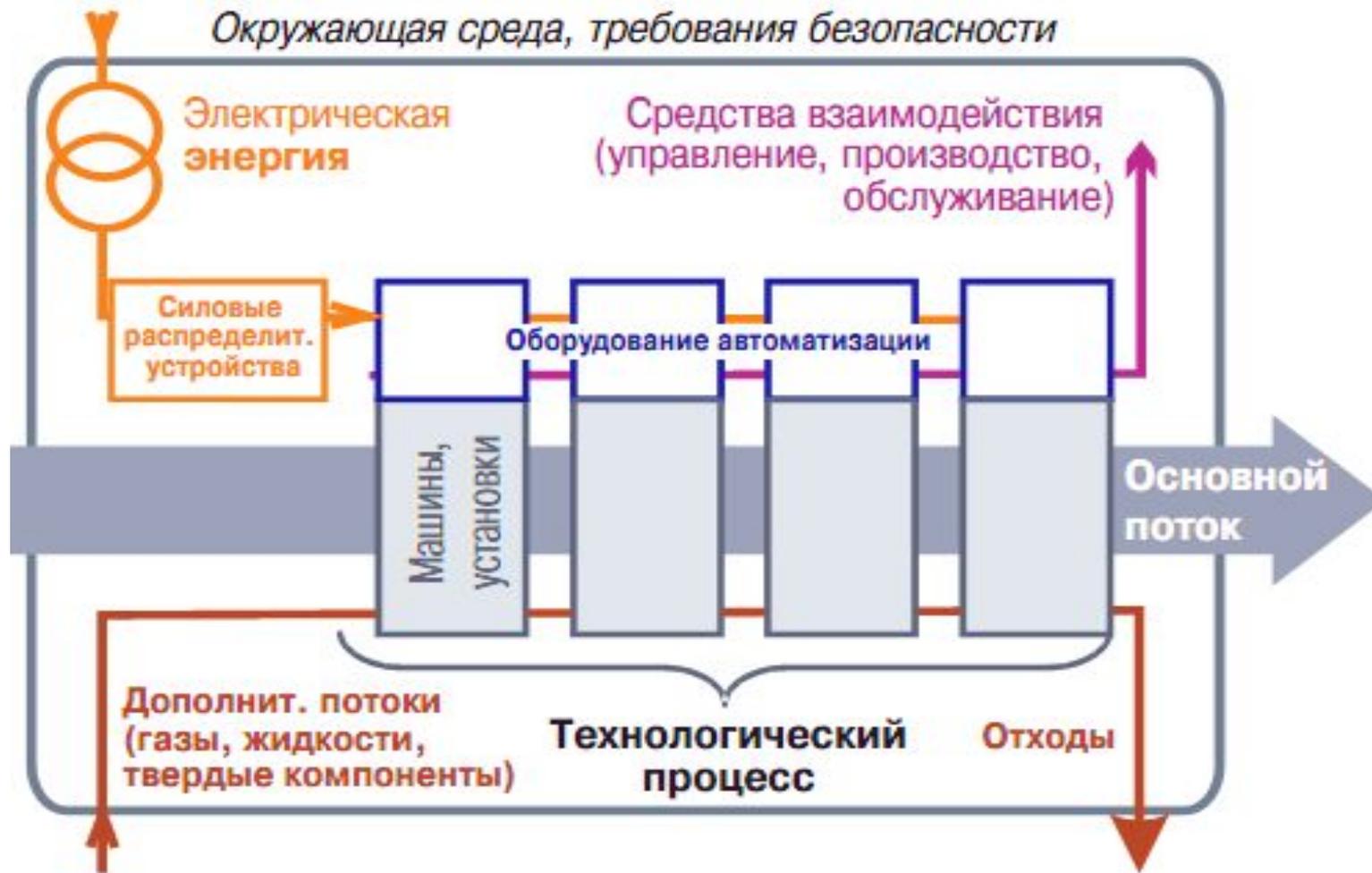


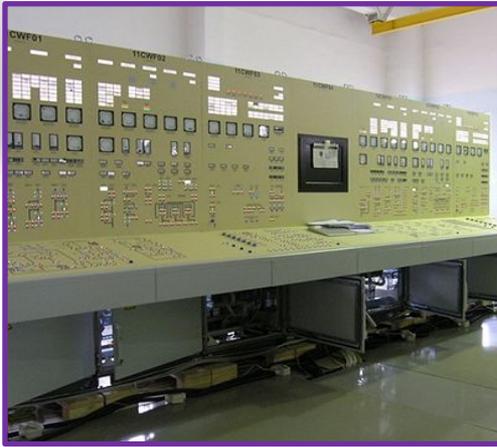
# Программирование специализированных вычислительных устройств

## Программируемые логические контроллеры

# Процесс создания потребительских ценностей



# История АСУ ТП



Первое поколение

**релейные системы и  
мозаичны щиты**

реализация функций на  
основе жесткой логики  
индивидуально-  
проектируемое  
оборудование



Второе поколение

**унифицированные  
блочные системы**

Унифицированные  
блоки (промышленные  
контроллеры)  
НИМ на основе  
компьютерной техники  
Комплектно-блочное  
оборудование

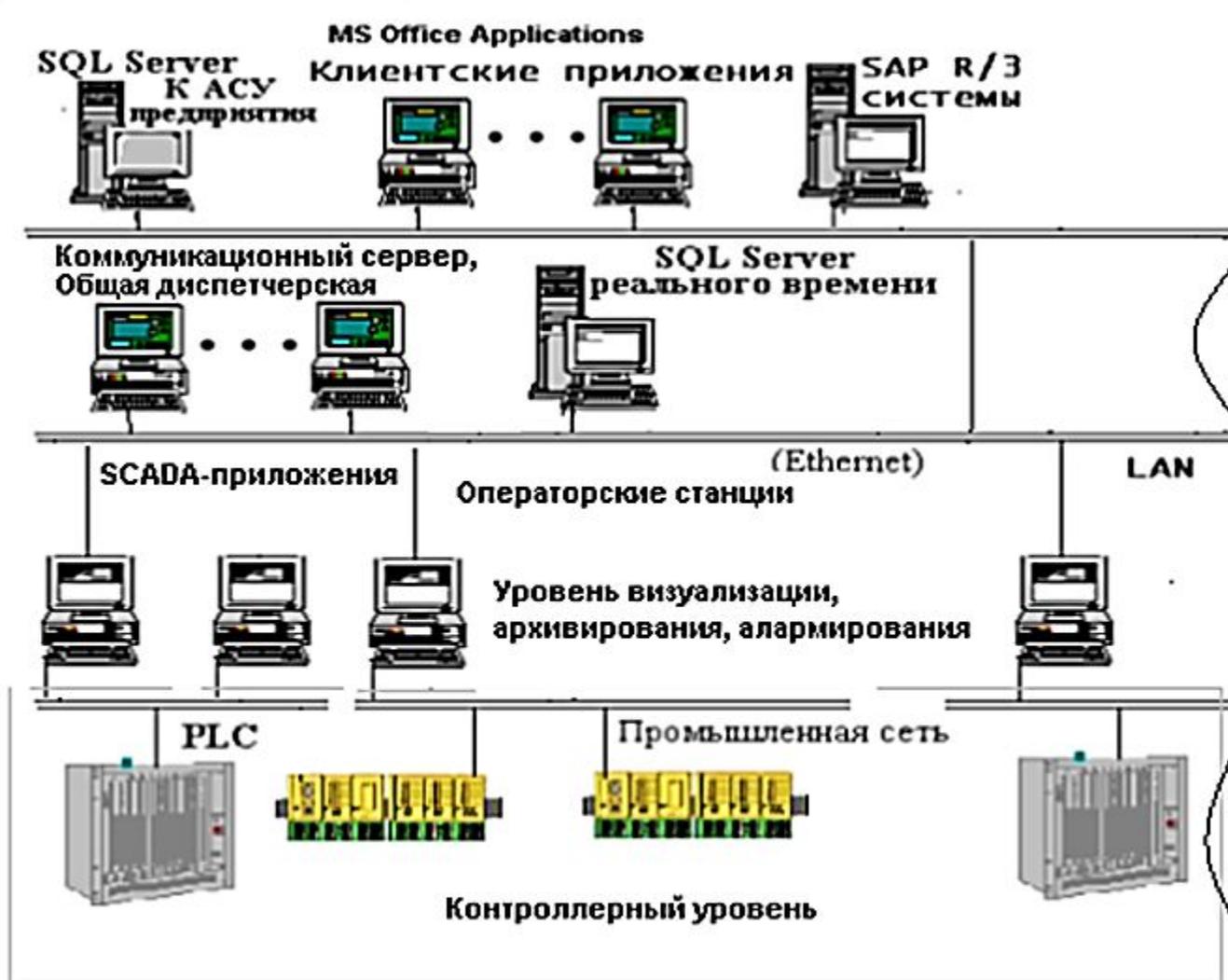


Третье поколение

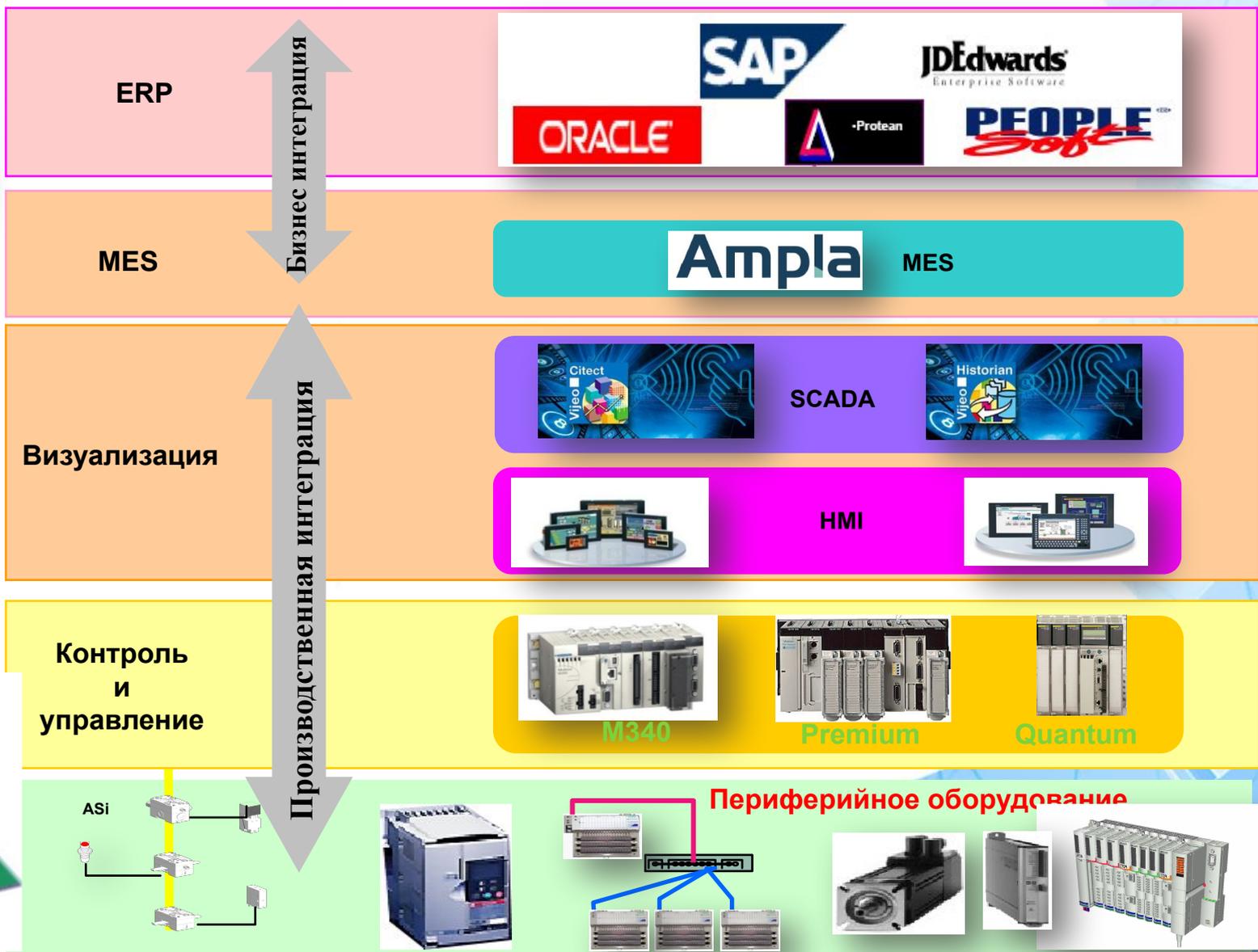
**микропроцессорные  
системы**

Программная логика  
Программное  
обеспечение  
серийное оборудование

# Разнородные системы АСУ ТП



# Комплексное предложение для АИУС



# SCADA-система

**SCADA-система** – это программное обеспечение, функционирующее в составе АСУТП конкретного объекта.

Сам термин **SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – система сбора данных и оперативного диспетчерского управления)** содержит две основные функции системы:

- сбор данных о контролируемом технологическом процессе;
- управление технологическим процессом, реализуемое ответственными лицами на основе собранных данных, а также правил (критериев), соблюдение которых обеспечивает наибольшую эффективность и безопасность технологического процесса.

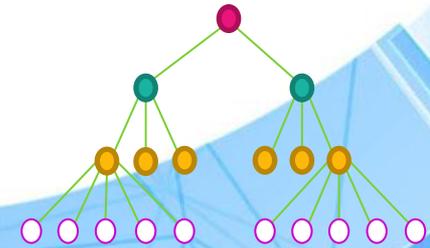
**HMI-системами или пакетами (Human-Machine Interface)** - программное обеспечение с ярко выраженным упором на функции взаимодействия с оператором

# Архитектура SCADA-систем

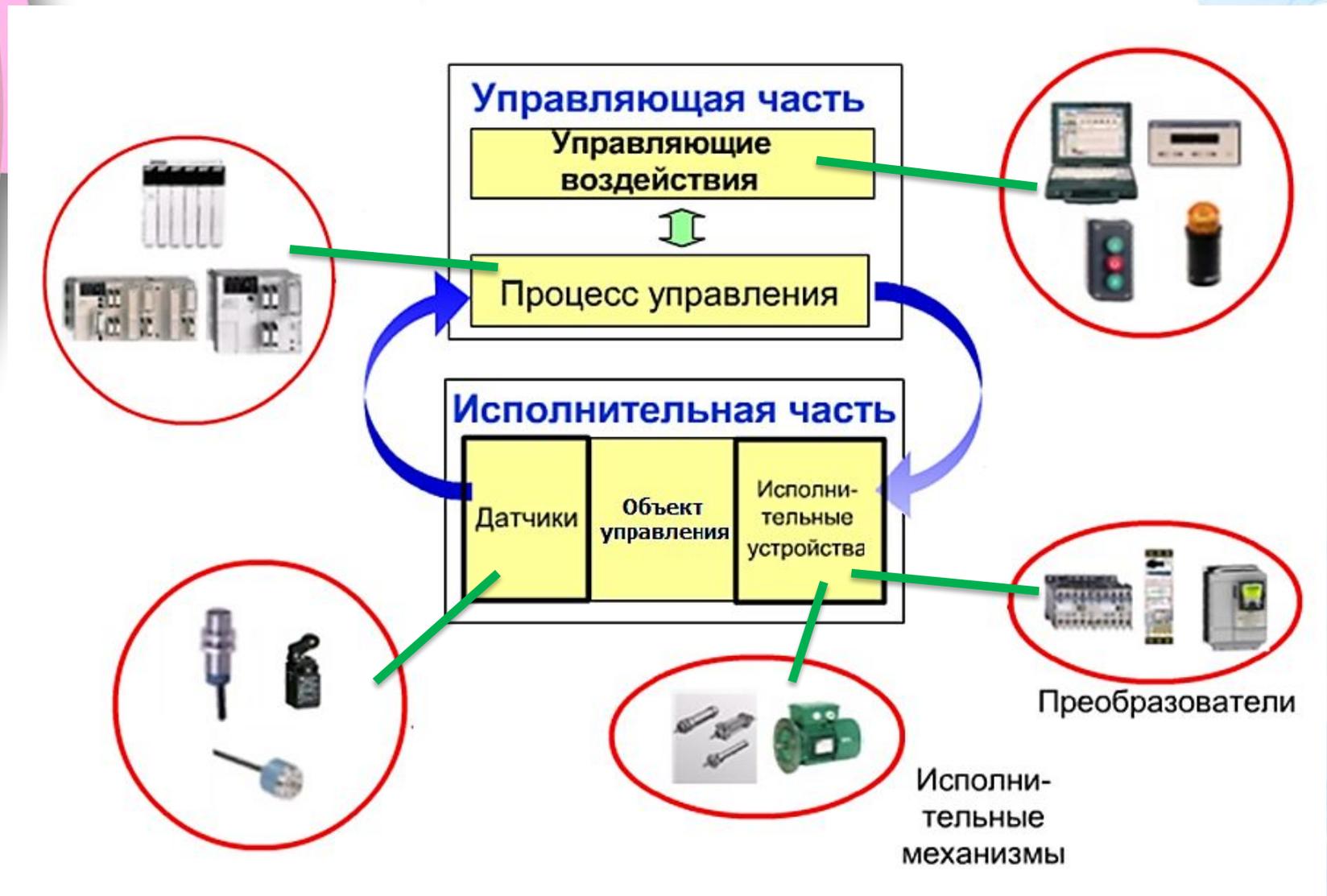
В типовой архитектуре современной системы управления (АСУТП) явно просматриваются два уровня:



- *уровень локальных контроллеров*, взаимодействующих с объектом управления посредством датчиков и исполнительных устройств;
- *уровень оперативного управления* технологическим процессом, основными компонентами которого являются серверы и рабочие станции операторов/диспетчеров.



# Принцип взаимодействия



# Принцип взаимодействия

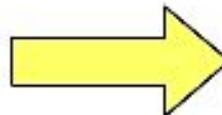
## Исполнительная часть



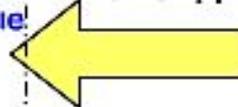
Датчики

Исполнительные  
устройства

Отклик



Команды



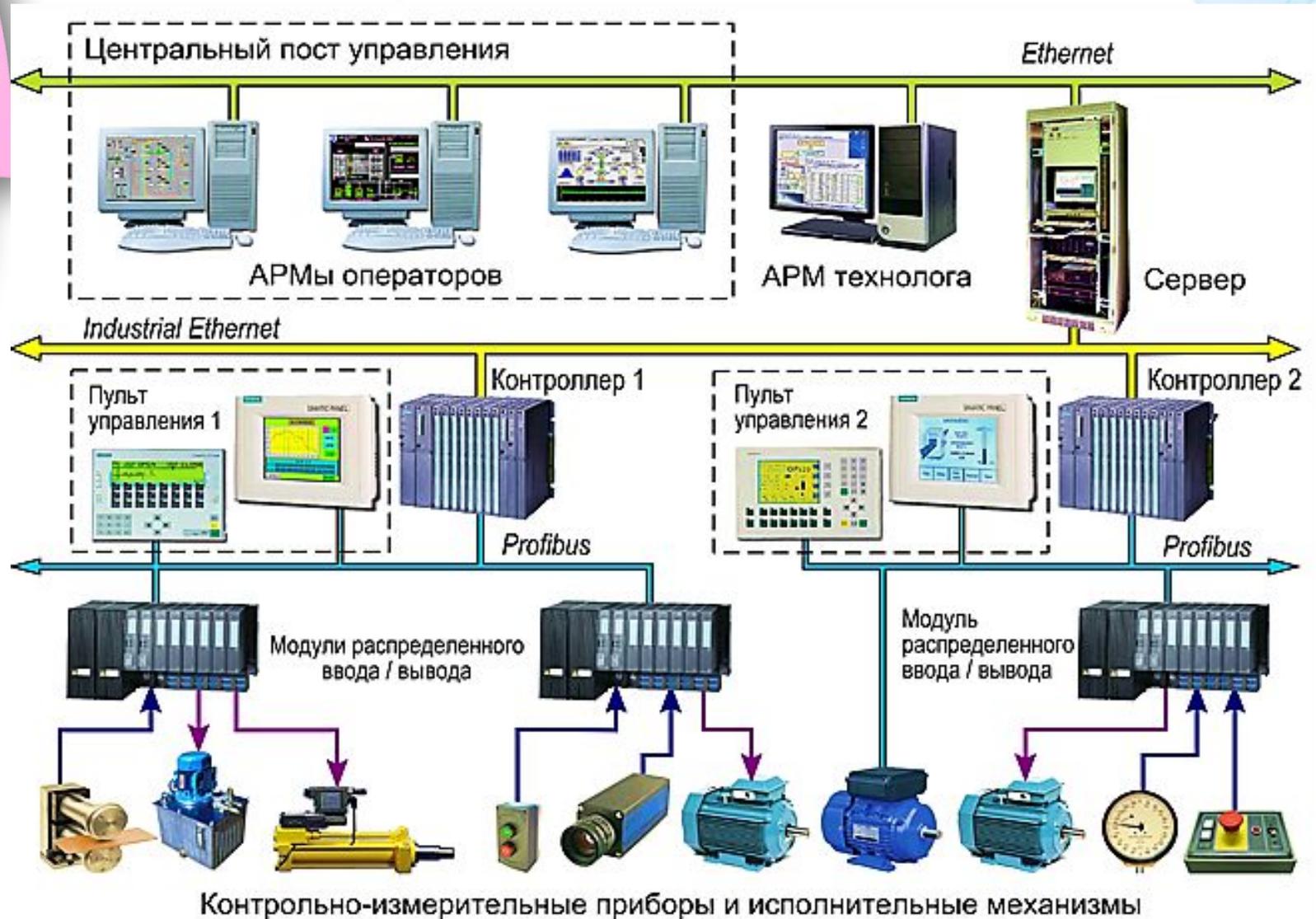
## Управляющая часть



Воздействуют на  
физические величины  
твердых, жидких или газообразных  
продуктов, машин или процессов

Один или более процессоров,  
взаимодействующих с  
обслуживающим персоналом  
через средства человеко -  
машинного интерфейса  
(операторские панели)

# Набор элементов SCADA-СИСТЕМ



# Базовый набор функций SCADA-систем

- сбор информации с устройств нижнего уровня (датчиков, контроллеров);
- приём и передача команд оператора-диспетчера на контроллеры и исполнительные устройства (дистанционное управление объектами);
- сетевое взаимодействие с информационной системой предприятия (с вышестоящими службами);
- отображение параметров технологического процесса и состояния оборудования с помощью мнемосхем, таблиц, графиков и т.п. в удобной для восприятия форме;
- оповещение эксплуатационного персонала об аварийных ситуациях и событиях, связанных с контролируемым технологическим процессом и функционированием программно-аппаратных средств АСУ ТП с регистрацией действий персонала в аварийных ситуациях
- хранение полученной информации в Архивах;
- представление текущих и накопленных (архивных) данных в виде графиков (тренды);
- вторичная обработка информации;
- формирование сводок и других ответных документов по созданным на этапе проектирования шаблонам.

# Стандарты в области автоматизации

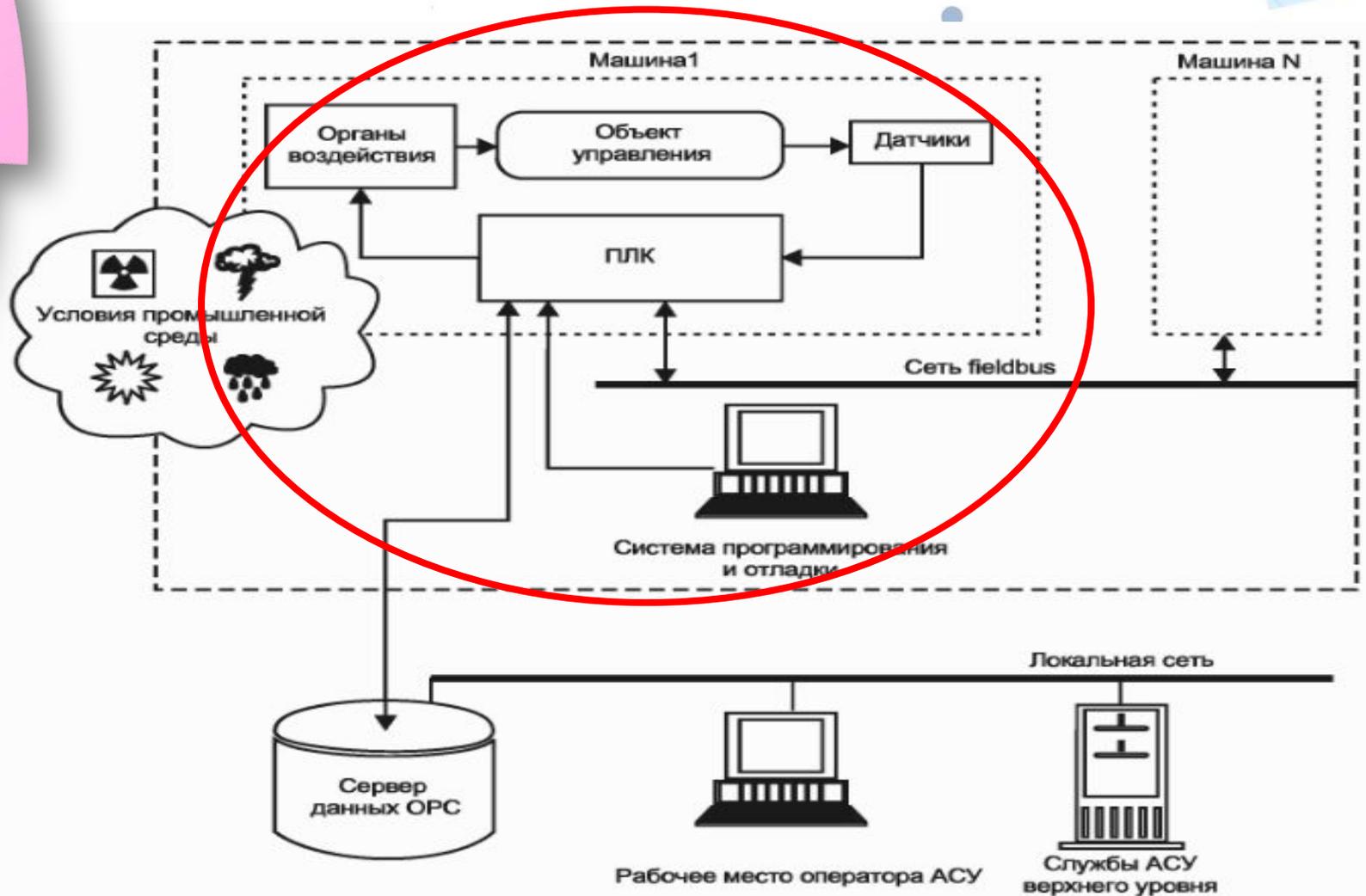
- **IEC 61131**

- Part 1: General Overview
- Part 2 Hardware
- Part 3 Programming Languages
- Part 4 User Guidelines
- Part 5 Communication
- Part 7 Fuzzy Logic
- Part 8 Application Guidelines

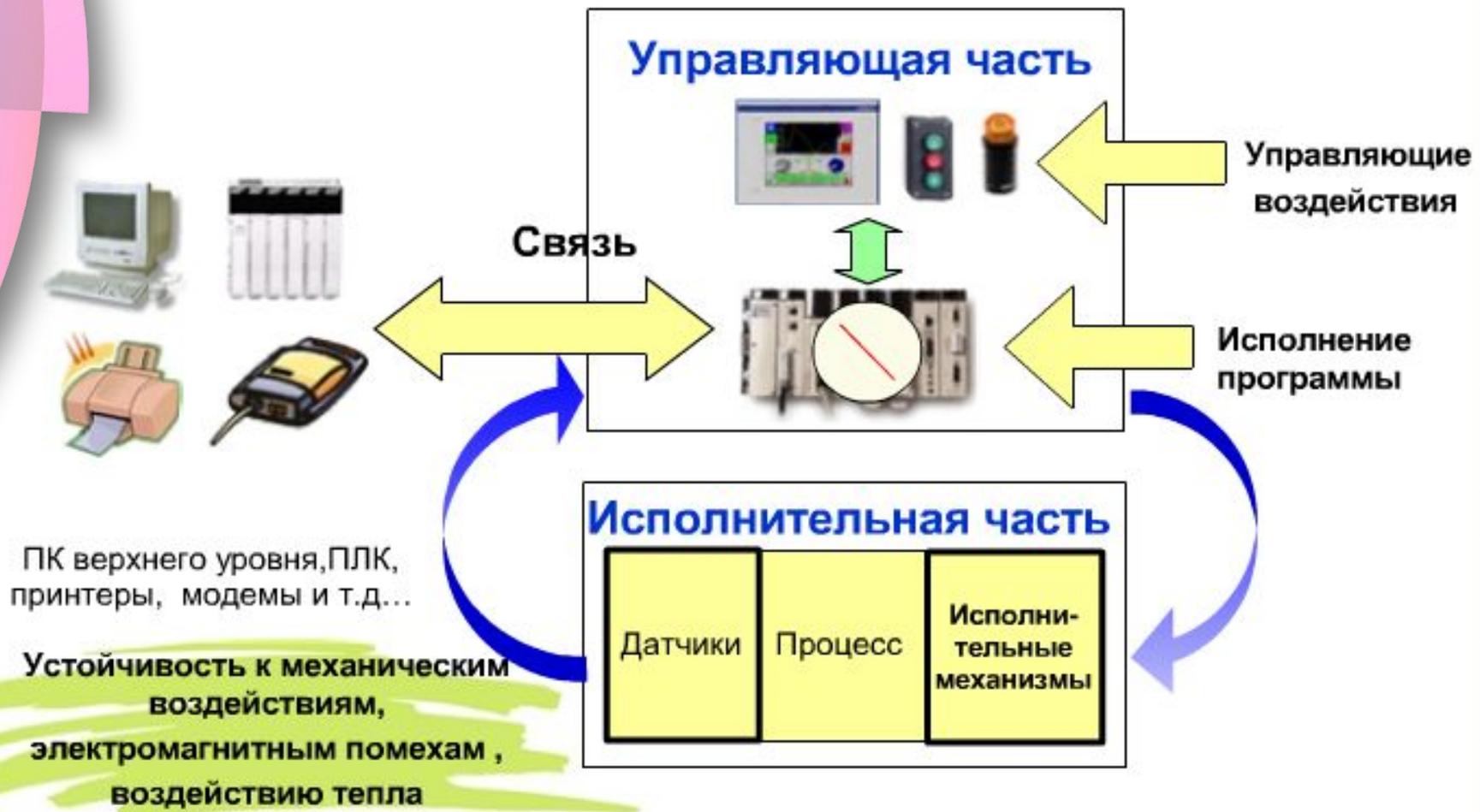


- ГОСТ Р МЭК **61131-1-2016** Контроллеры программируемые. Часть 1. Общая информация
- ГОСТ Р **51841-2001** (МЭК 61131-2-92) Программируемые контроллеры. Общие технические требования и методы испытаний
- ГОСТ Р МЭК **61131-3-2016** Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования
- ГОСТ Р МЭК **61131-6-2015** Программируемые контроллеры. Часть 6. Безопасность функциональная

# Место ПЛК в АСУ ТП...



# Место ПЛК в АСУ ТП...

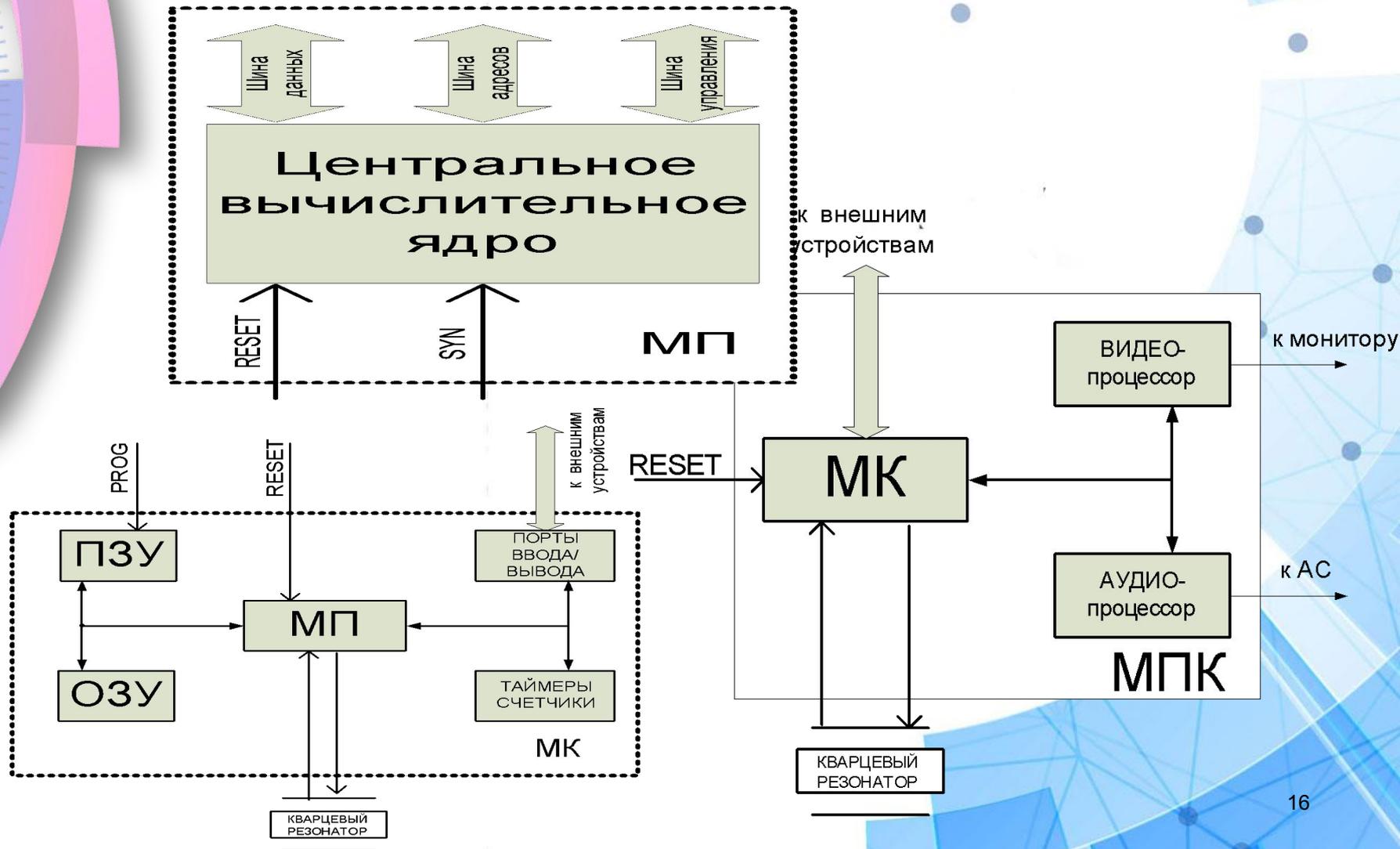


# ПЛК – основные понятия и свойства

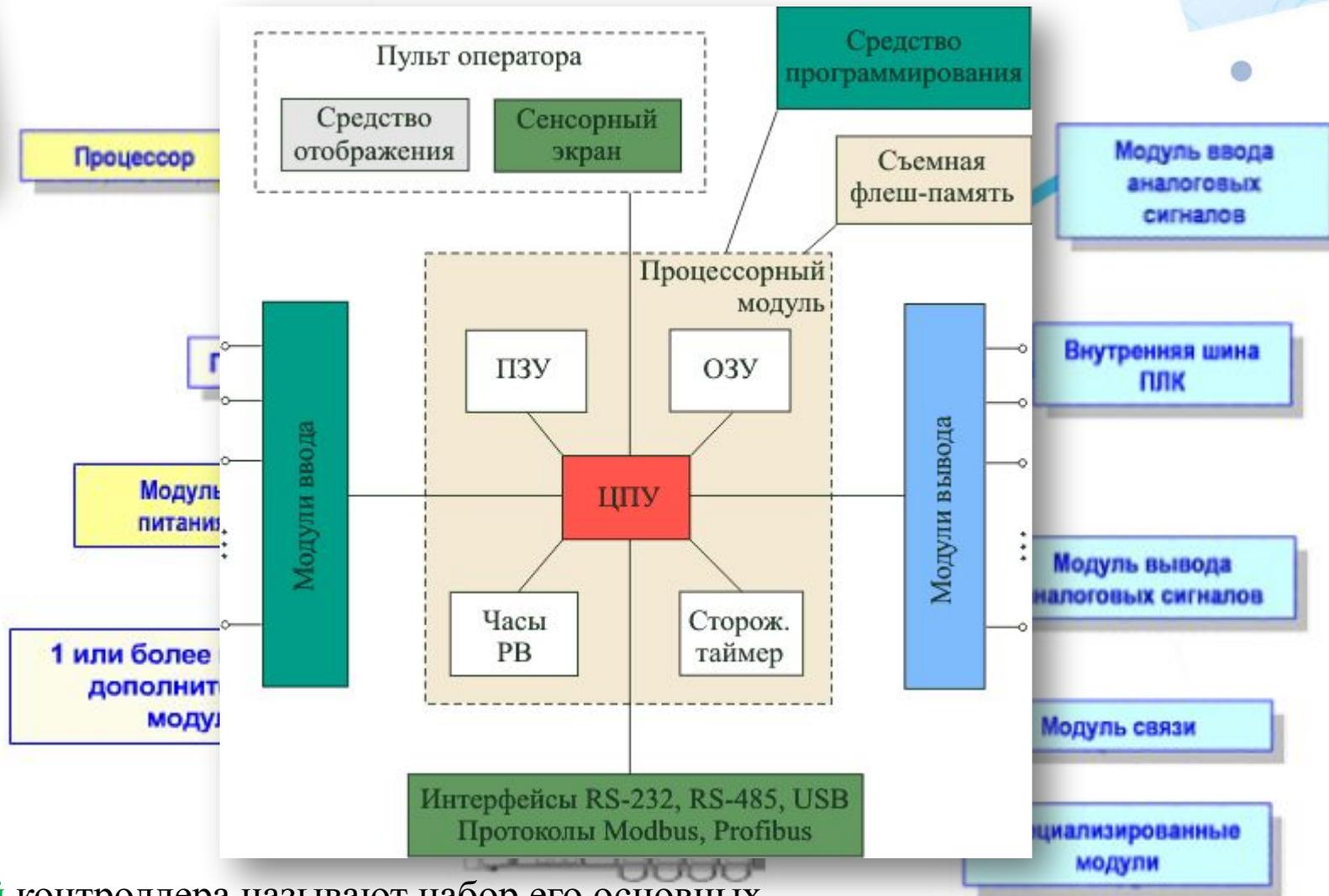
ПЛК – цифровой управляющий автомат с жесткой аппаратной структурой и гибкой системой программирования

- конструкция ПЛК (сходства и отличия от обычного ПК)
  - **имеет** процессор, память и набор входов/выходов для подключения датчиков и ИМ
  - **не имеет** средств ввода (клавиатура и мышь) и вывода (видеокарта и дисплей), дисковой и файловой системы
- исполнение ПЛК
  - моноблочное (фиксированный набор вх./вых.) – посл. шина
  - модульное (набор вх./вых. может наращиваться) – крейт (корзина) с параллельной или последовательной шиной
  - мезонинное (все силовые цепи на несущей плате, процессор с системой исполнения на отдельной сменной плате)
  - распределенное (модуль ввода-вывода удален от ЦПУ)
  - Soft-PLC – программа, имитирующая работу ПЛК на ПК, оснащенном платами ввода-вывода (IPC)

# Эволюция ПЛК (от микропроцессора к микроПК)...



# Структура и устройство ПЛК



**Архитектурой** контроллера называют набор его основных компонентов и связей между ними.

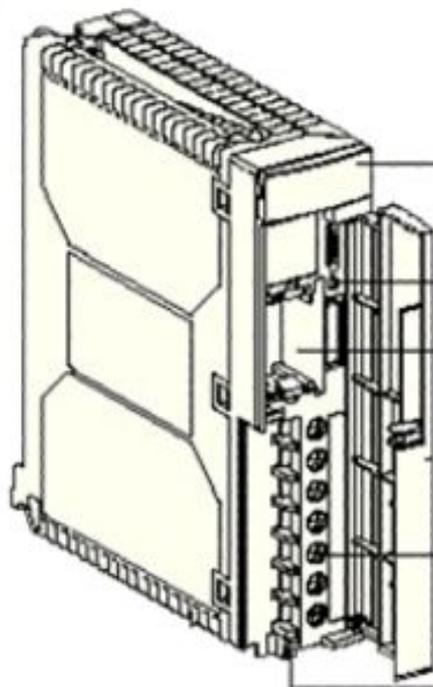
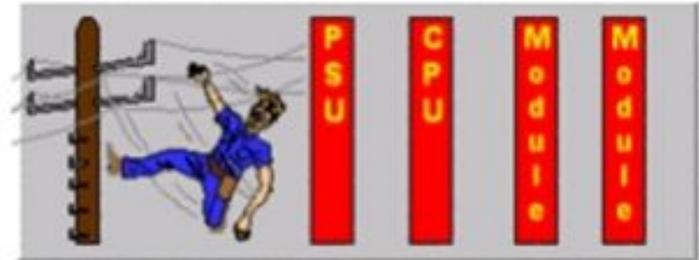
# Структура и устройство ПЛК

## - Модуль питания

Обеспечивает питание для всех модулей

Один модуль питания на шасси

PSU = Power Supply Unit



1 Индикаторы : OK, RUN, BAT

2 RESET кнопка

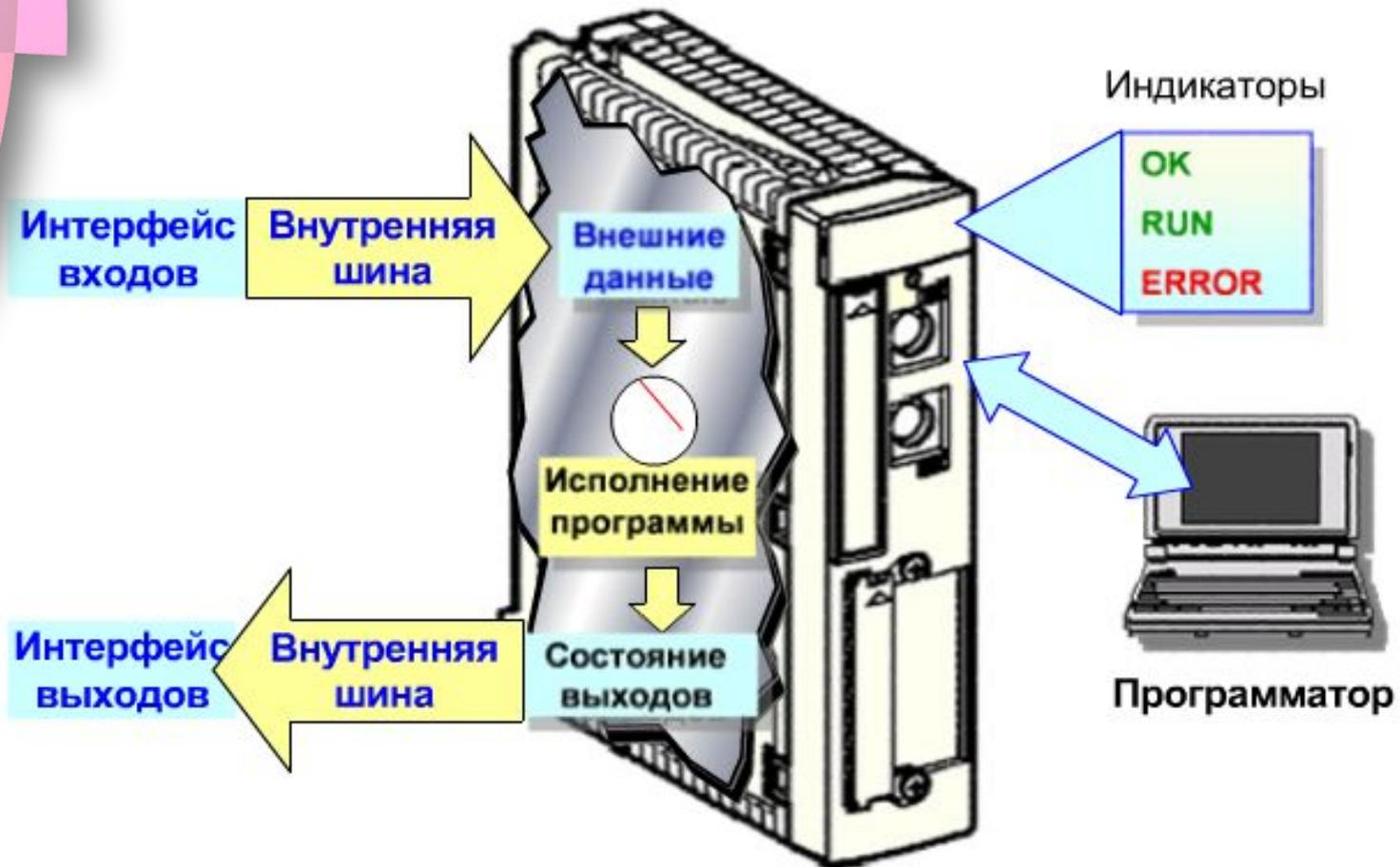
3 Батарейка питания памяти программ и данных

4 Контакт реле (Контроль исправности ПЛК)

5 Предохранитель

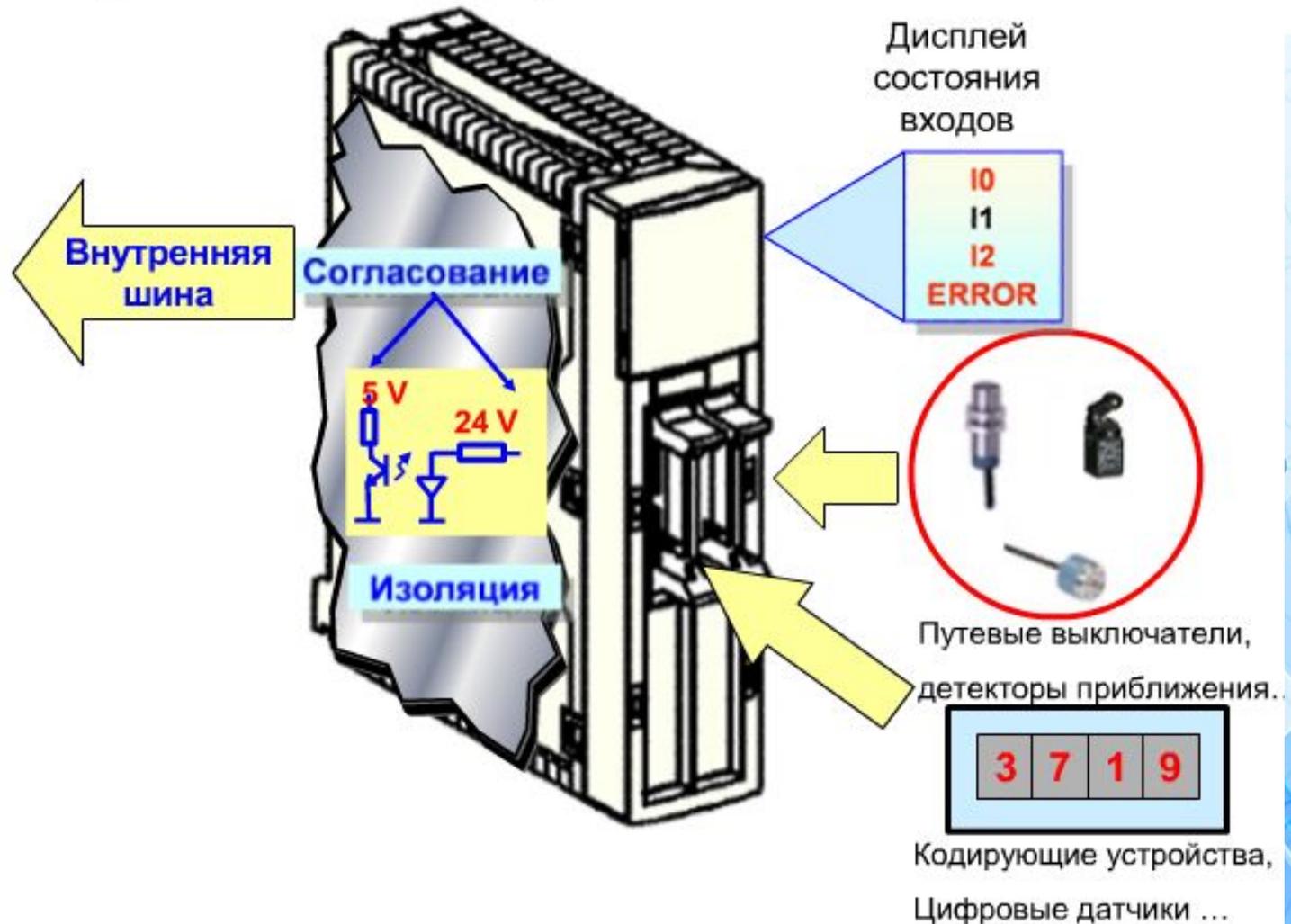
# Структура и устройство ПЛК

## Модуль процессора



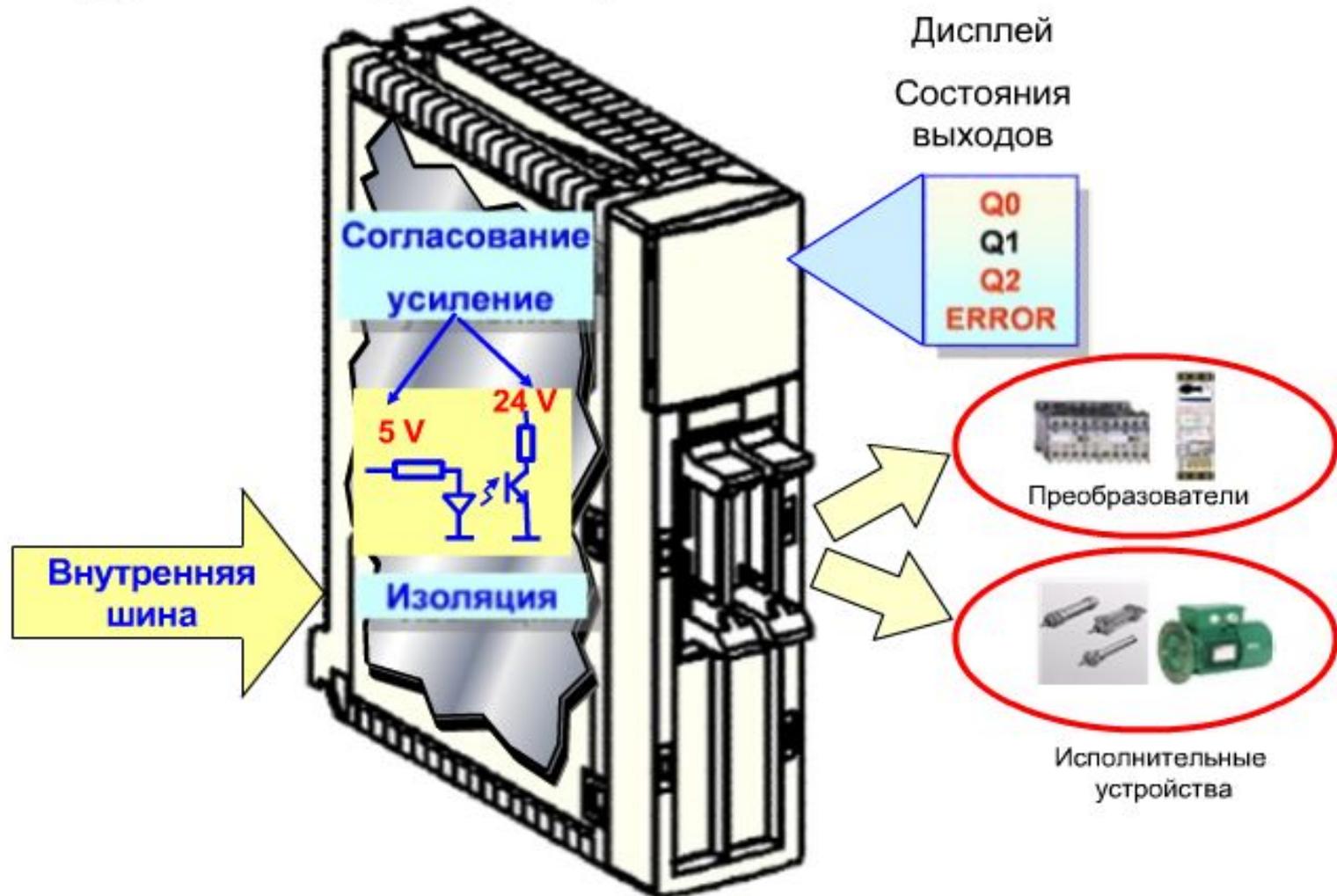
# Структура и устройство ПЛК

## - Модули ввода дискретных сигналов



# Структура и устройство ПЛК

## - Модули вывода дискретных сигналов



# Структура и устройство ПЛК

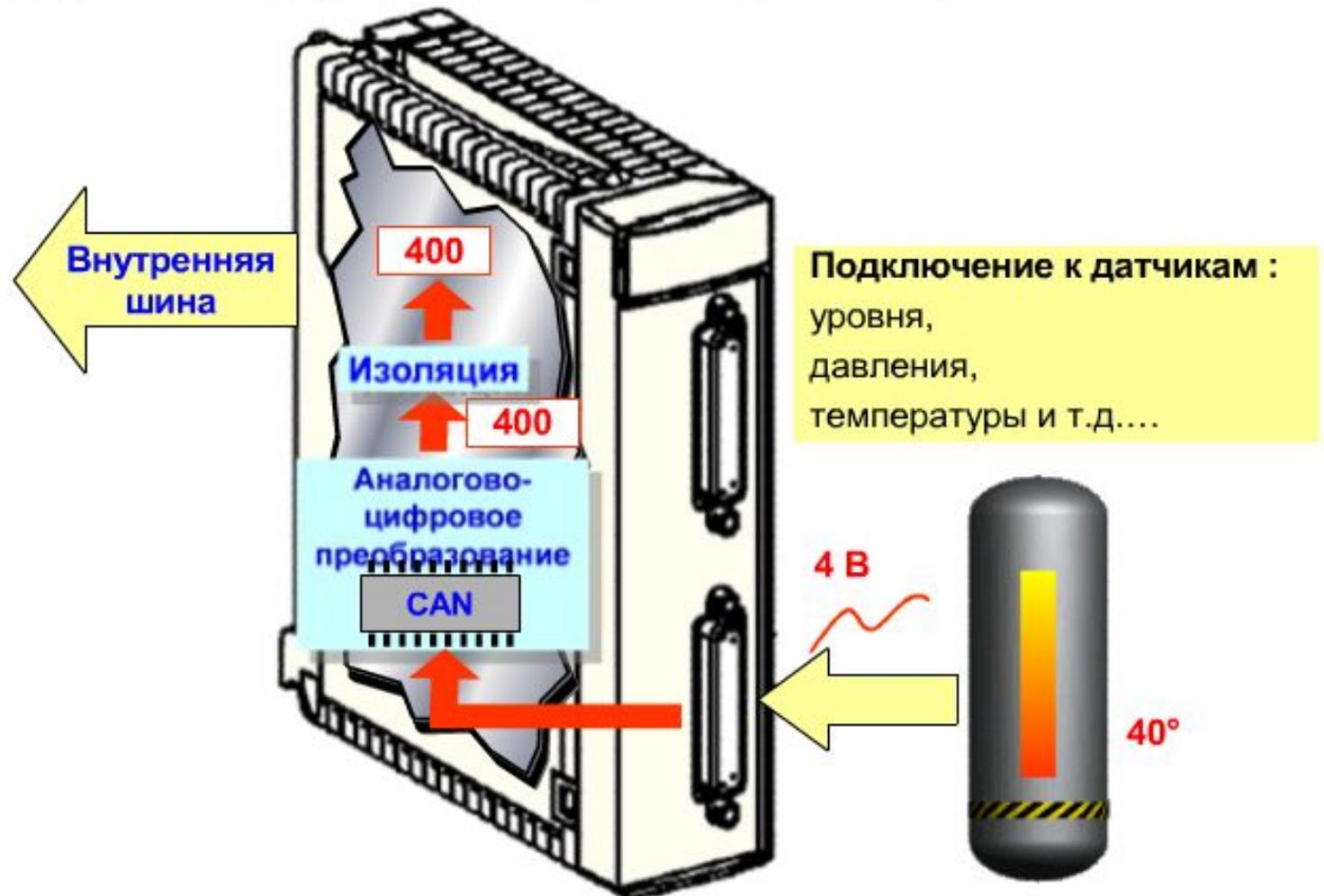
## Функции выходных каналов ПЛК...

- защита ПЛК от скачков напряжения
- настройка напряжения (уровни логического и управляющего сигналов)
- усиление мощности до уровня, достаточного для приведения в действие больших исполнительных устройств
- защита от коротких замыканий и перегрузок



# Структура и устройство ПЛК

- Модули ввода аналоговых сигналов



# Структура и устройство ПЛК

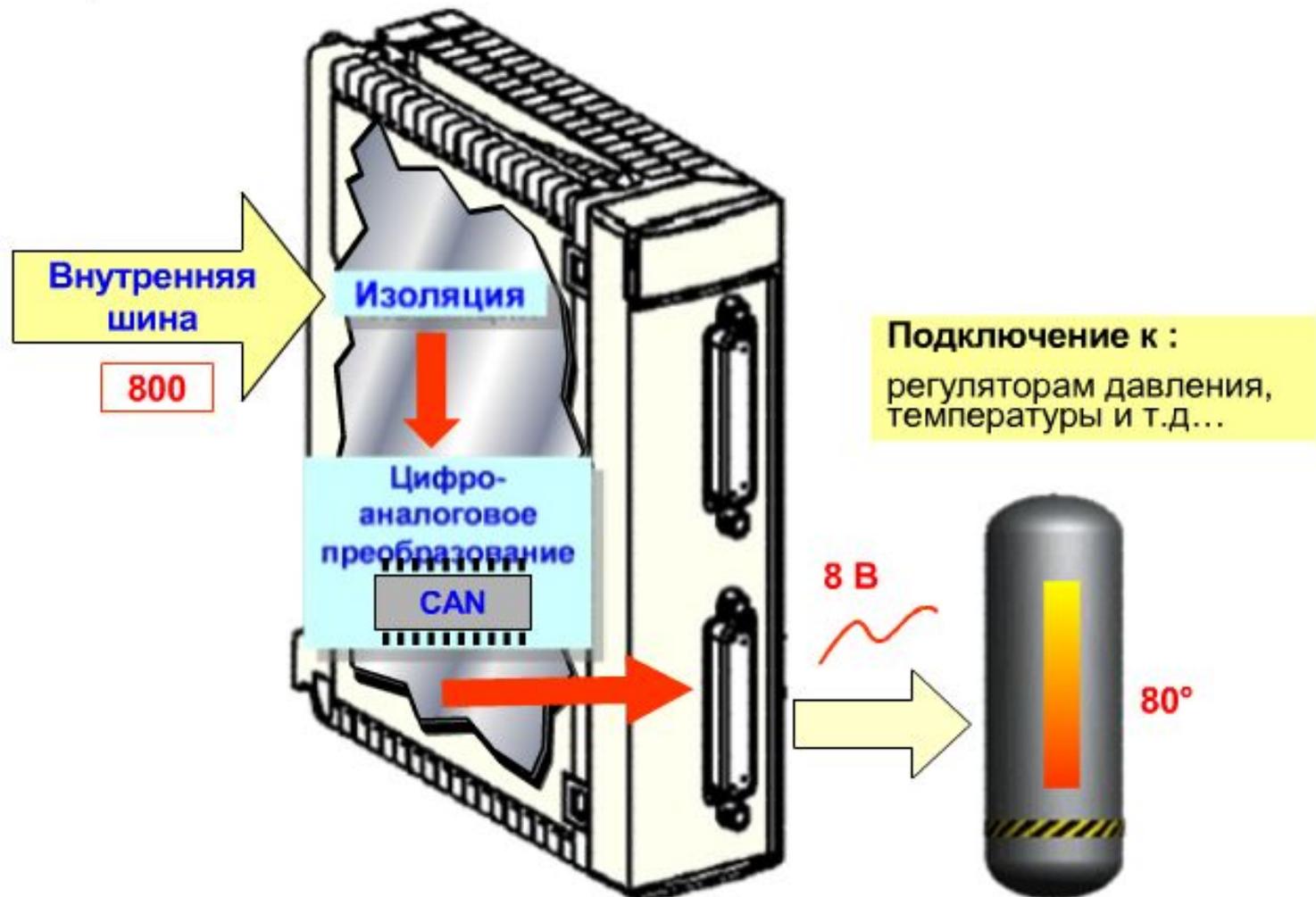
## Функции входных каналов ПЛК...

- распознавание сигналов, фильтрация
- согласование уровней напряжений сигналов (управления и логических)
- защита ПЛК от внешних скачков напряжения
- экранирование сигналов

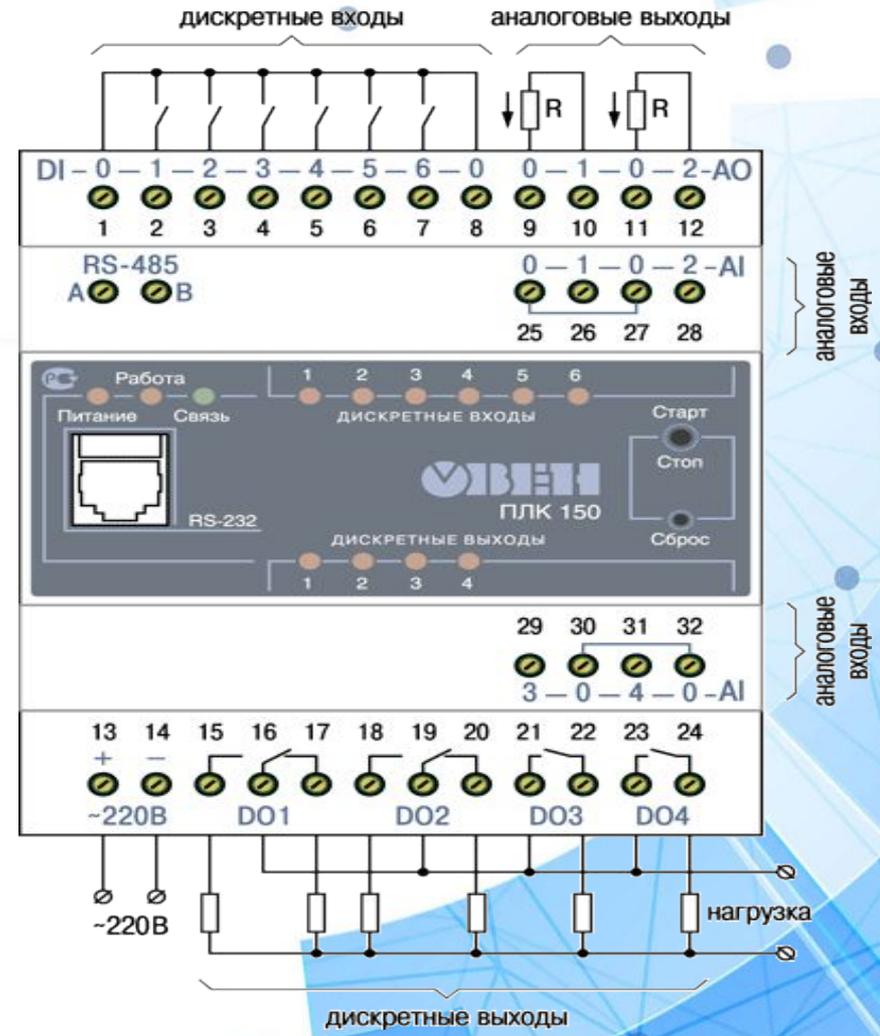
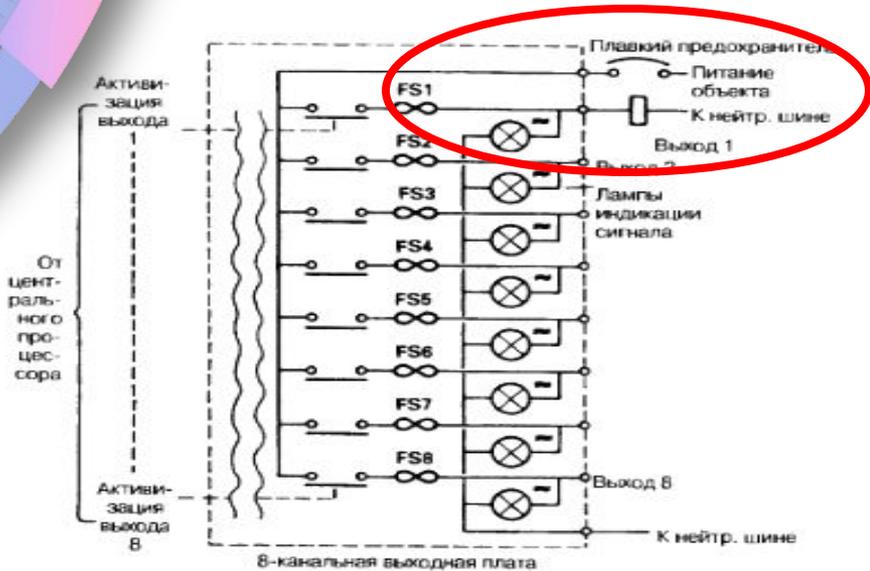
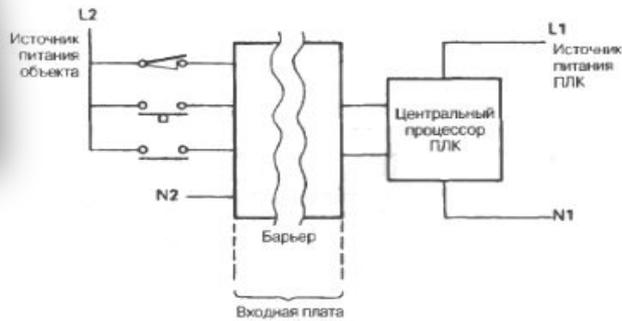


# Структура и устройство ПЛК

- Модули вывода аналоговых сигналов



# Входные\выходные каналы ПЛК (дискретные)...

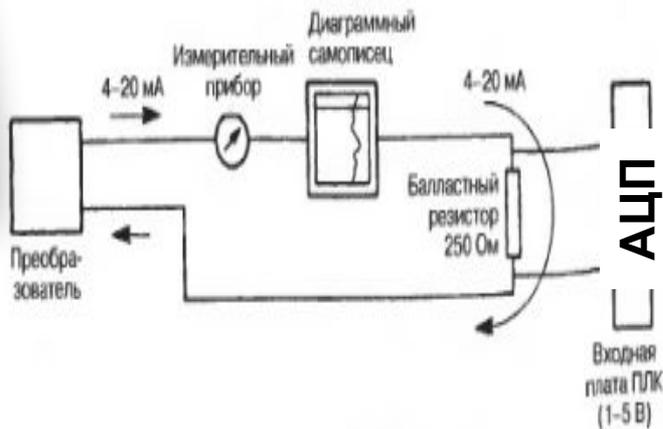


аналоговые входы

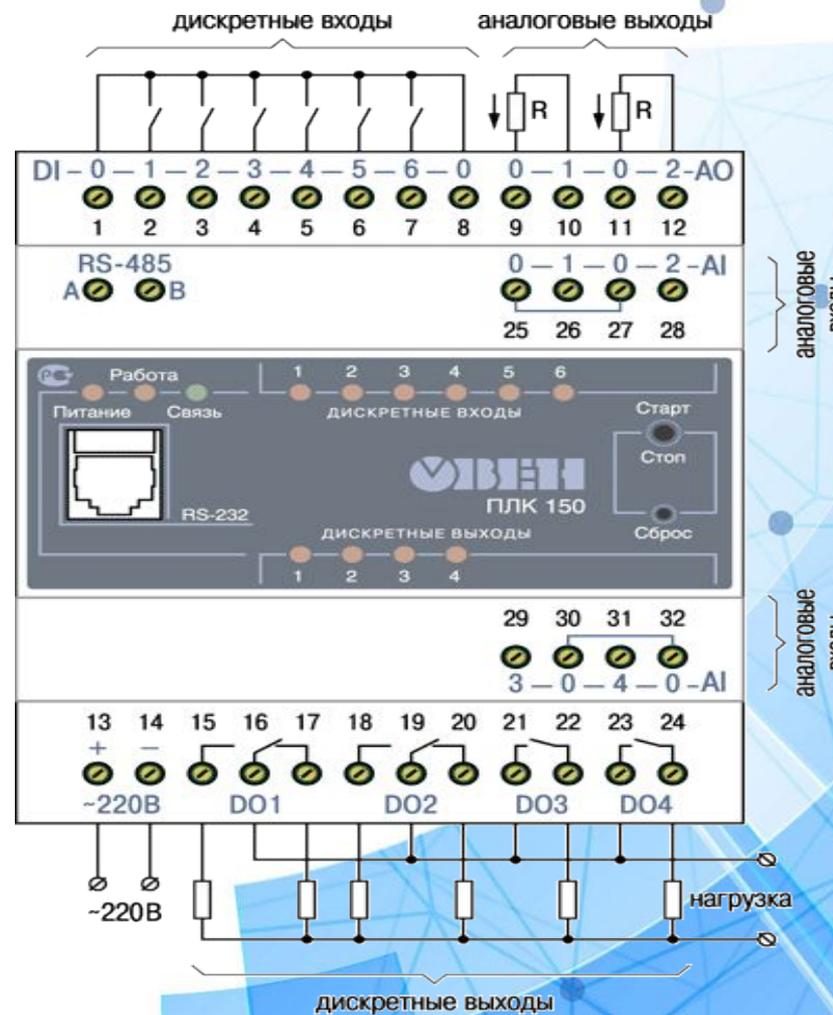
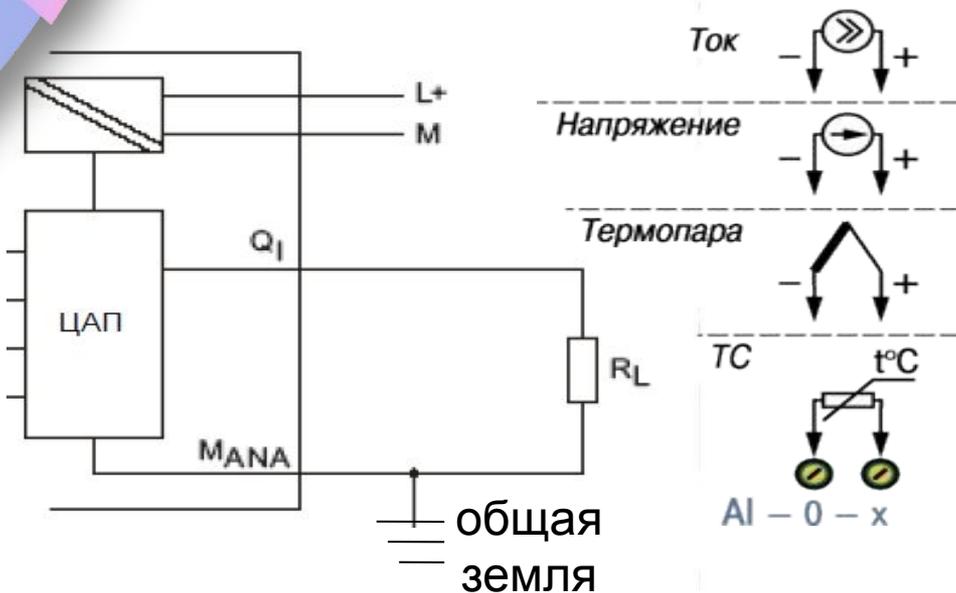
аналоговые выходы

дискретные выходы

# Вход. и вых. каналы ПЛК (аналоговые)...



## АНАЛОГОВЫЙ ВХОД x



дискретные выходы

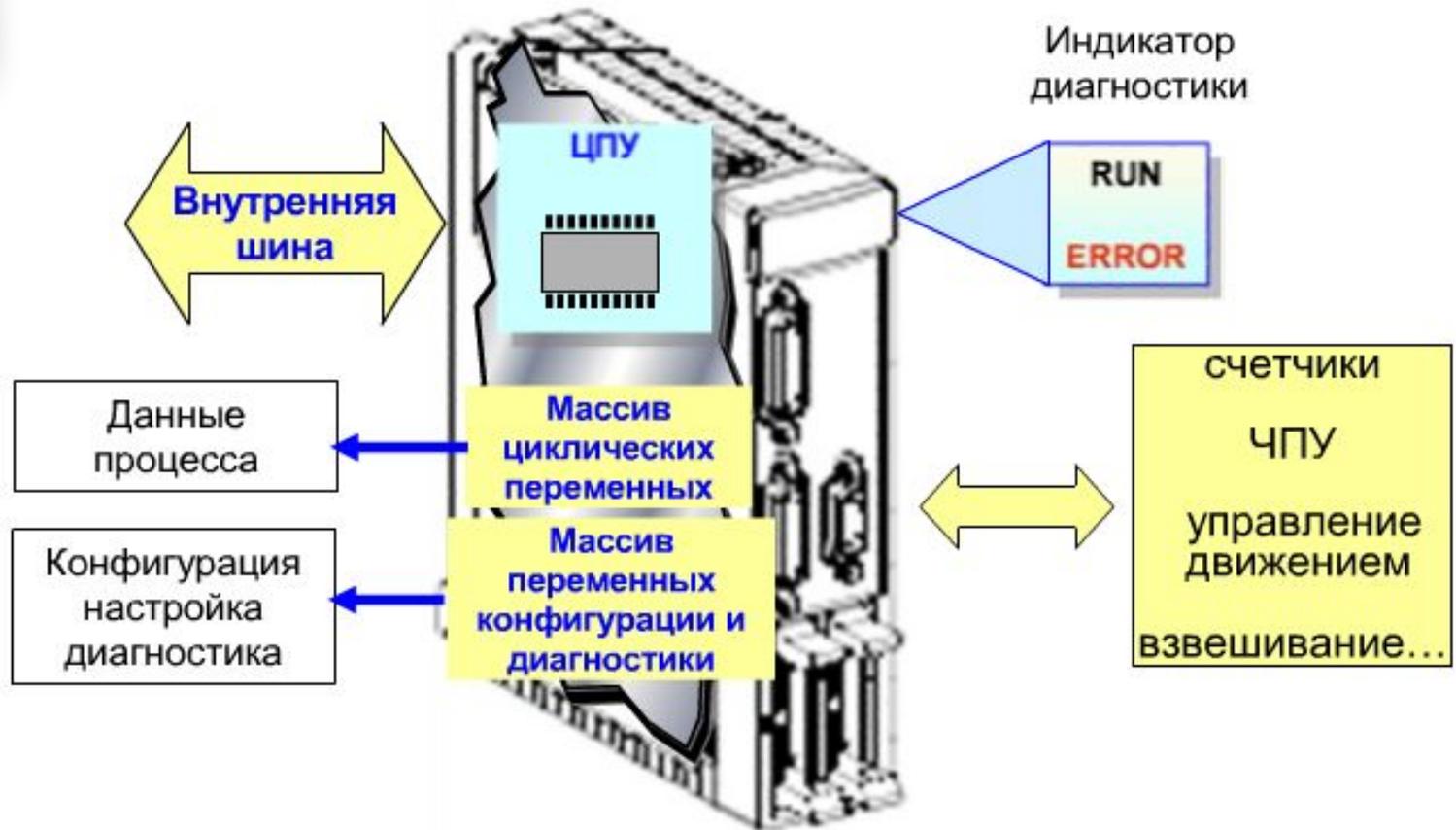
# Структура и устройство ПЛК

## - Модули связи



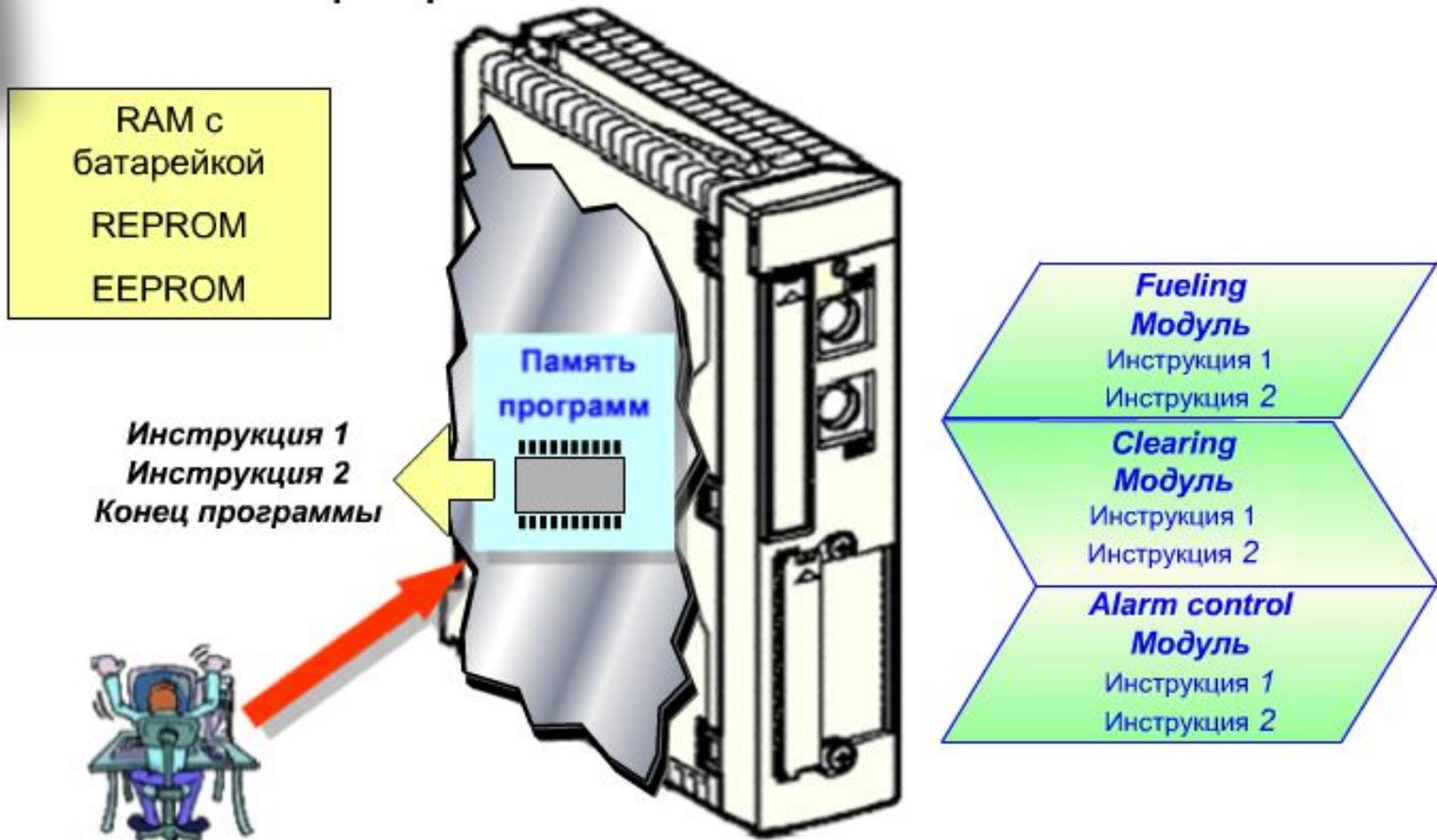
# Структура и устройство ПЛК

## - Специализированные модули

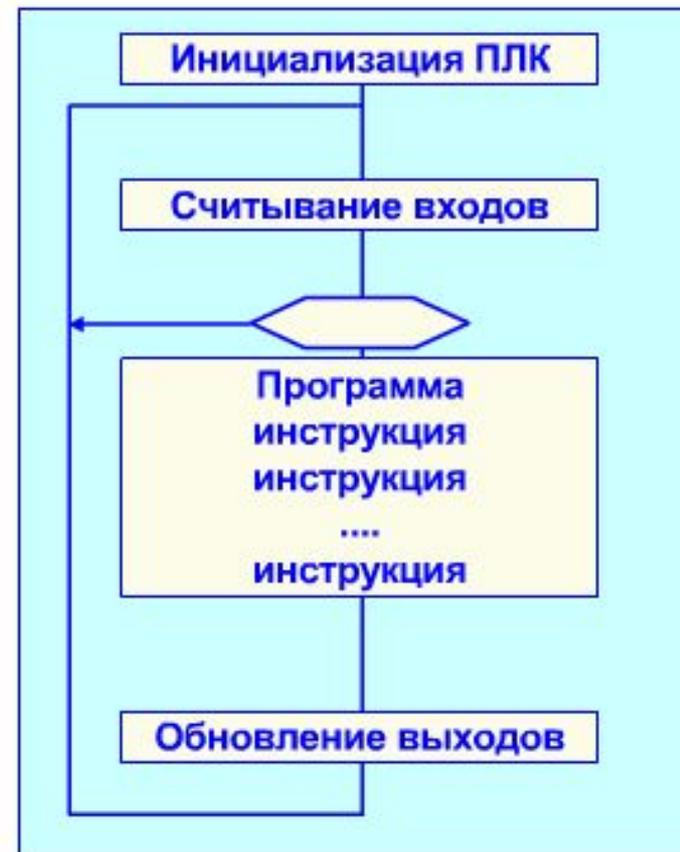


# Структура и устройство ПЛК

## - Память программ



# Режимы работы ПЛК



# Цикл ПЛК

Время цикла = 20 мс

**RUN !!!**



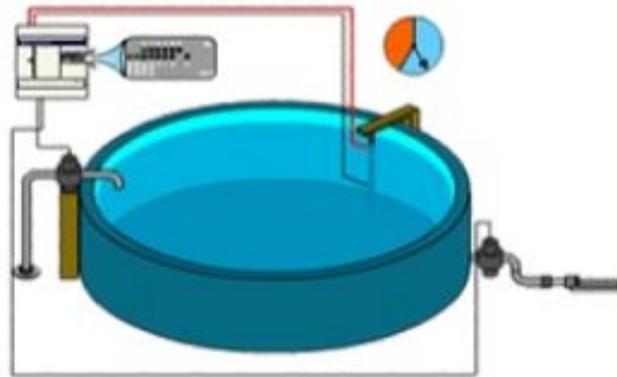
# Циклическая обработка ПЛК

- в начале цикла сохраняется образ состояния входов (*process input image - PII*)
- образ процесса (*process image - PI*) — отдельная область памяти, к которой можно обратиться в течение цикла
  - состояние входов остается постоянным в течение цикла, даже если оно физически изменяется
  - выходы в течение цикла не включаются и не переключаются, хотя изменения их состояния записываются в промежуточную память и формируется образ состояния выходов
- только в конце цикла все выходы переключаются согласно образу состояния выходов (*process output image - POI*)
- служебные операции (самодиагностика, контроль времени цикла и т.д.)

# Машинный цикл ПЛК

STOP

ON



## ■ Режим работы машины

- **STOP** остановка полива и закачки воды
- **ON** начать выполнение цикла.

## ■ Заполнение бака

Бак заполняется насосом.

Насос стартует:

- когда достигнут нижний уровень
- когда полив закончен

Насос останавливается когда бак заполнен.

## ■ Полив

5 мин. После заполнения бака полив продолжается 25 мин.

# Принцип работы ПЛК...



**Входы**



Входные регистры

Физические входы



**Выходы**



Выходные регистры

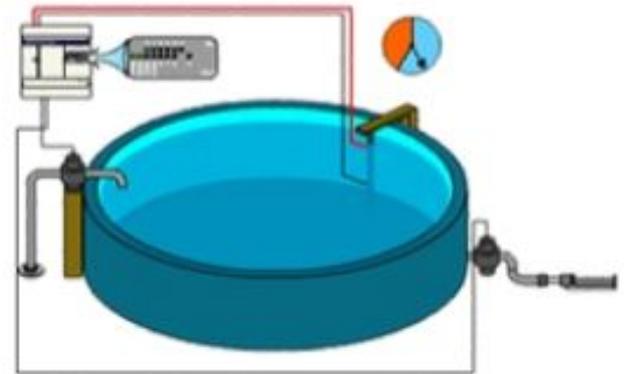
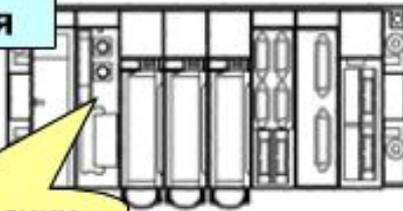
Физические выходы



# Машинный цикл ПЛК

Инициализация

Контроль конфигурации,  
установок модулей



Холодный  
рестарт

Теплый рестарт

Заполнение бака

Полив

Добавление удобрений

Сушка

# Технические характеристики ПЛК...

- время цикла сканирования
  - рабочий цикл (частота, тип и разрядность процессора)
  - сторожевой таймер (watchdog) - контроль  $t_{\text{цикла}}$
- время реакции
  - соотношение момента изменения состояния выходов и начала фазы чтения входов, режим РВ – «мягкий» и «жесткий»
- интерфейсы обмена и протоколы
  - промышленные сети
  - распределенные системы управления
- условия эксплуатации
  - код IP - система классификации степеней защиты оболочки электрооборудования от проникновения твёрдых предметов и воды в соответствии с международным стандартом [IEC 60529](#) (ГОСТ 14254-80)