



# Національний технічний університет «Харківський Політехнічний Інститут»

## Факультет Інтегрованих технологій і хімічної техніки



Кафедра автоматизації хіміко-технологічних систем та екологічного моніторингу

## **“ Програмне забезпечення мікропроцесорних систем ”**

Лекція 1

Вводная. Общие сведения о микропроцессорных средствах автоматизации

Разработал доц. Лысаченко И.Г.  
IX сем., осень, 2015

# План лекции



- Общие сведения об изучаемом предмете
- Общая характеристика ПЛК
- Общая характеристика ПО для ПЛК

# СОДЕРЖАНИЕ учебного курса:

Л-16\*2=32 ч., ЛР-8\*4=32 ч., СРС-100 ч.,  
РЗ, МКР – 2 , экзамен = ВСЕГО 164 ч\4,55 ECTS

- цели учебного курса “ПО МПС”

- изучить

- принципы применения ПЛК в общей структуре АСУ ТП и П
- основные сведения о ПЛК разных производителей
- структуру, характеристики и порядок работы ПЛК
- стандарт IEC\_61131-3 - общую концепцию использования ПЛК и СПО в АСУ ТП и П

- научиться

- создавать проекты в системах программирования CoDeSys и WinPLC с программами управления технологическими процессами и объектами
- подключаться к различным ПЛК для загрузки исходных кодов и отлаживать проекты

# Введение...

- место учебной дисциплины в системе подготовки бакалавра по направлению  
**«Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии»**

**ПО МПС**

**ЭТ и ЭМ, ТИП,  
ЭЛЕКТРОНИКА и МПТ**

**ИНФОРМАТИКА, ФИЗИКА**

# Учебная литература

1. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы программирования, М.:СОЛОН-ПРЕСС, 2008
2. Аппаратные и программные средства систем управления. Промышленные сети и контроллеры: учебное пособие / В.В. Кангин, В. Н. Козлов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 418 с.
3. Средства автоматизации: Курс обучения / Р. Близенер, Ф. Эбель, К. Лёфлер и др. / пер. на рус. яз. под ред. В. Ковалёва – Киев: ДП"Фесто", 2005. – 196 с.
4. Ганс Бергер Автоматизация с помощью программ STEP7 LAD и FBD, г.Эрланген, 2001

# Учебно-методическая литература

1. Методичні вказівки для проведення лабораторних занять з курсу ПЗ МПС. / уклад.: В.І. Тошинський, І.Г. Лисаченко, І.І. Литвиненко та ін. – Х. : НТУ «ХПІ», 2012. – 56 с.
2. Методичні вказівки до виконання індивідуального домашнього завдання з курсу «Програмне забезпечення мікропроцесорних систем» (ІЕС-програмування ПЛК) / уклад. Лисаченко І.Г., Подустов М.О., Шутинський О.Г., Лобойко В.О. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – 32 с.

# 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 51840-2001 (МЭК 61131-1-92)  
Программируемые контроллеры. Общие положения и функциональные характеристики. – 16(А4). – Введ. 2003.
- ДСТУ ІЕС 61131-1:2005 «КОНТРОЛЕРИ ПРОГРАМОВАНІ. Частина 1. Загальні відомості (ІЕС 61131-1:2003, ІДТ)»

# Полезные ссылки

- В Internet

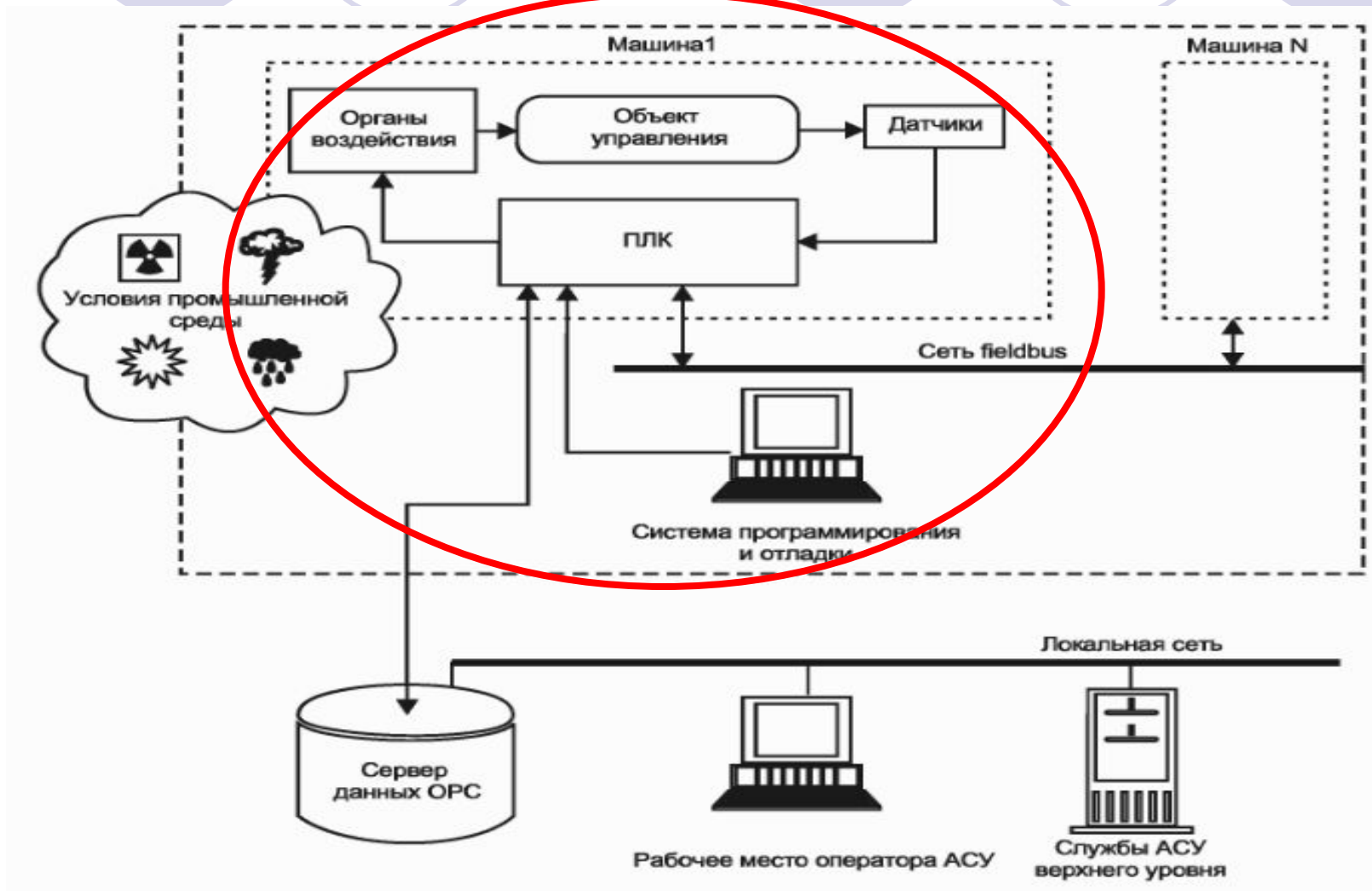
- <http://www.vipa.com.ua>
- <http://www.abb.com>
- <http://www.owen.ru>
- <http://www.festo.com.ua>
- <http://www.siemens.com.ua>
- <http://www.3S-software.com>
- <http://www.iec.ch>
- <http://www.plcopen.org> и много, много других...

- На сервере кафедры

- AXTS-server\student\@\_PZ\_MPS\_7\...
- AXTS-server\install\\_PLC\...



# Место ПЛК в АСУ ТП...



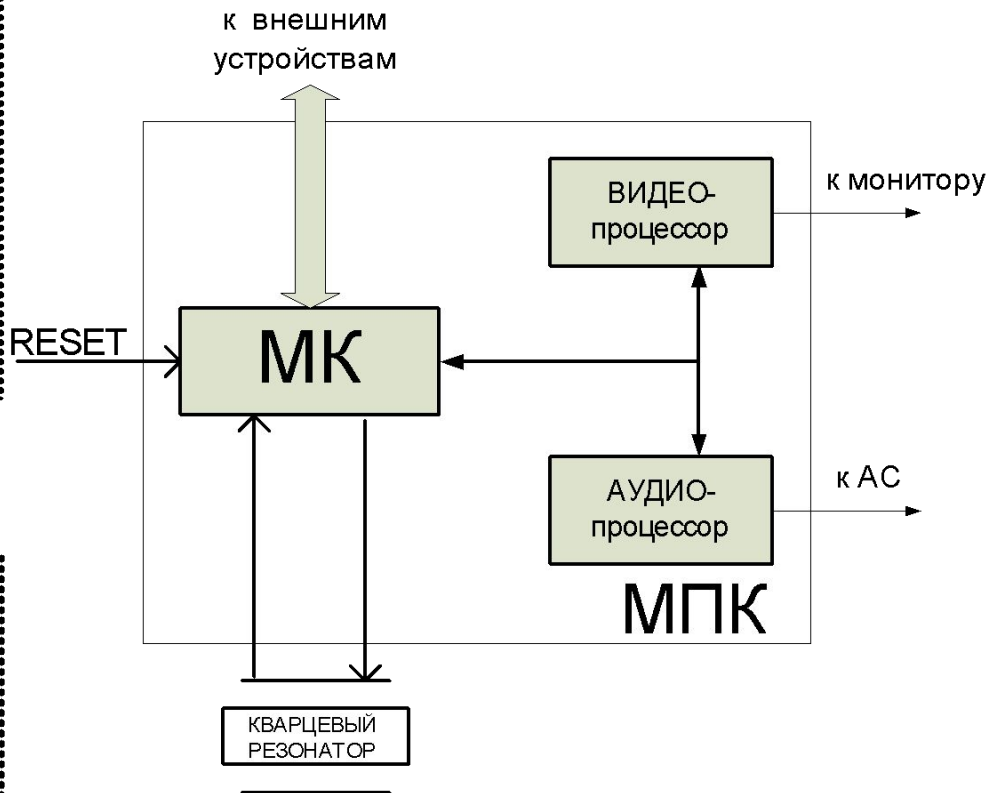
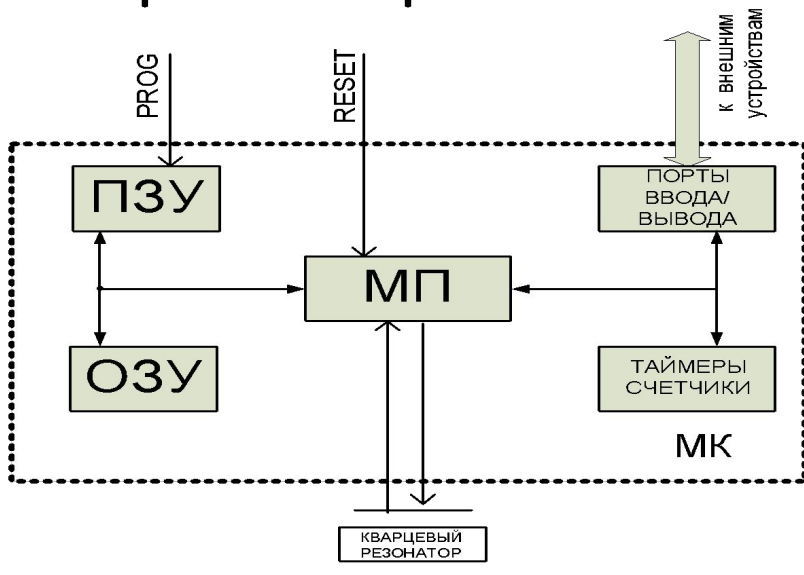
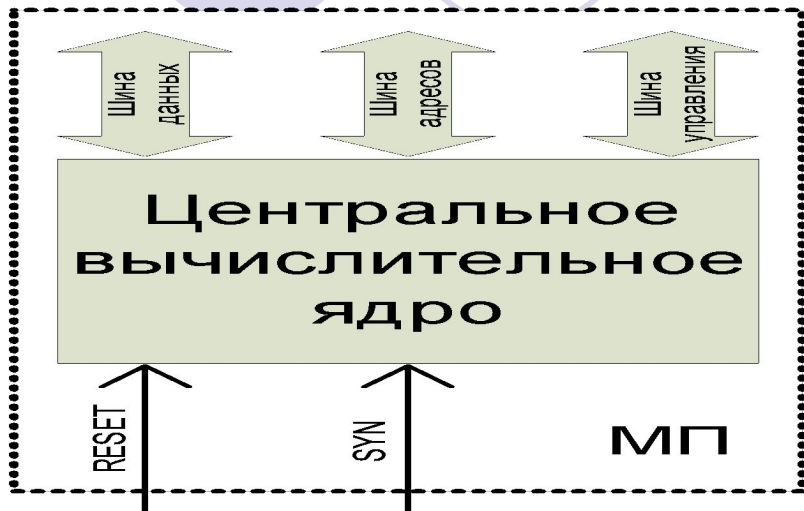
# ПЛК – основные понятия и свойства

- 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, оснащенных платами ввода-вывода (IPC)

# Особенности применения ПЛК...

- ПЛК не имеют ОС – вместо нее «система исполнения»
  - ПЛК OVEN, VIPA, ABB, Siemens, Mitsubishi, Festo и др.
- ПЛК могут иметь собственную ОС
  - OS UNITY - Schneider Electric: ПЛК Modicon M340
  - MiniOS7 (DOS), WES2009, Linux – DAS ICP: семейство ПЛК PAC
- ПЛК может работать в РРВ (под ОС РВ QNX, OS/9)
- ПЛК практически мгновенно перегружаются (до 100 мс) благодаря сторожевому таймеру (watchdog)
- программы могут быть **переносимыми** (ППЗУ, flash)
- опрос датчиков и выдача управляющих сигналов происходит **циклично** в соответствии с ПП
  - ПП не может иметь внутри бесконечный цикл
  - ПП обязательно в конце цикла передает управление исполнительной системе контроллера

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



# Структура и устройство ПЛК



# Процессор, шина и память в ПЛК

- архитектура микропроцессоров
  - CISC (Complicated Instruction Set Computer) – процессор со сложной системой команд) – **x86-совместимые**
  - RISC (Restricted (reduced) Instruction Set Computer) – процессор с упрощенной системой команд - **в ПЛК ОВЕН – процессоры ARM Cortex-9**
- шина
  - адресов
  - данных
  - управления
- память ПЛК
  - ОЗУ (RAM)
  - ПЗУ, ППЗУ (EPROM, EEPROM)
  - FLASH-память

# Принцип работы ПЛК...



**Входы**



**Физические входы**

**Выходы**



**Физические выходы**

# Принцип работы ПЛК...

## *Циклическая обработка данных*

- 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.)



# Входные и выходные каналы ПЛК...

- дискретные (бинарные)
  - лог.0 или лог.1 (напряжение пост. тока – 5 или 24 В)
    - вход - кнопки, концевые и бесконтактные датчики, датчики движения, контактные термометры, индикаторы уровня
    - выход – реле, клапаны, пускатели, сигнализаторы
- аналоговые (уровень тока 0-5, 0-20, 4-20 мА и напряжения 0-1, 0-10 В или -50 ... +50 мВ)
  - может соответствовать любой физической величине – давление, уровень, расход
  - АЦП, калибровка, фильтрация
- можно подключать термометры сопротивления и термопары напрямую (ПЛК ОВЕН, Siemens, ABB)
- специализированные
  - управление шаговым двигателем
  - дискретный вход в режиме счетчика или энкодера
  - дискретный выход в режиме ШИМ

# Функции входных каналов ПЛК...

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



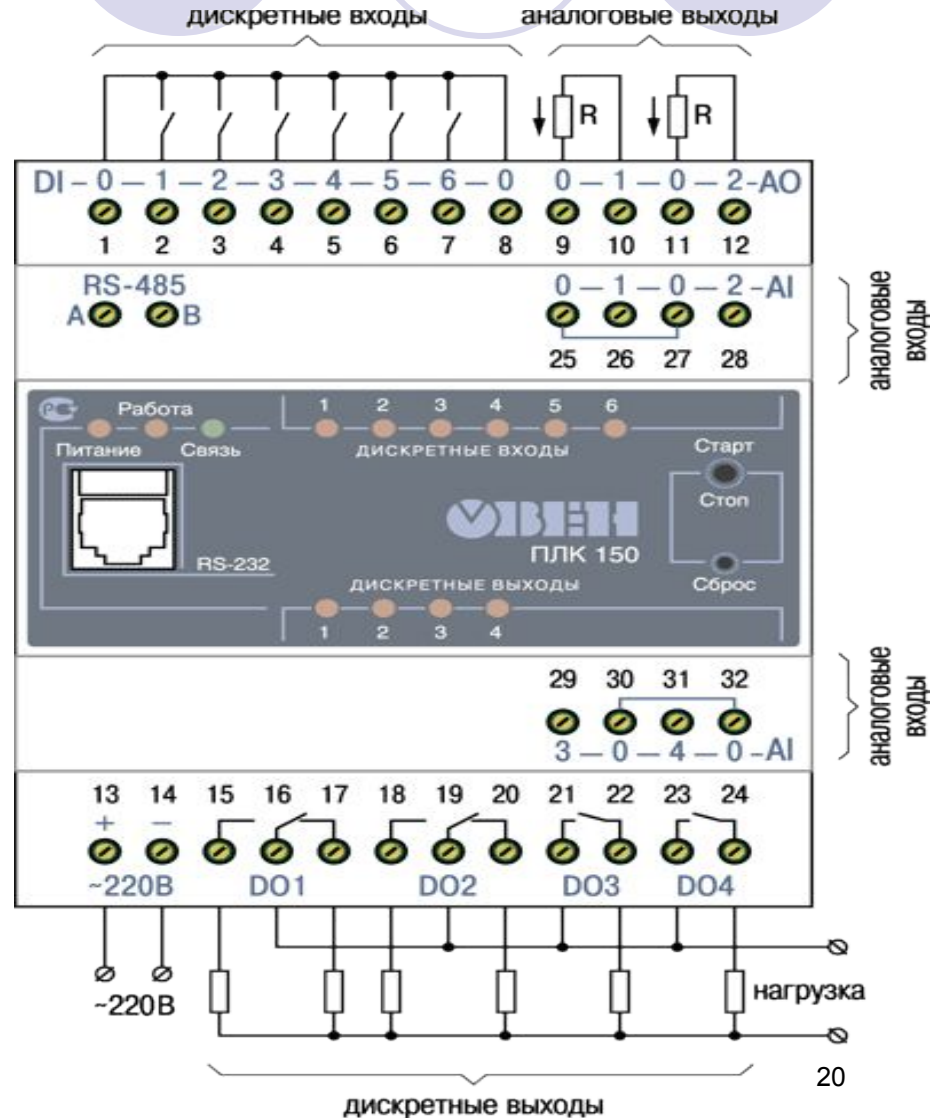
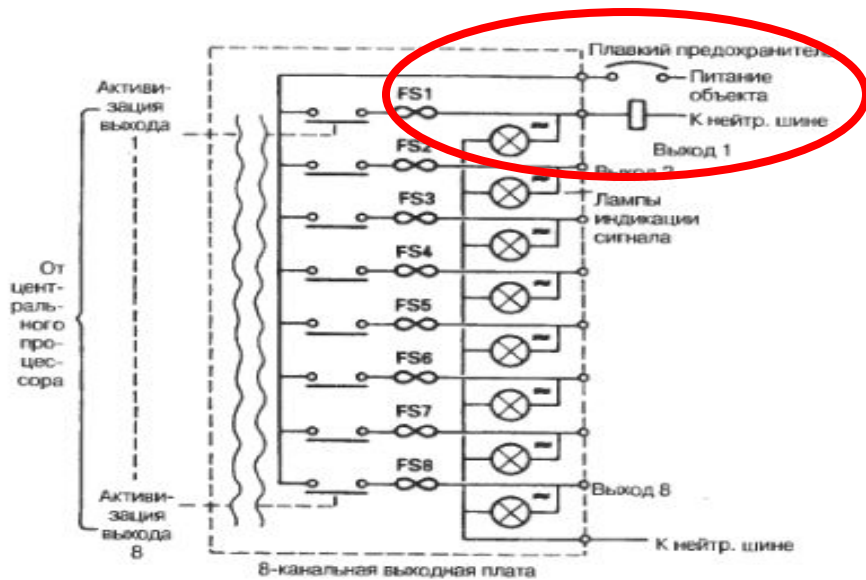
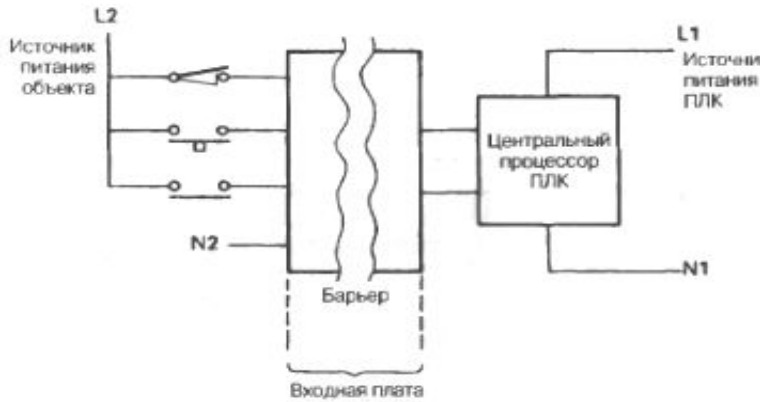
# Функции выходных каналов ПЛК...

- 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



# Входные\выходные каналы ПЛК

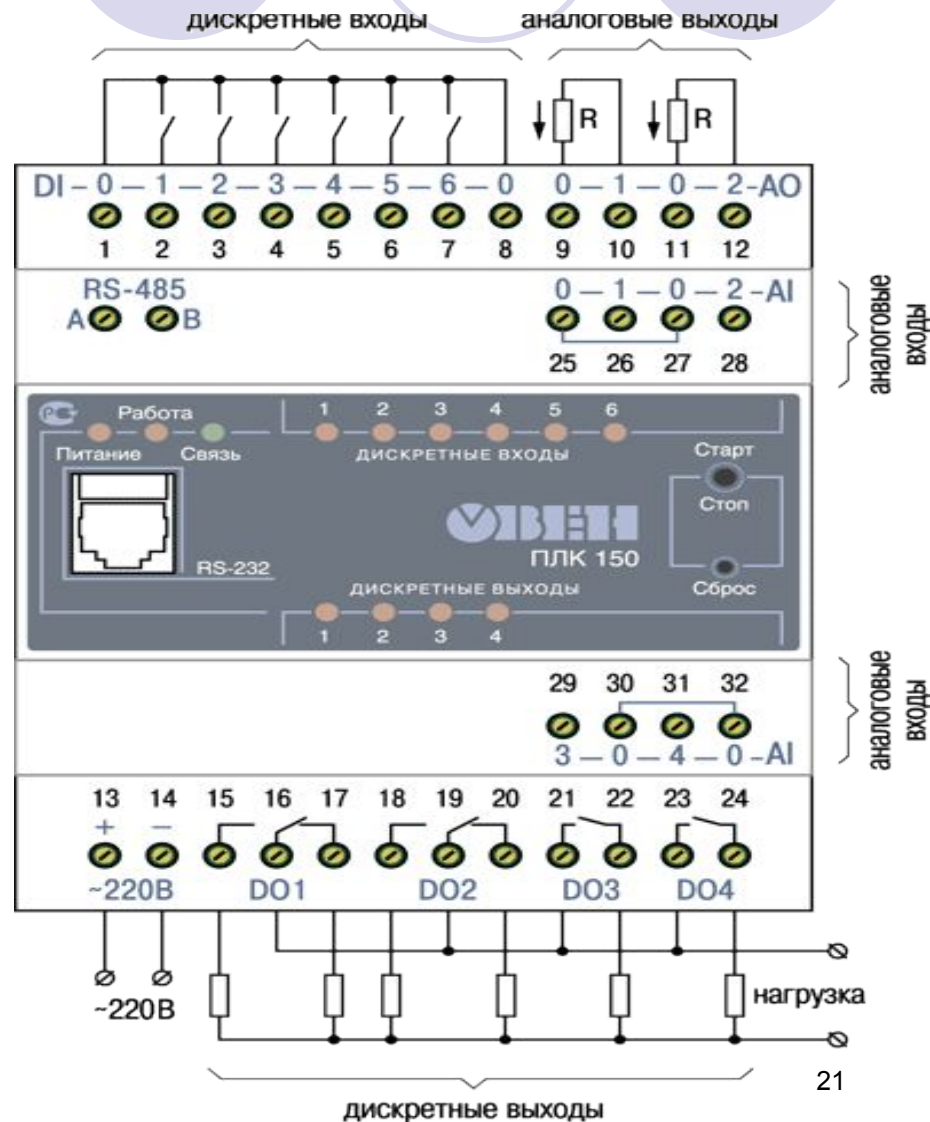
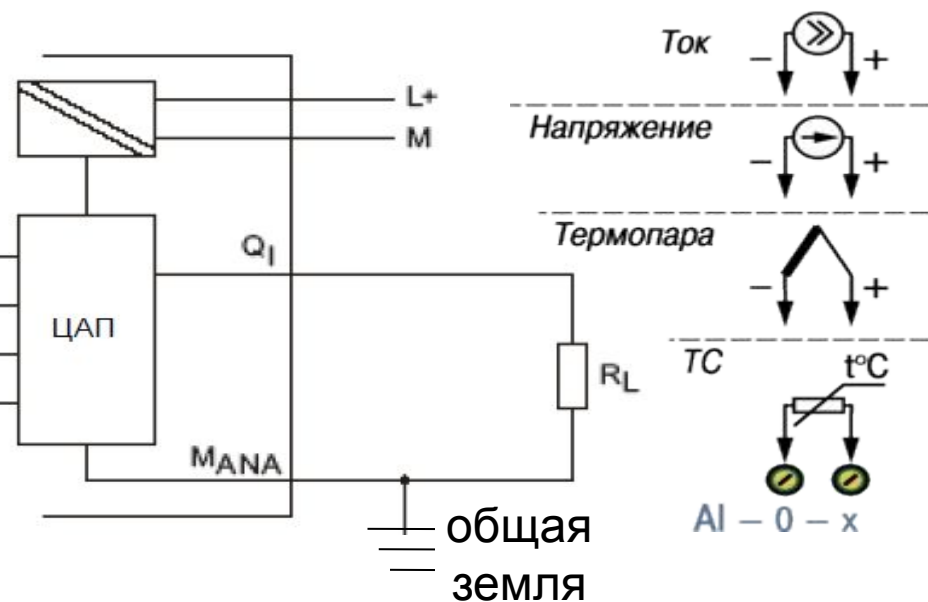
## (дискретные)...



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



АНАЛОГОВЫЙ ВХОД x

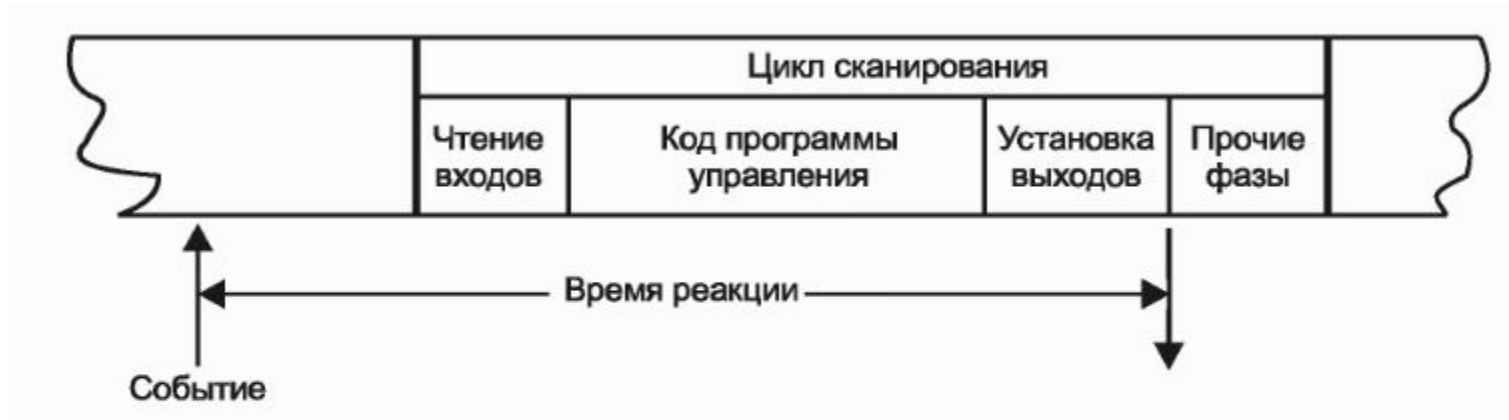


# Технические характеристики ПЛК...

- 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)

# Время реакции ПЛК ...

- время с момента изменения состояния системы до момента выдачи соответствующего воздействия
- *время реакции не превышает удвоенного времени сканирования*



# Код IP (International Protection)

- это система кодификации для обозначения степеней защиты, обеспечиваемой оболочками
  - степень защиты людей от доступа к опасным частям изделий
  - степень защиты электрооборудования внутри оболочки от попадания посторонних предметов, пыли и от проникновения воды



# Стандарт IEC\_61131 (МЭК)...

- **открытый стандарт**, описывающий аппаратные (ПЛК) и программные средства (СПО) в области автоматизации (PLCopen)
- состоит из 8 частей
  - Общая информация
  - Требования к оборудованию и тестам
  - **Языки программирования**
  - Руководства пользователя
  - Спецификация сообщений
  - Промышленные сети
  - Программирование с нечеткой логикой
  - Основные принципы применения и реализации языков программирования ПЛК

# Основные принципы стандарта IEC\_61131 (МЭК). Часть 3

- Определяет методику программирования ПЛК
  - правила объявления и типы переменных
    - булевы, целые, вещественные, временные
  - типы программных компонентов (POU)
    - функции, программы и функциональные блоки
- Включает современные языки программирования
  - 5 различных языков программирования
    - IL, FBD, LD, ST и SFC
- Позволяет разработчику не зависеть от производителя СПО и от аппаратной платформы – использование аппаратно-независимых библиотек
- Допускает повторное использование исходного кода (переносимость программ)
- Стандарт является международным, доступным, готовым к редакции

# Стандарт IEC\_61131. Часть 3. СПО

## Обязательные модули СПО

- для ввода программы
  - создает и редактирует программы на одном из языков программирования ПЛК
- для проверки синтаксиса
  - проверяет правильность вводимой программы и входных данных для исключения ошибок
- для перевода в исполняемый код - транслятор
  - преобразовывает исходную программу в машинный код, который может читаться и обрабатываться ПЛК
- для связи между ПЛК и ПК
  - загрузка программы в ПЛК и тестирование программы

# Стандарт IEC\_61131. Часть 3. СПО

- для тестирования
  - поддержка пользователя при написании программы и устранение ошибок, а также проверка программы пользователя
    - контроль состояния входов и выходов, таймеров, счетчиков и т. д.
    - проверка последовательности пошаговых операций, команды СТОП и т. д.
    - моделирование программы посредством ручного ввода сигналов входов и выходов, назначения констант и т. д.
- для отображения состояния СУ и ОУ
  - предоставление информации о состоянии оборудования, технологическом процессе и статусе ПЛК
  - отображение состояния входов и выходов ПЛК

# Стандарт IEC\_61131. Часть 3. СПО

- отображение и запись изменений внешних сигналов и состояний внутренних данных
- контроль времени выполнения программ
- выполнение программы в режиме реального времени
- для документирования проекта
  - составление описания конфигурации ПЛК и программы пользователя
    - описание конфигурации аппаратной части ПЛК
    - распечатка программы пользователя с соответствующими данными и идентификаторами для сигналов, а также комментариями
    - справочник всех обрабатываемых данных, таких как входы, выходы, таймеры, счетчики
    - описание модификаций программы

# СПО в соответствии со стандартом IEC\_61131. Ч.3

## СОСТОИТ

- **система программирования** - *генерирует* машинный код для процессоров и включает
  - редактор, компилятор, отладчик МЭК проектов
- **система исполнения** – *реализует*
  - управляющий цикл с обновлением входов/выходов
  - связь с системой программирования
  - загрузка приложения после включения питания ПЛК



# Выводы по лекции...

- Рассмотрены основные элементы нижнего уровня КИСУ
  - ПЛК
  - СПО
- Аппаратно-программные средства КИСУ, их применение, функции полностью стандартизированы
- Спецификации АПС КИСУ доступны любому пользователю – открытость систем

# Вопросы для обсуждения

1. Дайте определение понятия “ПЛК”
2. Приведите пример структуры ПЛК, их исполнения и конфигурации
3. Какие причины привели к появлению и развитию стандарта IEC 61131
4. Что понимают под «открытостью» системы
5. Назовите основные отличия ПЛК от ПК
6. Дайте характеристику системы программирования и системы исполнения СПО, отвечающего требованиям стандарта IEC 61131-3



# Литература...

1. Стр. 6 – 31
2. Стр. 147-230
3. Стр. 8 – 13, 35 – 55

## Тема следующей лекции...

Основные принципы построения и  
применения СПО МПС

(на примере программного комплекса  
CoDeSys V2)