

**ДПО по направлению подготовки  
"Электроэнергетика и электротехника",  
профиль "Автоматизация"  
Модуль 2.1. «Аппаратные и программные  
средства систем автоматики»**

**Тема 1.**

**Системы автоматизации.**

**Основные термины и определения**

[http://cifra.studentmiv.ru/dpo-3-kurs/01\\_terminologiya-sa/](http://cifra.studentmiv.ru/dpo-3-kurs/01_terminologiya-sa/)

К.т.н., доцент

Музылева Инна Васильевна

Кафедра электропривода ЛГТУ

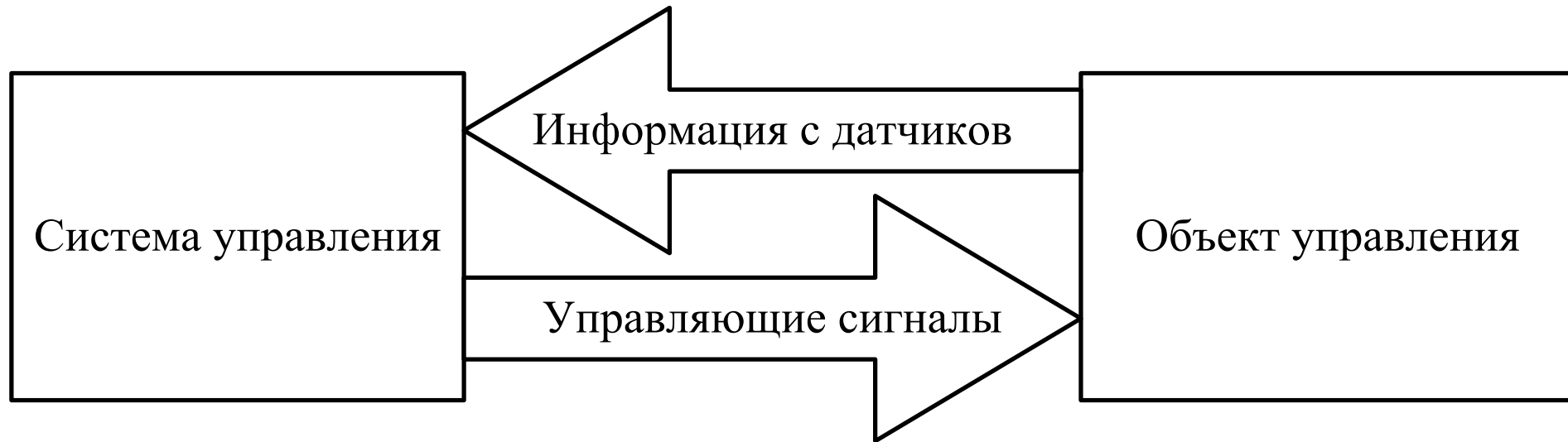
# 3 уровня автоматизации

**1 уровень** – называется *полевым* – это автоматизация отдельно взятого технологического процесса.

**2 уровень** – *цеховой* – это автоматизация взаимосвязанных технологических процессов в пределах цеха или его части.

**3 уровень** – *уровень предприятия* – это автоматизация всех технологических процессов и процессов управления, включая документооборот.

# Структура системы автоматизации полевого уровня



# Машинный цикл ПЛК

- 1) опрос состояния физических входов;
- 2) выполнение программы пользователя от начала до конца по принципу «слева направо, сверху вниз»;
- 3) перевод физических выходов в расчётное состояние;
- 4) обслуживание аппаратных ресурсов ПЛК;
- 5) мониторинг системы исполнения;
- 6) контроль времени цикла.

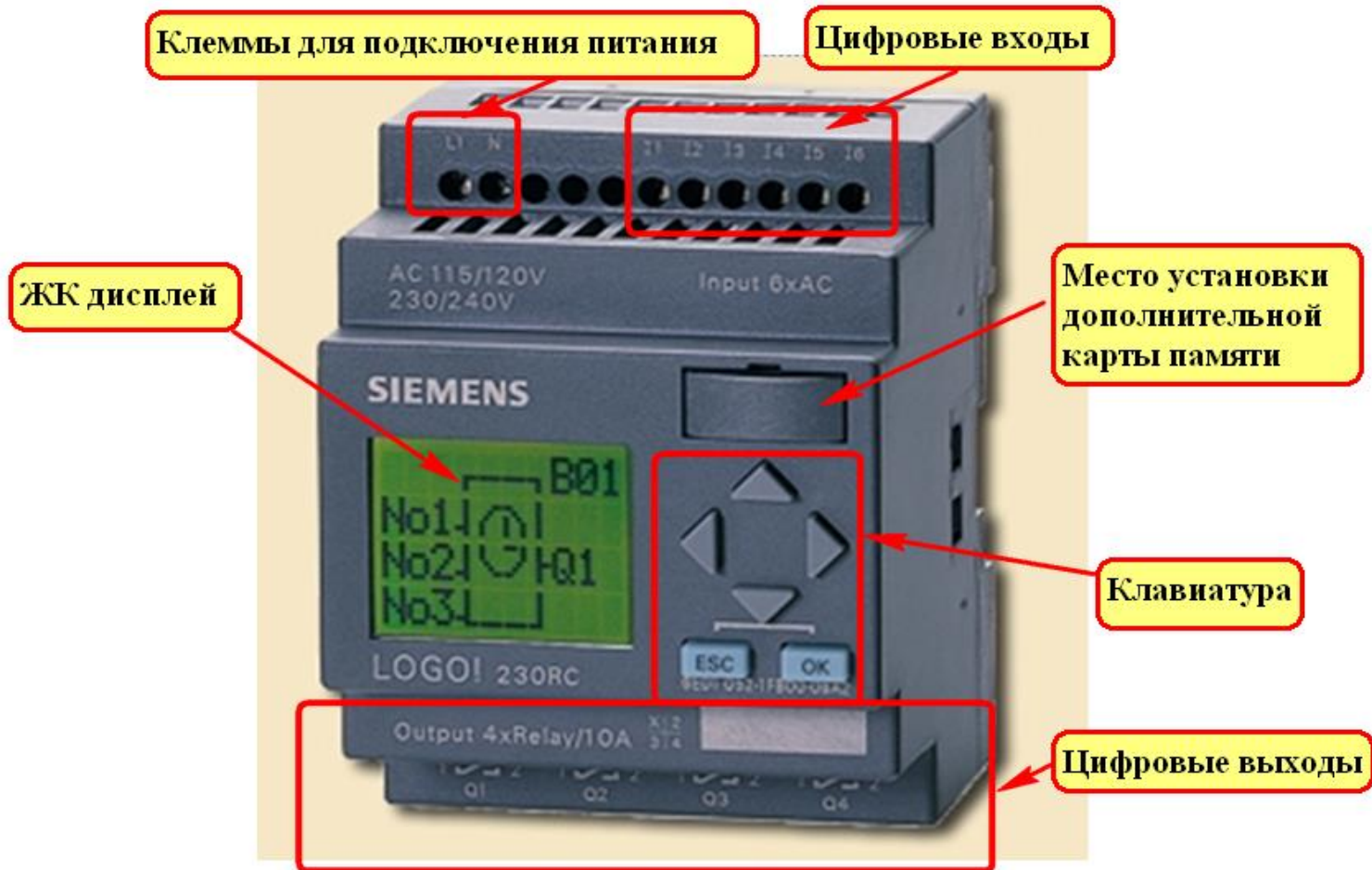
**Время реакции** – это время, прошедшее с момента изменения состояния системы, т.е. с момента срабатывания датчика, до момента выработки соответствующего управляющего сигнала на выходе ПЛК.

# 3 группы ПЛК

- 1) интеллектуальные реле,
- 2) однокорпусные контроллеры для малых систем автоматизации,
- 3) модульные контроллеры для больших систем автоматизации.

# Интеллектуальные реле

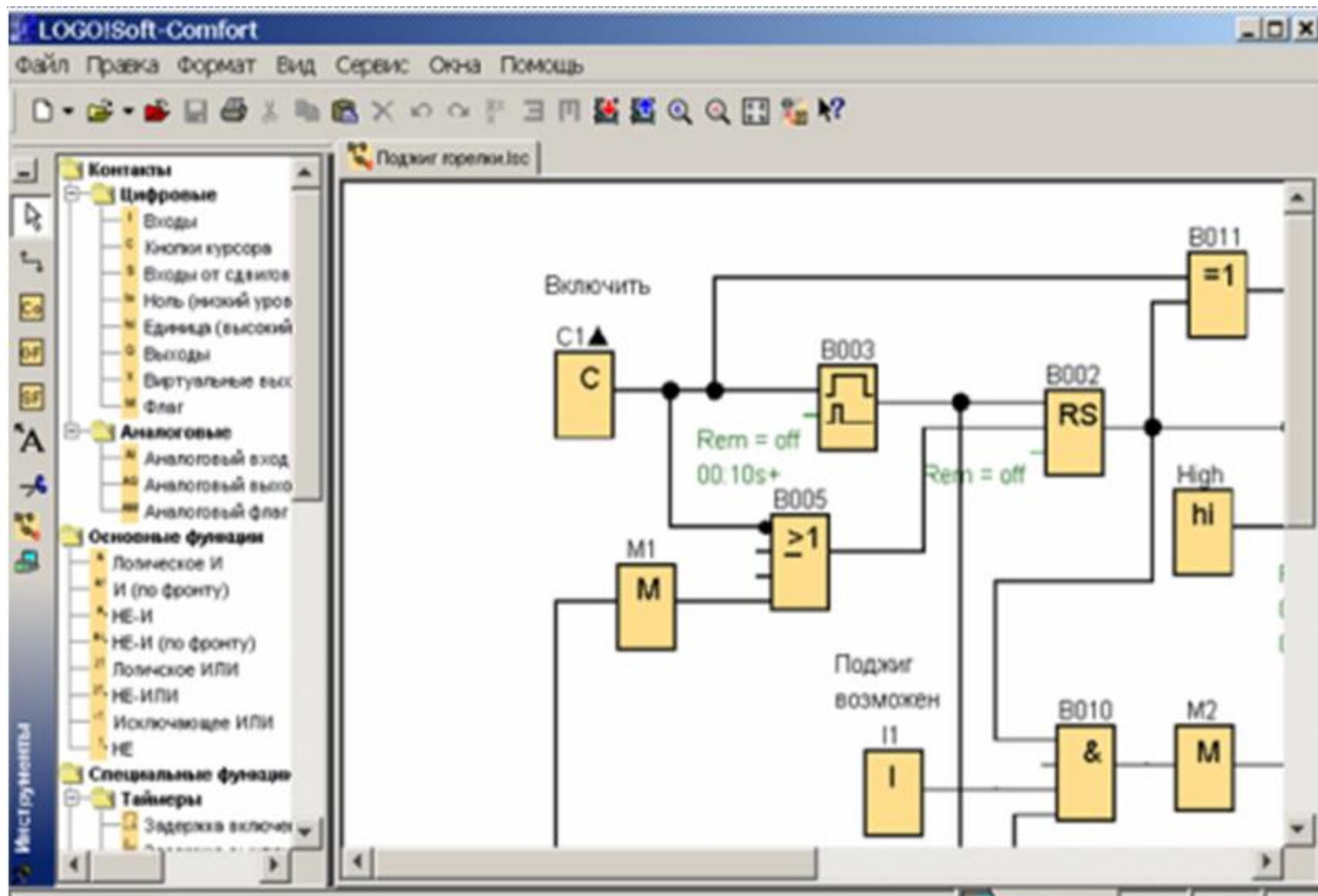
Функционал: логика; счётные операции; таймерные операции.



Интеллектуальное реле LOGO! Фирмы SIEMENS

[http://cifra.studentmiv.ru/dpo-3-kurs/01\\_terminologiya-sa/](http://cifra.studentmiv.ru/dpo-3-kurs/01_terminologiya-sa/)

# Программная среда LOGO!Soft-Comfort



# Интеллектуальные реле фирмы ОВЕН (Россия) и Schneider Electric (Франция)



фирмы ОВЕН (Россия)



Schneider Electric (Франция)



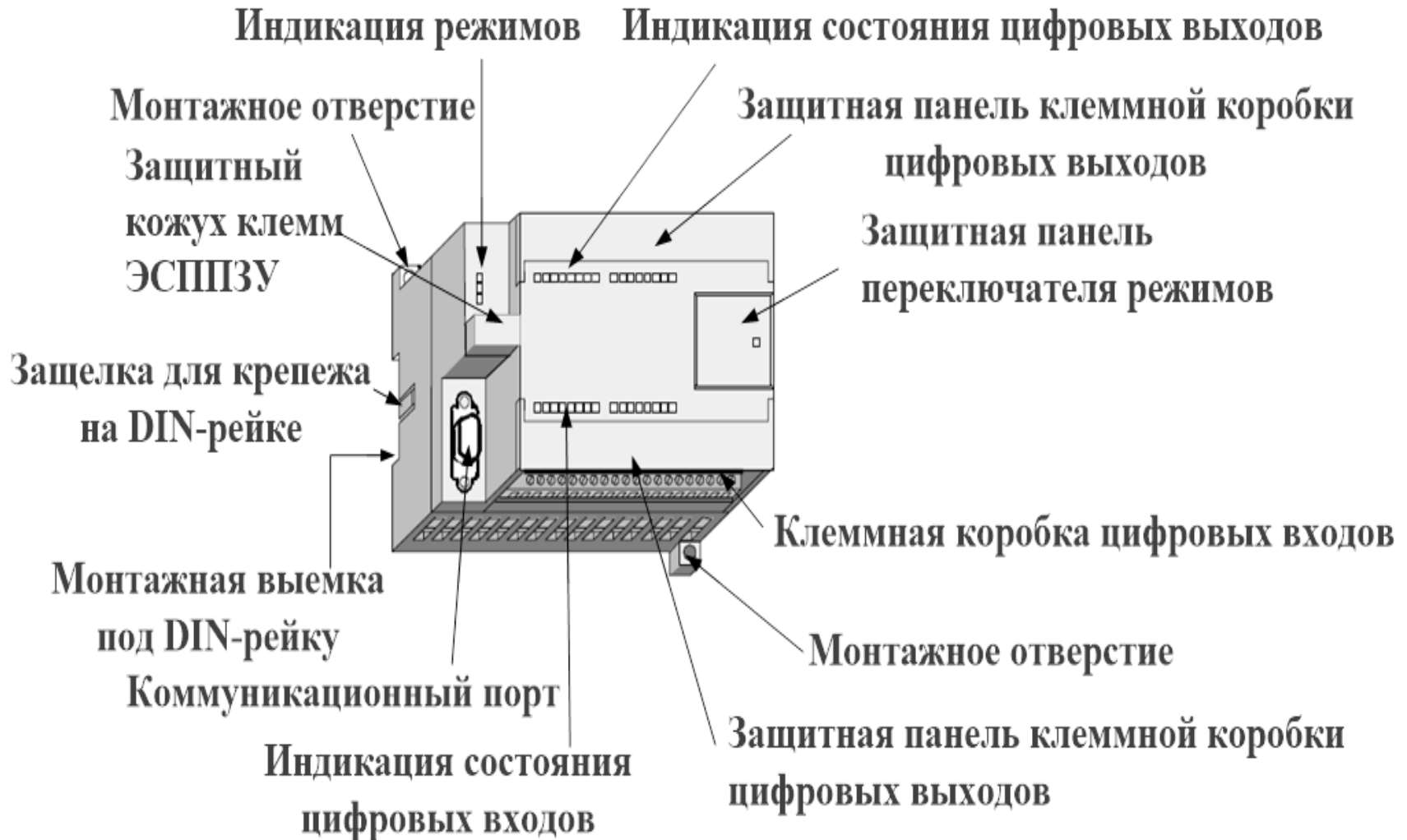
# Функциональные возможности *однокорпусных ПЛК*

- сложение, вычитание, умножение и деление:
  - в целочисленных форматах;
  - над действительными числами (представление с плавающей точкой);
- логика;
- работа с подпрограммами;
- обработка прерываний (переход на подпрограмму по предусмотренному событию);
- счётные операции (асинхронный и синхронный счёт);
- таймерные операции;
- организация выдачи импульсов.

# Объекты для малых систем автоматизации:

- АСУ водоканалов;
- линии по дерево- и металлообработке (распил, намотка и т.д.);
- управление пищеперерабатывающими аппаратами;
- управление упаковочными аппаратами;
- управление климатическим оборудованием;
- автоматизация торгового оборудования;
- производство строительных материалов;
- управление малыми станками и механизмами.

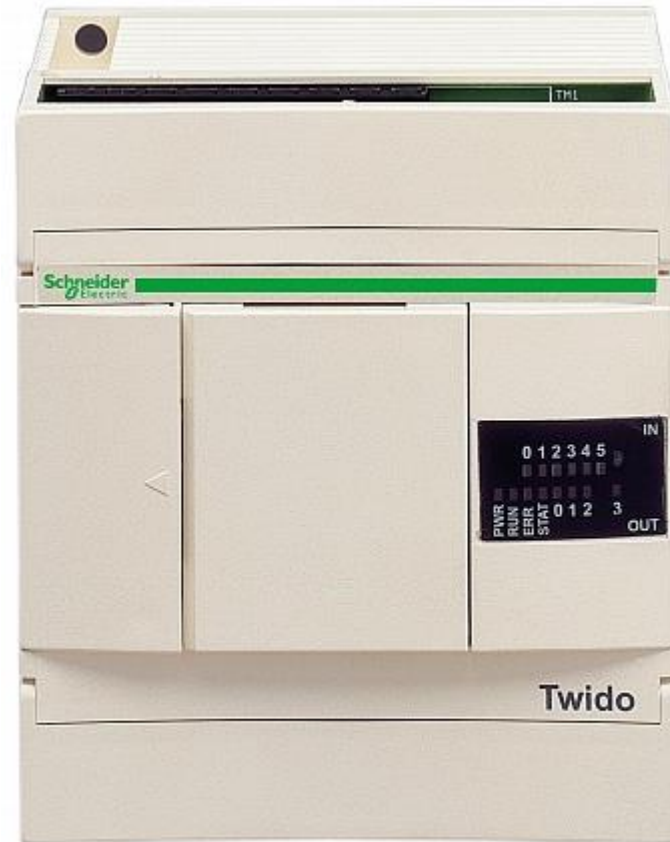
# Внешний вид CPU Simatic S7-200



# Одно-корпусные ПЛК

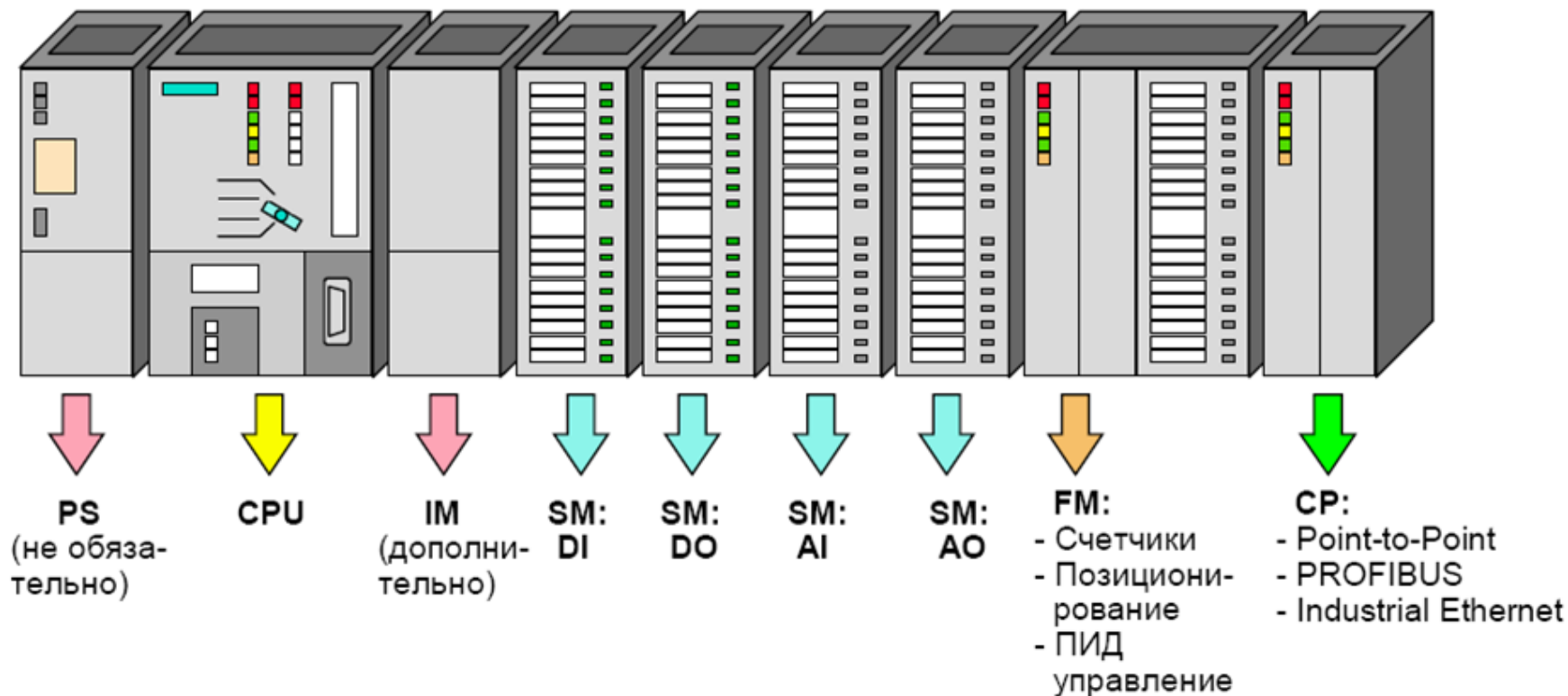


фирмы ОВЕН (Россия)



Schneider Electric (Франция)

# Структура ПЛК семейства Simatic S7-300



# Типы модулей :

*PS - блок питания* – необходим в том случае, когда для питания ПЛК недостаточно источника, встроенного в CPU;

*CPU - центральный процессорный модуль* – предназначен для анализа входных данных, расчёта управляющих сигналов;

# Типы модулей :

**SM – сигнальные модули** – предназначены для приёма и выдачи информации на CPU:

**DI - модуль цифровых входов** – принимает информацию от датчиков, работающих по принципу «сработал/не сработал».

**DO - модуль цифровых выходов** – формирует одноразрядные управляющие сигналы, действующие по принципу «работать/не работать».

**AI - модуль аналоговых входов** – принимает информацию от датчиков о величине параметров объекта и преобразует эту информацию в двоичный код, воспринимаемый центральным процессорным модулем. Такое преобразование называют аналого-цифровым (АЦП).

**АО - Модуль аналоговых выходов** – преобразует сгенерированные в центральном процессорном модуле многоразрядные управляющие сигналы в управляющее воздействие, передаваемое на объект управления. Такое преобразование называют цифро-аналоговым (ЦАП).

# Типы модулей :

***ИМ - интерфейсные модули*** – предназначены для соединения между собой отдельных компонентов системы управления.

***ФМ - функциональные модули*** – предназначены для решения задач с известным алгоритмом, требующим больших временных затрат:

- подсчёт импульсов от внешнего источника,
- расчёт параметров ПИД-регулятора,
- выдача импульсов заданных параметров и т.д.).



# Функциональные возможности модульных ПЛК

добавляются коммуникационные функции, обеспечивающие возможность связи по сетям.

Основными *протоколами* являются:

*PtP (point to point)* – «точка к точке» - связь между двумя устройствами CA;

*PROFIBUS (PROfessional Field BUS* – профессиональная полевая шина). Физически, это электрическая сеть на основе экранированной витой пары или оптическая сеть на основе оптоволоконного кабеля. PROFIBUS сеть соответствует европейскому стандарту PROFIBUS EN 50170 часть 2. Для процессов и полевых шин.

*Industrial Ethernet* – семейство технологий пакетной передачи данных между устройствами для компьютерных и промышленных сетей.

# Внешний вид модульных ПЛК

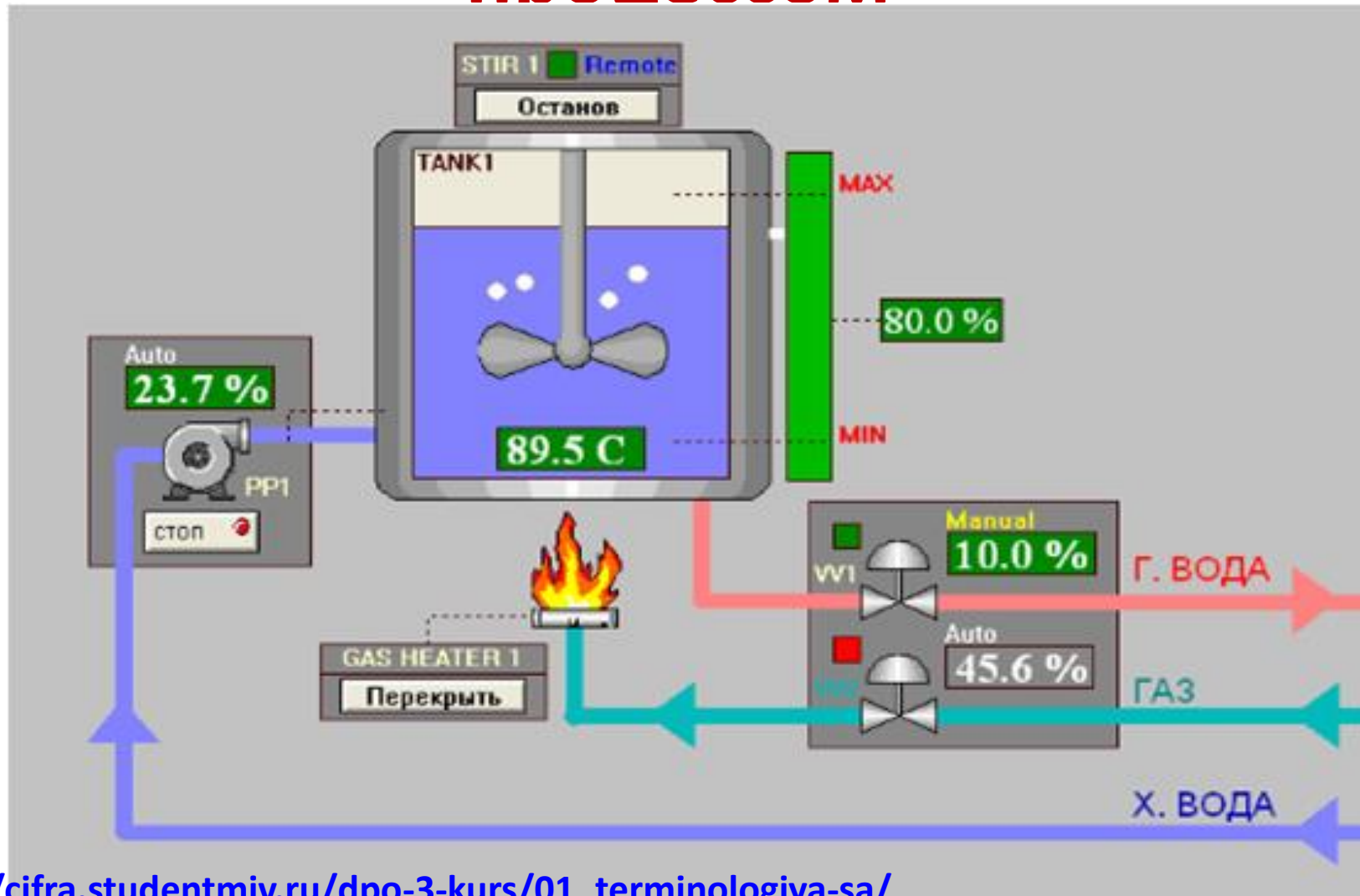


фирмы SIEMENS (Германия)



фирмы Schneider Electric (Франция)

# Пример НМІ для контроля и управления технологическим процессом



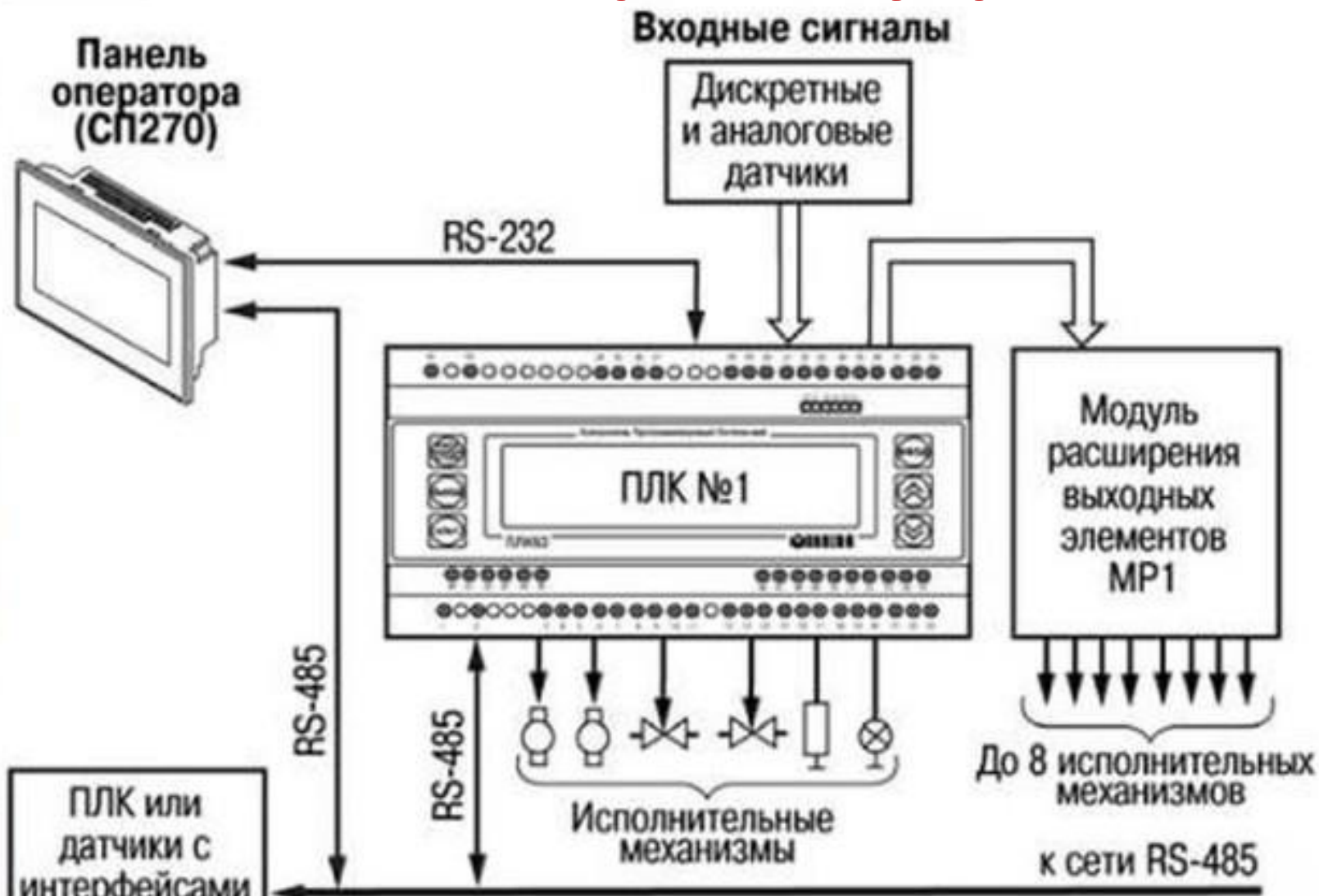
# SCADA

– **Supervisory Control And Data Acquisition** - диспетчерское управление и сбор данных

SCADA-системы предоставляют дружелюбный человеко-машинный интерфейс (HMI – Human Machine Interface), характерными чертами которого являются:

- полнота и наглядность представляемой на экране информации;
- доступность «рычагов» управления;
- удобные подсказки;
- удобная справочная система.

# Пример структурной схемы системы контроля и управления





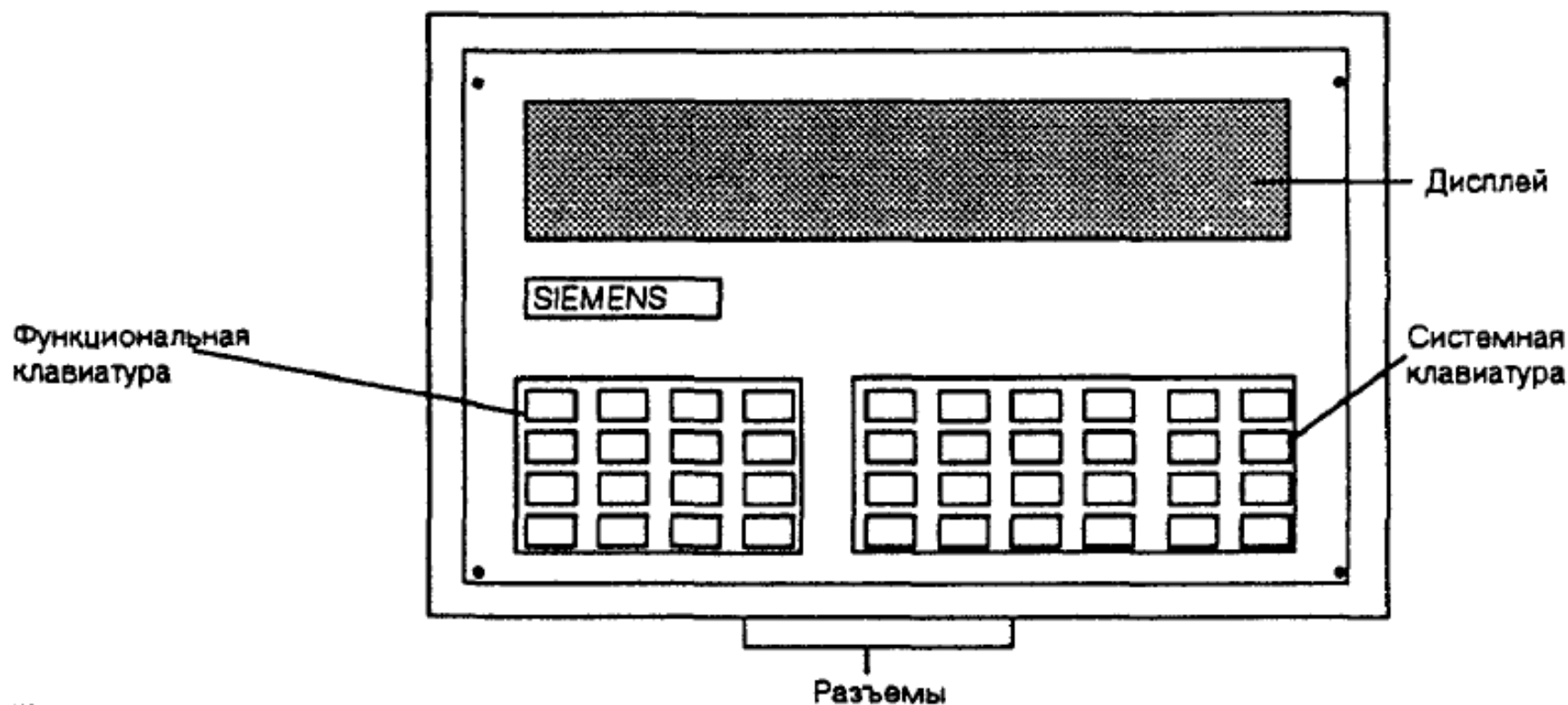
# Пример реализации малой системы контроля и управления



# Внешний вид панелей оператора различного исполнения

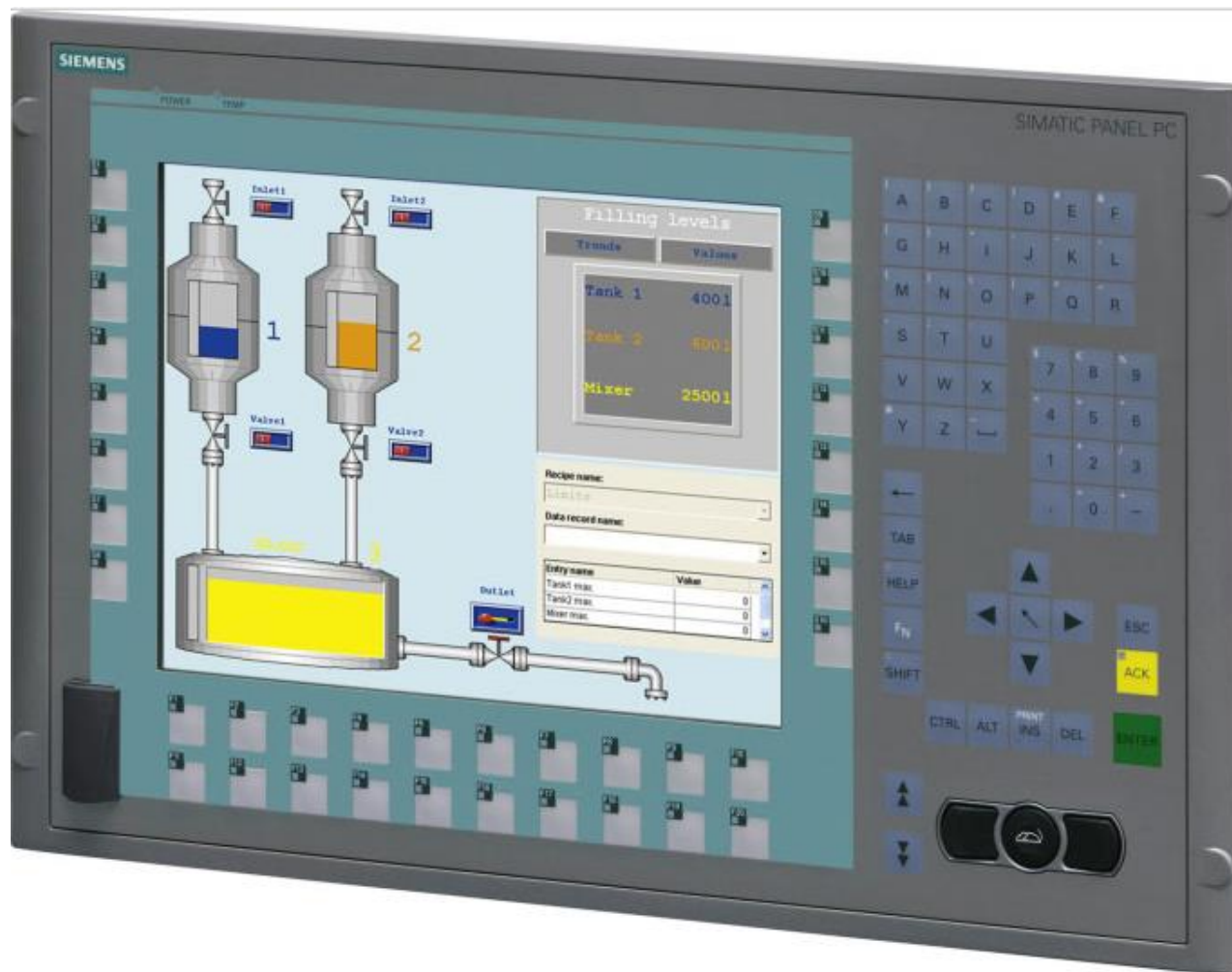


# Функциональные возможности простейшей панели оператора

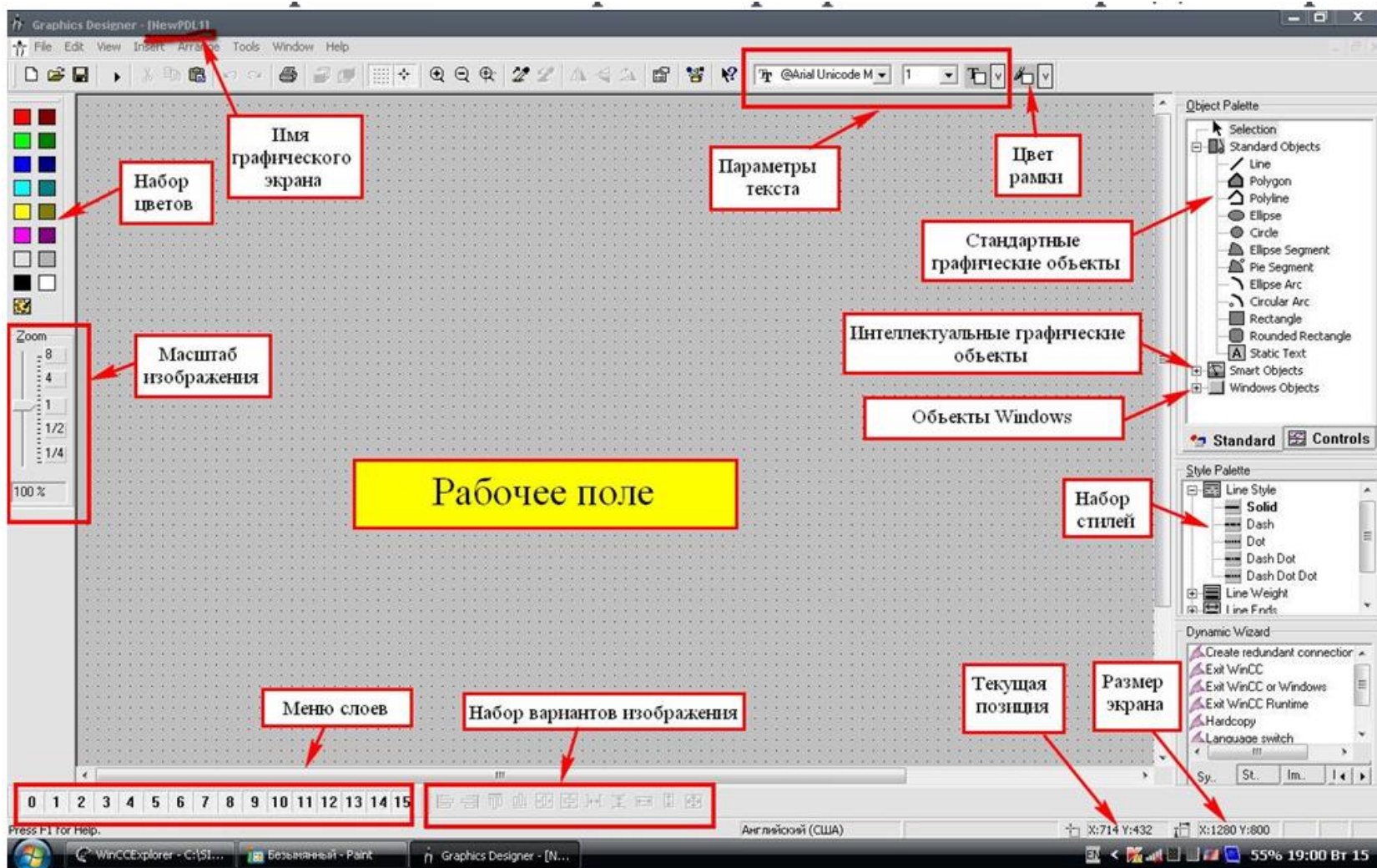




# Специализированный ПЛК со встроенным HMI



# Расположение инструментов графического редактора WinCC



# Введение в стандарт МЭК 61131-3

Часть 1. Общая информация;

Часть 2. Требования к оборудованию и тестам;

**Часть 3. Языки программирования;**

Часть 4. Руководства пользователя;

Часть 5. Спецификация сообщений;

Часть 6. Промышленные сети;

Часть 7. Программирование с нечеткой логикой;

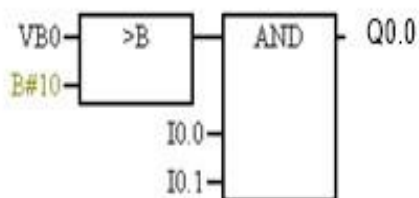
Часть 8. Руководящие принципы применения и реализации языков ПЛК.

# **5 языков программирования, специфичных для контроллеров**

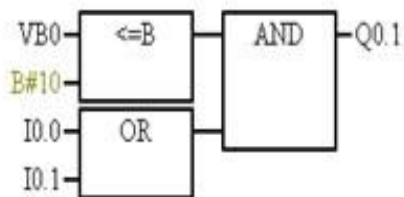
# 1. FBD (Function Block Diagram)

- язык функциональных блоков и диаграмм.
- Визуально – как принципиальная схема электронного устройства на микросхемах. Единственным графическим элементом является *блок*

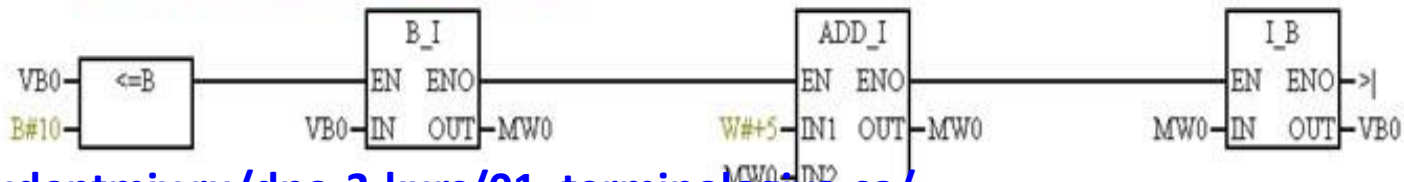
Network 1 Проверка первого условия и выполнение логического умножения



Network 2 Проверка второго условия и выполнение логического сложения



Network 3 Проверка второго условия и увеличение VB0 на 5



## 2. LD (Ladder Diagram)

**LD (Ladder Diagram)** - язык релейно-контактных схем или релейных диаграмм.

3 вида графических элементов:

**контакты** – входные сигналы,

**катушки** – выходные сигналы и

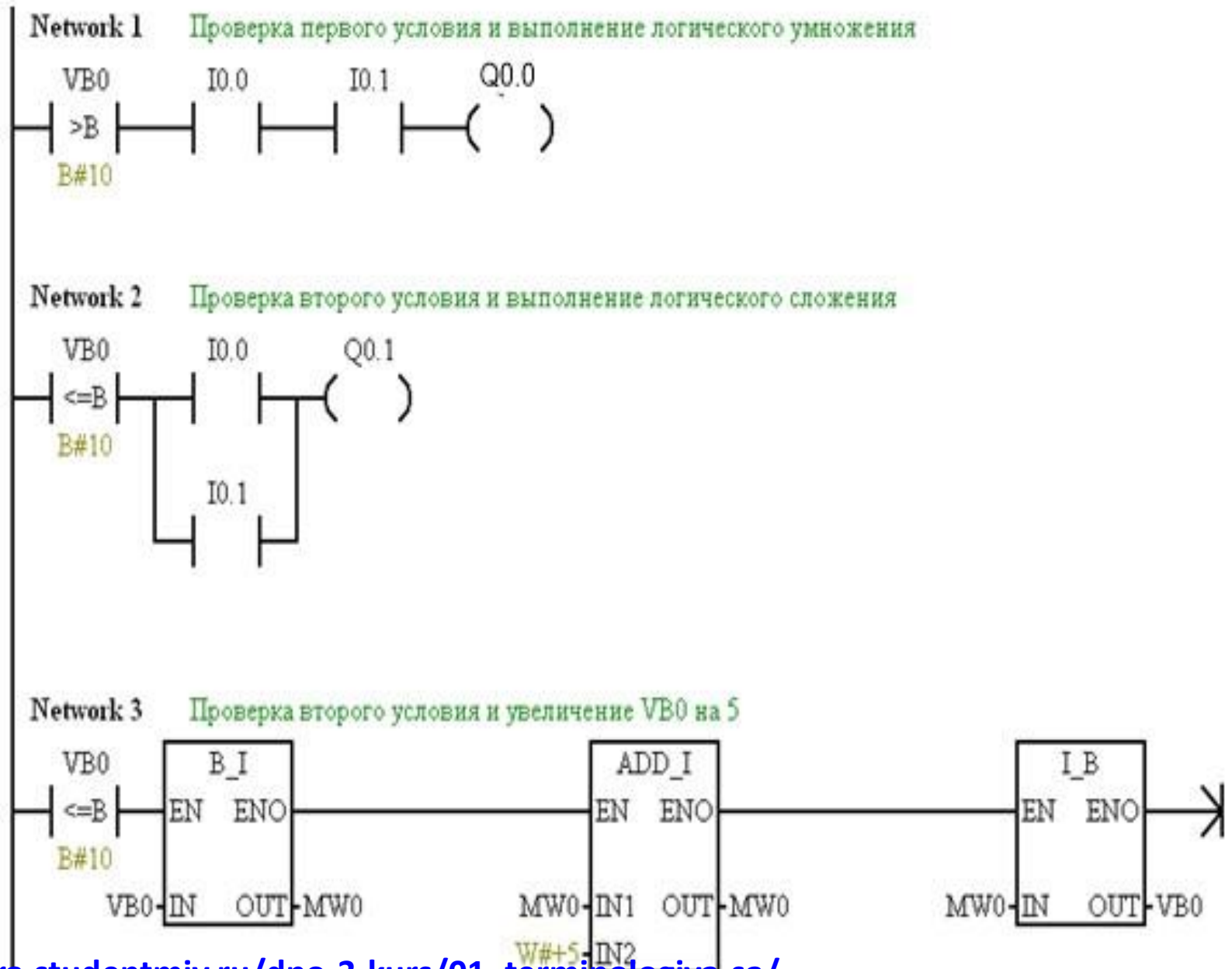
**блоки**, реализующие различные операции (таймеры, счётчики, арифметика, вызов подпрограмм и т.д.).

Логическому умножению соответствует последовательное соединение контактов, логическому сложению – параллельное.

Визуально – как релейно-контакторные схемы.



# LD (Ladder Diagram)



# 3. IL (Instruction list)

**IL (Instruction list)** – типичный ассемблер с аккумулятором и переходами по меткам.

Набор инструкций стандартизован и не зависит от конкретной целевой платформы.

Позволяет работать с любыми типами данных, вызывать функции и функциональные блоки, реализованные на любом языке.

```
1 LD %I0.1
2 ST %Q1.1
3 LD 1
4 SR1
5 LD %I0.2
6 ST %Q1.0
```

---

```
7 SR1 :
8 [%MW4 :=16#0106]
9 [%MW5 :=16#0000]
10 [%MW6 :=26]
11 [%MW6 :=SHL(%MW6,8)]
12 [%MW6 :=%MW6+3]
13 [EXCH1 %MW2 15]
14 RET
```



# 4. ST (Structured Text)

- текстовый язык высокого уровня, представляющий собой несколько адаптированный язык Паскаль

**Network 1** Проверка первого условия и выполнение логического умножения

```
LDB> VBO, B#10 //Первичный опрос операции сравнения
A IO.0 //Логическое умножение смеха и Бита IO.0
A IO.1 //Логическое умножение смеха и Бита IO.1
= QO.0 //Присвоение результата умножения Биту QO.0
```

**Network 2** Проверка второго условия и выполнение логического сложения

```
LDB<= VBO, B#10 //Первичный опрос операции сравнения
LD IO.0 //Первичный опрос Бита IO.0
O IO.1 //Логическое сложение смеха и Бита IO.1
ALD //Логическое умножение смеха и результата сложения
= QO.1 //Присвоение результата умножения Биту QO.0
```

**Network 3** Проверка второго условия и увеличение VBO на 5

```
LDB<= VBO, B#10 //Первичный опрос операции сравнения
BTI VBO, MW0 //Преобразование формата Бита в формат слова
AENO //Проверка корректности выполнения блока преобразования форматов
+I W#+5, MW0 //Арифметическое сложение
AENO //Проверка корректности выполнения блока сложения
ITB MW0, VBO //Преобразование формата слова в формат Бита
```

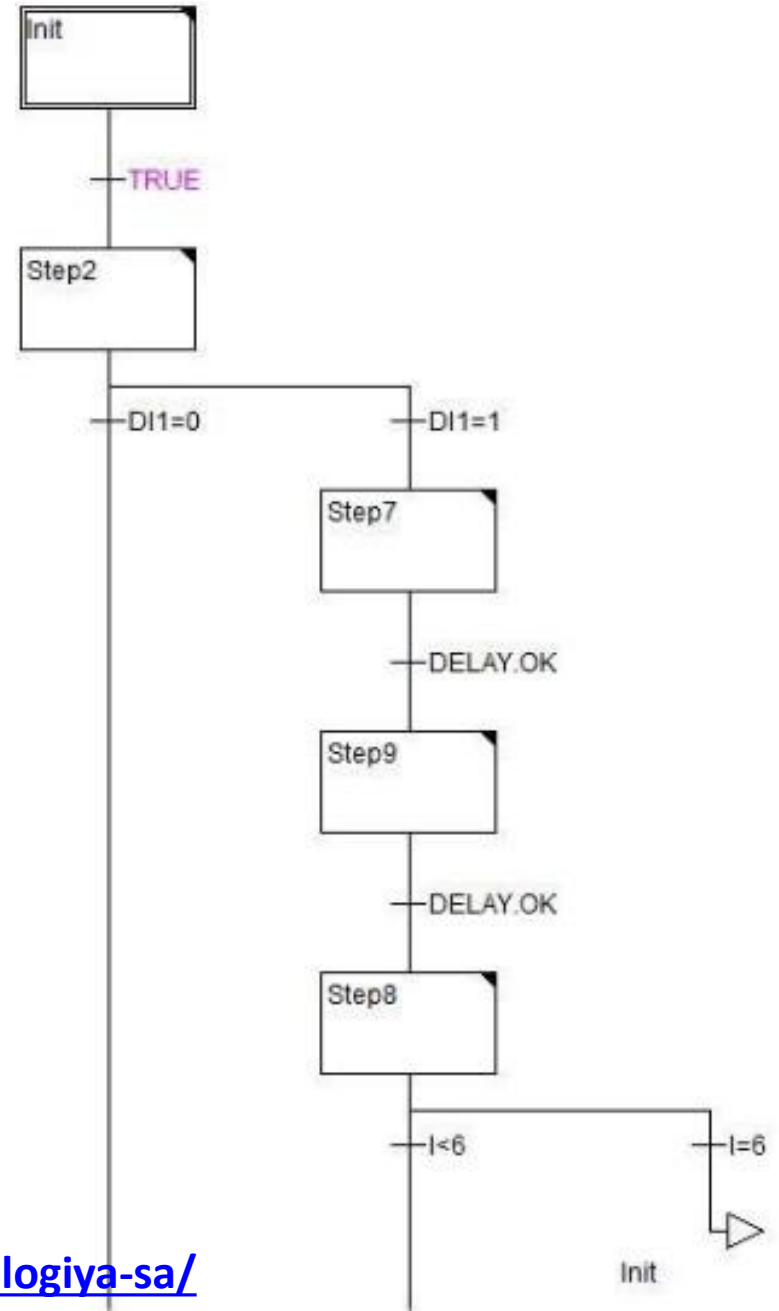
# 5. SFC (Sequential Function Chart)

– структурные диаграммы, напоминающие сети Петри. Программа на SFC состоит из **шагов** и **переходов** между ними.

Разрешение перехода определяется условием.

С шагом связаны определенные действия. Описания действий выполняются на любом языке.

Язык предназначен для реализации концепции структурного программирования



# Библиография

1. Максимычев, О.И. Программирование логических контроллеров (PLC): учеб. пособие / О.И. Максимычев, А.В. Либенко, В.А. Виноградов. – М.: МАДИ, 2016. – 188 с.
2. Контроллеры СИМАТИК  
<https://www.siemens.com/ru/ru/home/produkty/avtomatizacia/sistemy-avtomatizacii/promyshlennye-sistemy-simatic/kontroller-simatic.html>
3. Каталог Сименс  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/ru/ru/Catalog/Products/10000026?tree=CatalogTree>
4. ГОСТ 51841-2001. Программируемые контроллеры. Общие технические требования и методы испытаний.