

Утверждаю:

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

---

**«Проблемы управления технологическими процессами в  
машиностроении»**

**Для аспирантов ГОУ ВПО МГТУ «Станкин»**

2010 – 2011 учебный год

---

Лектор:

к.т.н., профессор кафедры «Компьютерные  
системы управления»

Шемелин В.К.

Зав. кафедрой «Компьютерные  
системы управления», д.т.н., проф.

Мartiнов Г.М.

<b>Содержание</b>	
<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>Лекция № 1.</b>	
<b>Раздел 1. Основные понятия о процессе управления объектами в режиме реального времени.....</b>	<b>4</b>
<b>Лекция № 2</b>	
<b>Управление локальными и распределенными системами объектов.....</b>	<b>8</b>
<b>Лекция №3.</b>	
<b>Распределенные системы управления. ....</b>	<b>9</b>
<b>Лекция 4</b>	
<b>Программируемые логические контроллеры (ПЛК), их роль и особенности для применения в системах управления объектами в режиме реального времени. Обобщенная структура ПЛК. Особенности организации цикла процессора ПЛК. ....</b>	<b>11</b>
<b>Лекция № 5.</b>	
<b>Типовые сигналы используемые для работы с ПЛК по входам и выходам. Описание функций релейно-контактных схем электроавтоматики. Базовый набор элементов для программирования ПЛК. ....</b>	<b>17</b>
<b>Лекция № 6.</b>	
<b>Описание релейно-контактных схем с помощью аппарата алгебры логики.....</b>	<b>21</b>
<b>Лекция № 7.</b>	
<b>Технические средства для проектирования прикладной программы управления с использованием ПЛК ПЛК S7-200.....</b>	<b>25</b>
<b>Лекция № 8</b>	
<b>Особенности процесса управления станками с ЧПУ. Логическая задача ЧПУ. Применение программируемого контроллера.....</b>	<b>31</b>
<b>Лекция № 9.</b>	
<b>Современные тенденции в развитие конфигурации программируемых контроллеров.....</b>	<b>38</b>
<b>Выводы.....</b>	<b>46</b>

## **Введение.**

### **1. Цели и задачи дисциплины.**

Основной целью преподавания дисциплины «Проблемы управления технологическими процессами в машиностроении» является ознакомление аспирантов с основными современными принципами и методами процессов управления технологическими системами в режиме реального времени, как на уровне управления локальными, так и распределенными системами.

#### Задачи изучения дисциплины.

Для успешного изучения методов и средств управления технологическими процессами автоматизированного производства необходимо:

- освоение аспирантами структуры и методов построения систем управления объектами машиностроения и других прикладных областей в режиме реального времени, с применением в качестве систем управления программируемых логических контроллеров (ПЛК).
- освоение аспирантами структуры и методов построения таких сложных и специфических систем управления какими являются системы числового программного управления станками и комплексами.
- ознакомление аспирантов с современными тенденциями в области развития структур и функционалов программируемых контроллеров и систем ЧПУ типа PCNC, на базе персональных компьютеров.

Структура лекций по дисциплине «Проблемы управления технологическими процессами в машиностроении» построена в виде макета лекций, который представляет собой "каркас", основу лекционного материала, где представлены лишь основные базовые данные (заголовки, краткое изложения тематики лекций) и иллюстрации (рисунки, схемы, таблицы, диаграммы и т.п.). Лектор поясняет и расширяет этот базовый материал, комментируя иллюстрации, поясняя основные положения сформулированной темы очередной лекции и углубляя тематику в случае необходимости.

Макет лекций по дисциплине «Проблемы управления технологическими процессами в машиностроении» (для аспирантов) доступен и находится на следующем сайте кафедры "Компьютерные системы управления":  
[www.ncsystems.ru/ru/education/lectures/](http://www.ncsystems.ru/ru/education/lectures/)

## Лекция № 1.

### Основные понятия о процессе управления объектами в режиме реального времени.

#### Подраздел 1:

#### 1.1 Основные термины и определения.

##### ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

**1. УПРАВЛЕНИЕ** – это процесс воздействия на объект по изменению его состояния, согласно ранее сформулированной цели управления, на основе входных сигналов, информации о текущем состоянии объекта и наличия внешних факторов влияния.

**2. ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ** – это техническая система (механизм, устройство, агрегат, комплекс), которая имеет определенный набор входных воздействий и выходных параметров и реализует некоторый набор операций (технологический процесс).

**3. ИНФОРМАЦИЯ** – это данные, несущие в себе новизну и полезность.

Параметры информации:

- Объем, количество информации;
- Достоверность – показатель соответствия полученных сведений реальным сведениям;
- Ценность – показатель результата использования информации;
- Насыщенность – показатель соотношения полезной и фоновой информации. Фоновая информация улучшает восприятие полезной информации;
- Открытость – показатель характеризующий степень доступности различным группам людей.

**4. ДАННЫЕ** - это любые показатели, качественные или/и количественные, аналоговые или/и цифровые, которые используются в человеческой деятельности.

**5. ЦЕЛЬ** – это идеализированное мысленное предвосхищение результата предстоящей деятельности. Это эталоны и критерии, которыми пользуются при деятельности.

**6. КАЧЕСТВО** – это совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные или предполагаемые потребности. (Определение Международной организации по стандартизации).

**7. ТЕХНОЛОГИЯ** – это искусство организовано и осмысленно объединять и реализовывать комплексный набор знаний, информации, методов, финансовых средств и технических ресурсов. Технология включает: Теоретические знания; Оборудование; Инструмент; Ноу хау; Практический опыт и навыки.

**8. НОУ ХАУ** – это не защищенные охранными документами и не опубликованные знания или результаты опыта в технике, науке или управленческой деятельности.

**9. ИННОВАЦИЯ** (нововведение) – это цель доведенная до практического результата.

Другими словами, это процесс внедрения новых продуктов, производственных процессов и услуг.

**10. МЕХАТРОНИКА** – это средство принятия сложных решений для функционирования механических (физических) систем на основе применения компьютерной техники.

**11. СИСТЕМА** – это совокупность элементов (объектов), взаимосвязанных друг с другом определенным образом, образующая единое структурное целое и характеризующаяся определенным поведением.

Существует пять признаков системы как совокупности объектов (элементов):

- 1) структурность – характеризуется тем, что объекты в системе связаны друг с другом определенными операциями и отношениями.
- 2) целостность – характеризуется тем, что разрушение объектов внутри системы ведет к потере признаков системы.
- 3) иерархичность – характеризуется тем, что в системе обязательно существуют уровни подчиненности (зависимости) объектов по вертикали.
- 4) взаимозависимость – характеризуется тем, что изменение свойств одного объекта совокупности ведет за собой изменение свойств других объектов.
- 5) множественность описания – характеризуется тем, что взаимосвязи объектов внутри системы могут быть представлены или визуализированы различными способами: аналитическими, графическими, логическими.

**12. МОДЕЛЬ** – это условное представление действительности.

Типы моделей:

- Иллюстративные (чертежи, карты, натурные (физические) модели);
- Символьные (математическое описание- формулы, графы, сети).

Формальное определение понятия модель: моделью **M** называется любое представление системы **S**, если существует понятное описание системы **A**, с некоторой погрешностью – **O**.

Аналитически это определение можно записать в виде следующего выражения:

$$M : S \rightarrow A(O);$$

**13. МЕНЕДЖМЕНТ** – это совокупность принципов, методов и средств общего управления бизнес-процессами (производство или услуги), с целью повышения эффективности предпринимательской деятельности и увеличения прибыли.

**14. ЛОГИСТИКА** – совокупность целеориентированных правил и методов управления материальными и информационными потоками на предприятии, с включением операций доставки сырья до поставщиков и поставки продукции потребителям.

15. **ВИРТУАЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ** – это временная сеть независимых компаний, связанных информационными технологиями для совместного использования интеллектуальных и финансовых ресурсов, с целью получения прибыли, обеспечения конкурентноспособности и завоевания рынков.

## Подраздел 2

### 1.2 Классификация систем управления в режиме реального времени в контексте



функционалов объектов управления.

Рис.1.1 Схема классификации систем управления объектами.

Рекомендуемая литература:

1. Захаров В.Н., Поспелов Д.А., Хазацкий В.Е. Системы управления. Задание. Проектирование. Реализация. М.: Изд-во «Энергия», 1977.
2. Левин А.И. Менеджмент или управление – в чем разница? Век качества, № 3, 2001.

## Подраздел 3,

### 1.3 Роль и функции режима реального времени при управлении объектами.

*Рассматриваются роль и функции режима реального времени при управлении объектами, с точки зрения функционального, программного и аппаратного уровней реализации. Дается понятие об операционной системе реального времени и механизмах режима реального времени.*

#### ***Понятие о режиме реального времени.***

Задачи управления в *режиме реального времени* составляют одну из важных областей применения вычислительной техники, в контексте задач управления и контроля процессами. Управление прокатными станами, роботами, движение на автомагистралях, управление коммуникационными трафиками, контроль за состоянием окружающей

среды, управление атомными и космическими станциями и многое другое — все это область задач реального времени. Эти задачи предъявляют такие требования к аппаратному и программному обеспечению, как надежность, высокая пропускная способность передающей среды в распределенных системах, своевременная реакция на внешние события и т.д. Для выполнения этих требований создаются системы реального времени.

Термин *«режим реального времени»* в процессе управления отображает прежде всего факт *своевременного* получения результата управляющих воздействий на объект.

Здесь «своевременность» означает, что управляющее воздействие по продолжительности должно вырабатываться гораздо быстрее существующей паузы между двумя соседними запросами на изменение состояний объекта. Для более углубленного понятия управления объектом в режиме реального времени можно выделить три уровня представления этого режима: *Функциональный уровень, Программный (системный, прикладной) уровень и Аппаратный уровень.*

### **Операционные системы реального времени**

Задачи реального времени предъявляют определенные требования к вычислительно-управляющим системам, в том числе к операционным системам (ОС), в которых реализовано программное обеспечение реального времени (ОСРВ). Эти требования изложены в стандарте POSIX 1003.4 рабочего комитета IEEE. Стандарт определяет ОС как систему реального времени, если она обеспечивает требуемый уровень сервиса за вполне определенное, ограниченное время (принцип предсказуемости).

При выборе аппаратного обеспечения систем реального времени предъявляются жесткие требования к временным характеристикам и гибкости системы.

Рекомендуемая литература:

<b>• Учебник / Учебное пособие</b>	<b>• Раздел</b>	<b>• Страницы</b>
Шемелин В.К., Хазанова О.В. Управление системами и процессами: Учебник для вузов. – Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2007. – 320 с.	1.2 Управление объектами в режиме реального времени	16-25

## Лекция № 2

### Управление локальными и распределенными системами объектов, уровни обеспечения процесса управления и их функции.

Представлена типовая модель процесса управления локальным объектом. Дается характеристика информационным потокам процесса управления. Рассмотрена типовая структура распределенной четырехуровневой системы управления набором разных объектов в контексте управления технологическим процессом и оборудованием в интегрированной производственной системе.

На рис 2.1 представлена обобщенная модель автоматизированного (компьютерного) управления объектом, в которой, на основе взаимодействия семи основных информационных потоков, обеспечивается инвариантный замкнутый процесс управления, который применим практически для управления любым локальным объектом. В этой модели взаимодействует семь информационных потоков: поток входных сигналов -  $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ; поток выходных сигналов -  $Y(y_1, y_2, \dots, y_m)$ ; поток сигналов состояний объекта управления -  $A(a_1, a_2, \dots, a_k)$ ; поток сигналов возможных внешних возмущений -  $G(g_1, g_2, \dots, g_s)$ ; поток возможных сигналов с пульта оператора -  $I(i_1, i_2, \dots, i_h)$ ; поток сигналов, реализующих алгоритм процесса управления -  $P(p_1, p_2, \dots, p_r)$ ; поток сигналов программы управления объектом -  $U(u_1, u_2, \dots, u_l)$ .

Центральным узлом системы управления является *подсистема принятия решений*, в которой, на основе анализа пяти входящих информационных потоков  $X, A, G, I, P$ , вырабатываются сигналы программного управления объектом через вектор сигналов управления –  $U$ .

#### Примечание:

1. Термин - **Внешние возмущения** определяет процессы, нарушающие заданный режим управления.

2. Термин - **Синхронизация** – определяет средства и методы согласования и упорядочения сигналов, как физических носителей информации, и привязка их к оси времени, согласно определенным правилам (протоколу).



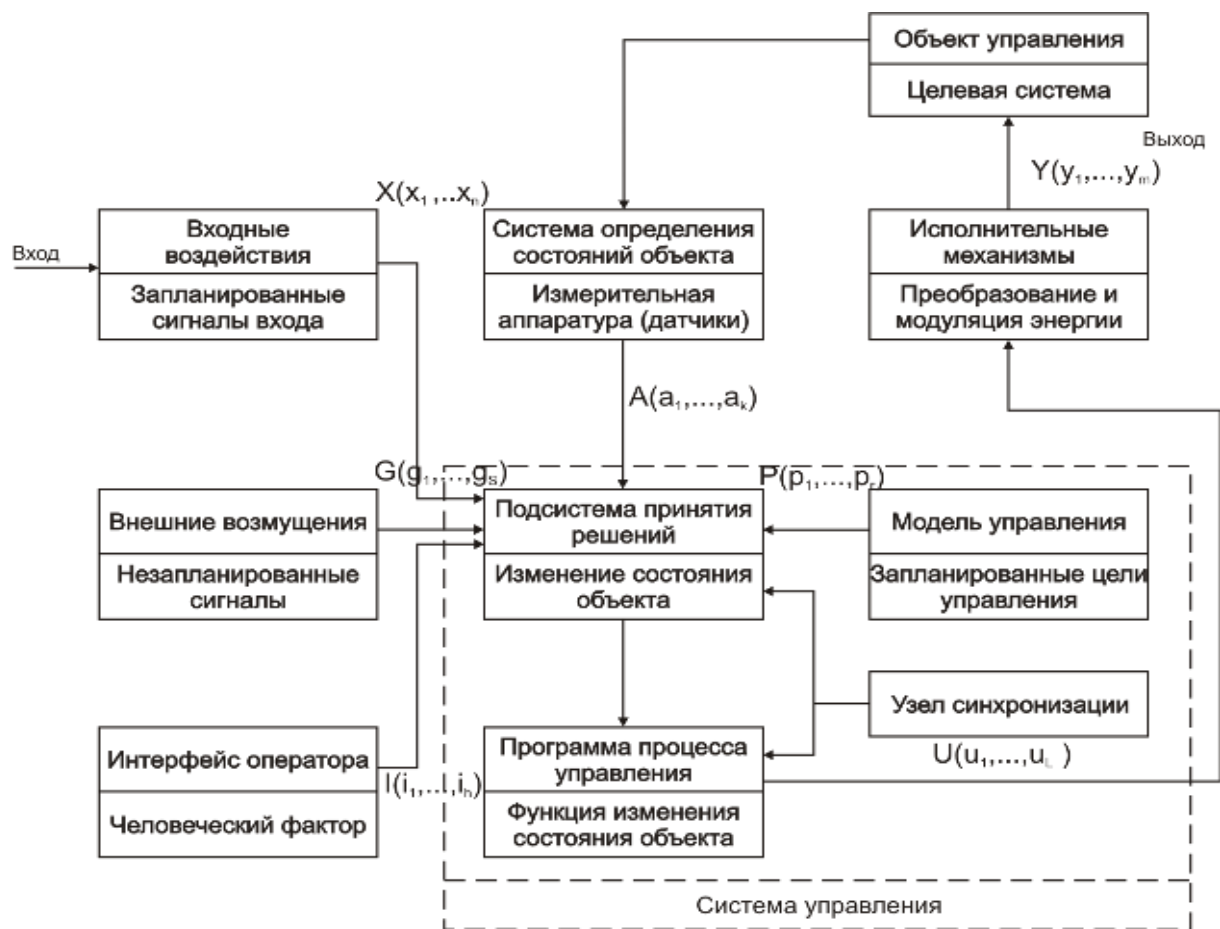


Рис. 2.1 Обобщенная модель процесса управления локальным объектом.

### Лекция 3. Распределенные системы управления.

Распределенная система управления объектами — это совокупность локальных систем, объединенных общей целью процесса управления, общими коммуникационными связями и общими ресурсами. Пример типовой структуры распределенной системы управления объектами производственной среды представлен на рис. 2.2.

В структуре системы управления предприятием (см. рис.2.2) можно выделить четыре уровня:

- I – уровень – сеть Internet (уровень корпоративного информационного взаимодействия)
- II – уровень администрирования и планирования;
- III – уровень оперативного управления производством;
- IV – уровень управления конкретными объектами производства (реализация технологического процесса по выпуску продукции).

Данная система является типовой четырех-уровневой системой управления распределенными объектами.

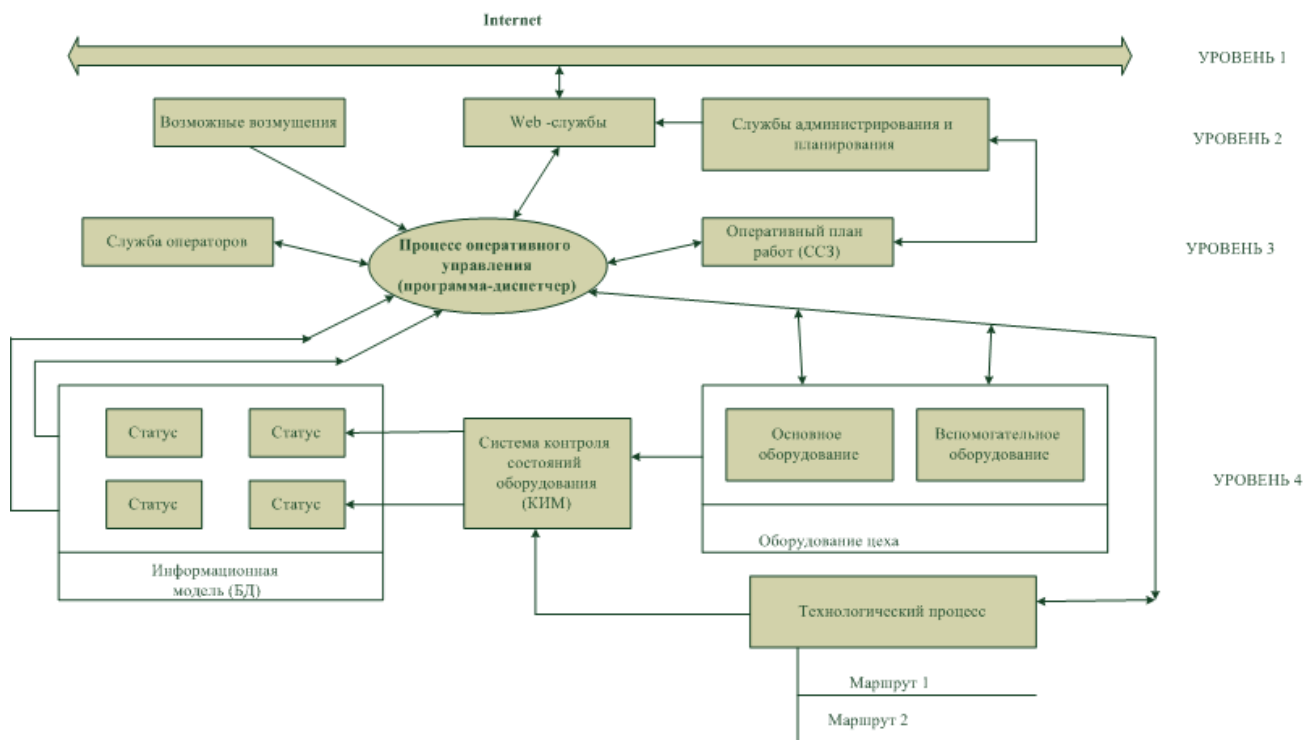


Рис. 2.2 Структура типовой производственной распределенной системы управления.

**Классификация ресурсов.** Общие системные ресурсы, обеспечивающие процесс функционирования интегрированных автоматизированных систем промышленного профиля подразделяются на следующие пять категорий:

- Материальные ресурсы, которые включают средства труда и предметы труда. К средствам труда относят основное и вспомогательное оборудование, транспорт; к предметам труда – материалы, готовые изделия, оснастку, инструмент.

- Временные ресурсы – это календарные сроки выполнения плановых заданий (годовых, квартальных, месячных, суточных и посменных), а также сроки выполнения перспективных планов работ.

- Энергетические ресурсы – это резервы следующих видов энергии: электрической, гидравлической и пневматической.

- Информационные ресурсы – это текстовые документы самого различного назначения по функционированию бизнес-процессов; устные сообщения (приказы, инструкции, консультации); терминальные сообщения (на экранах средств визуализации); диалоговые интерфейсные текстовые и графические компоненты; сигналы систем безопасности;



алгоритмические языки высокого уровня, как основное средство программирования в широко распространенных компьютерах, не имеют средств описания простых логических операций и не могли быть применены как средство программирования. Для реализации таких двузначных операций были созданы специальные языки программирования, у которых, в отличие от алгоритмических языков типа C++, Pascal, Ada, существует грамматика для описания булевских функций по входам и выходам объекта управления. Программа на таком языке представляет собой многоступенчатую структуру логических функций, основанных на аппаратной логике, использующей устройства реле и контакты. Для реализации таких языков была создана аппаратно-программная инфраструктура, основой которой является компьютерный вычислитель, с гибкой развитой системой ввода-вывода, жестко ориентированной на аппаратную логику релейно-контактных элементов, связанных с объектом управления. Такая инфраструктура была реализована в виде специализированной вычислительной системы, которая называется программируемый логический контроллер- ПЛК – (англ. Programmable Logic Controllers – PLC) и образовалось целое «контроллерное» направление в развитии систем управления объектами в реальном времени. Многоступенчатая логика ПЛК, как основа программирования операций переключения, проста в освоении и позволяет быстро и эффективно строить программы управления многочисленными объектами в реальном времени.

### Обобщенная структура аппаратно реализованного ПЛК.

На рис.4.1 приведен пример обобщенного архитектурного решения функциональной структуры ПЛК.

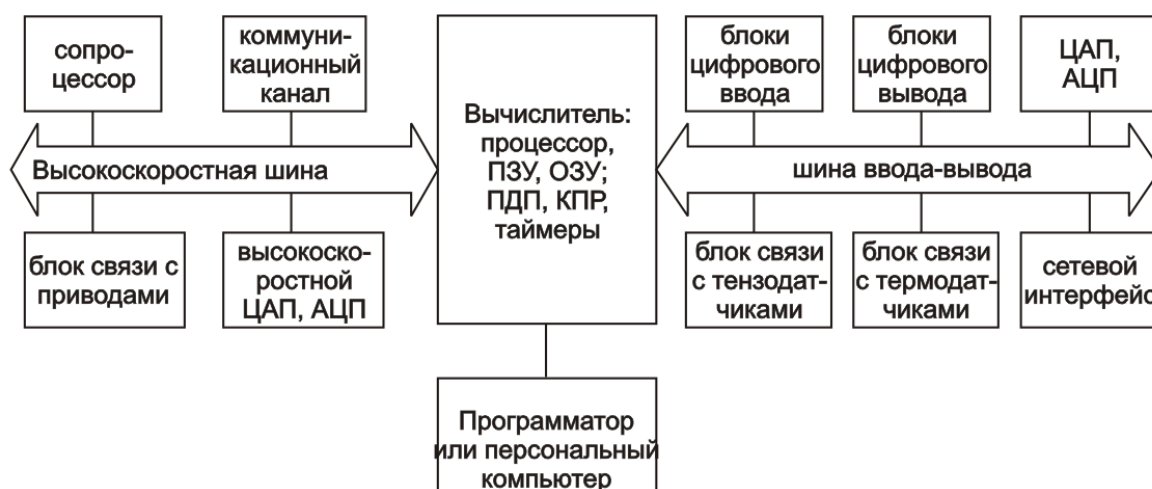


Рис. 4.1 Архитектура типового ПЛК.

Анализ архитектуры типового ПЛК позволяет выделить следующие особенности (см. рис. 4.1):

1. Программный принцип работы ПЛК реализован с помощью компьютерного ядра, имеющего в составе вычислитель, память, систему ввода-вывода.
2. ПЛК имеет следующие отличия от персонального компьютера:
  - ПЛК имеет гибкую, легко расширяемую (от 4 до 256 слотов) систему ввода/вывода;
  - Система ввода/вывода прямо ориентирована на промышленные стандарты сигналов связи с объектами управления, используя гибкие возможности интерфейсов ввода/вывода;
  - Структура памяти, разделенная на функциональные области, облегчает процесс интерпретации кода программы управления объектом;
  - Состав программного обеспечения ПЛК на системном уровне жестко ориентирован на реализацию процессов управления объектами в режиме реального времени, на прикладном уровне имеет простую инфраструктуру и прост в освоении.

Таким образом, ПЛК можно определять как *специализированный компьютер*, прямо ориентированный на применение в качестве типовой системы управления объектами в режиме реального времени.

### Особенности работы процессора ПЛК.

В начале, для сравнения рассмотрим стандартный цикл выполнения команд в обычном компьютере. На рис. 4.2 представлен в виде графа *классический цикл фон Неймана*, описывающий работу центрального процессора и оперативной памяти типowego компьютера.

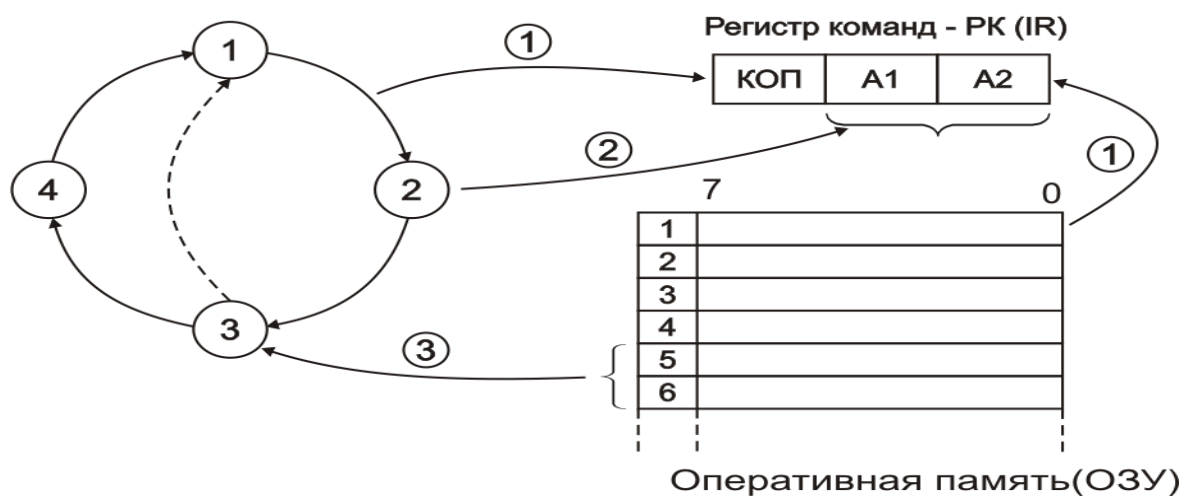


Рис. 4.2 Граф последовательного выполнения команд компьютера (Цикл фон Неймана).

Показанная на графе (см. рис. 4.2) последовательность из четырех фаз выполняется в виде цикла для выполнения последовательно каждой команды программы, реализуя так называемый принцип последовательного выполнения команд процессора.

Таким образом, цикл работы центрального процессора по модели фон-Неймана никоим образом не зависит от того, какая программа по структуре и прикладному содержанию выполняется в компьютере. Но последовательный принцип выполнения команд имеет низкую производительность, так как процессор в своем цикле целиком занят только выполнением одной команды, поэтому были предприняты попытки увеличить производительность процессоров. В частности, были созданы процессоры семейства Pentium, в которых реализован «конвейерный принцип выполнения команд», при котором в модернизированном цикле фон-Неймана выполняется одновременно несколько команд (до восьми) по принципу обычного конвейера, со смещением начала выполнения цепочки команд. Рассмотрим для сравнения цикл работы процессора программируемого логического контроллера S 7 – 200.

#### Цикл работы центрального процессора ПЛК (на примере ПЛК S7 – 200 (Siemens)).

На рис. 4.3 представлен цикл работы процессора (CPU) программируемого контроллера S 7 – 200 в виде графа.

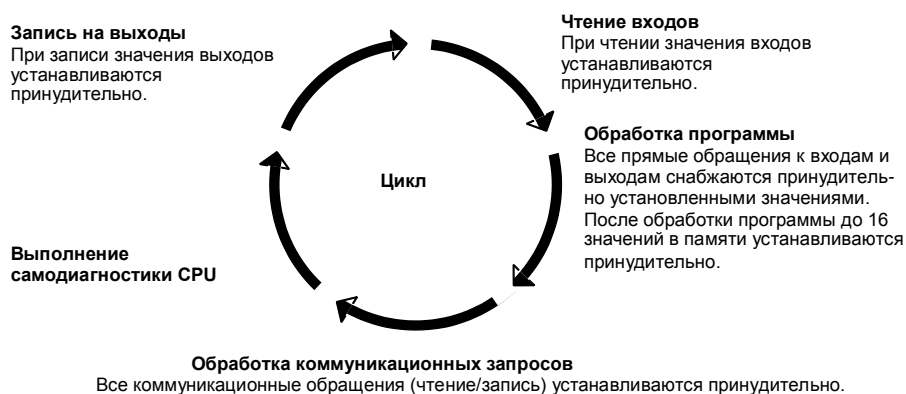


Рис. 4.3 Цикл центрального процессора CPU S 7 – 200.

CPU S7–200 обрабатывает программу циклически. Цикл состоит из пяти фаз (шагов), которые выполняются регулярно и в строгой последовательности. Цикл CPU реализует следующие задачи (см. рис.6.5):

- Считывание входов от объекта управления;
- Обработка программы управления объектом;

- Обработка коммуникационных запросов;
- Проведение самодиагностики в CPU;
- Запись на выходы для управления объектом.

CPU автоматически не актуализирует аналоговые выходы в качестве части цикла, а также не записывает в память отображение для аналоговых выходов. Доступ к аналоговым выходам производится непосредственно через специальную программу.

**Примеры применения ПЛК в качестве системы управления объектами.**

**Применение ПЛК для управления простыми по своим функциям объектами**(см. рис. 4ю4 и рис. 4.5).

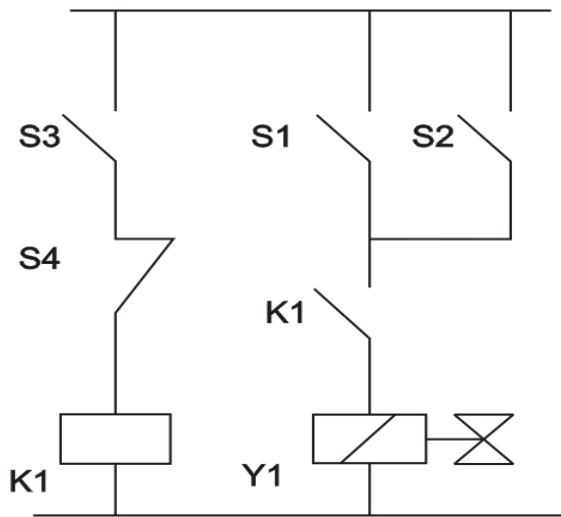


Рис. 4.4 Схема управления магнитным вентилем с помощью релейно-контактной схемы.

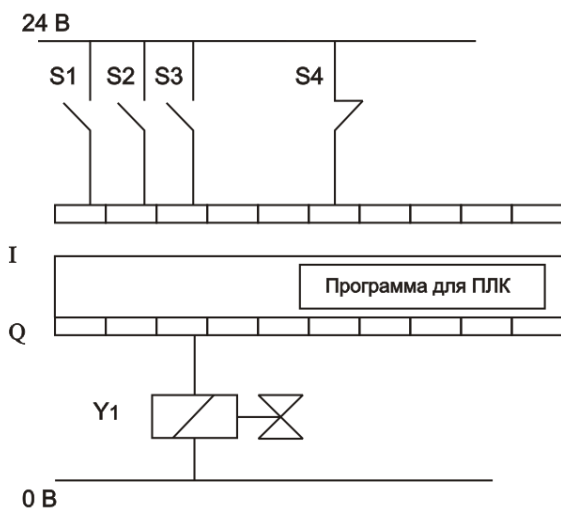


Рис.4.5 Схема управления магнитным вентилем с использованием ПЛК.

Сравнение схем, изображенных на рис. 4.4 и 4.5 показывают предпочтительность организации процесса управления простым способом отображенном на рис. 4.4.(для класса ПЛК).

Для широкого класса объектов промышленного производства типовой схемой управления является схема, на основе ПЛК, изображенная на рис. 4.6.

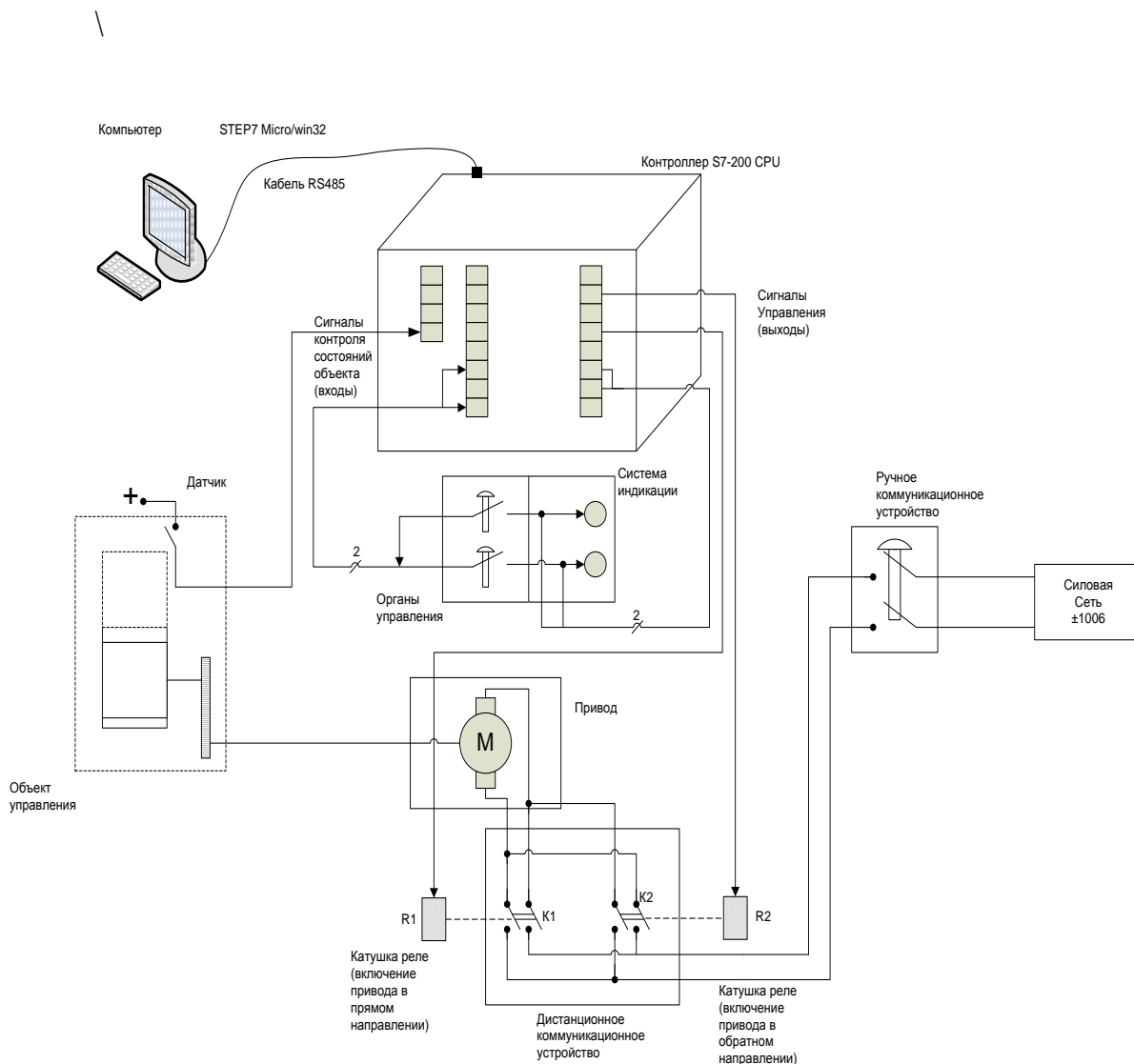


Рис. 4.6 Типовая электрическая схема управления объектом от ПЛК.

Рекомендуемая литература:

• <u>Учебник</u> / Учебное пособие	• Раздел	• Страницы
Шемелин В.К., Хазанова О.В. Управление системами и процессами: Учебник для вузов. – Старый Оскол: ООО «ГНТ», 2007. – 320 с. ISBN 9\78-5-94178-049-5/	1.Глава 2 Типовые схемы управления объектами и процессами.	26-32

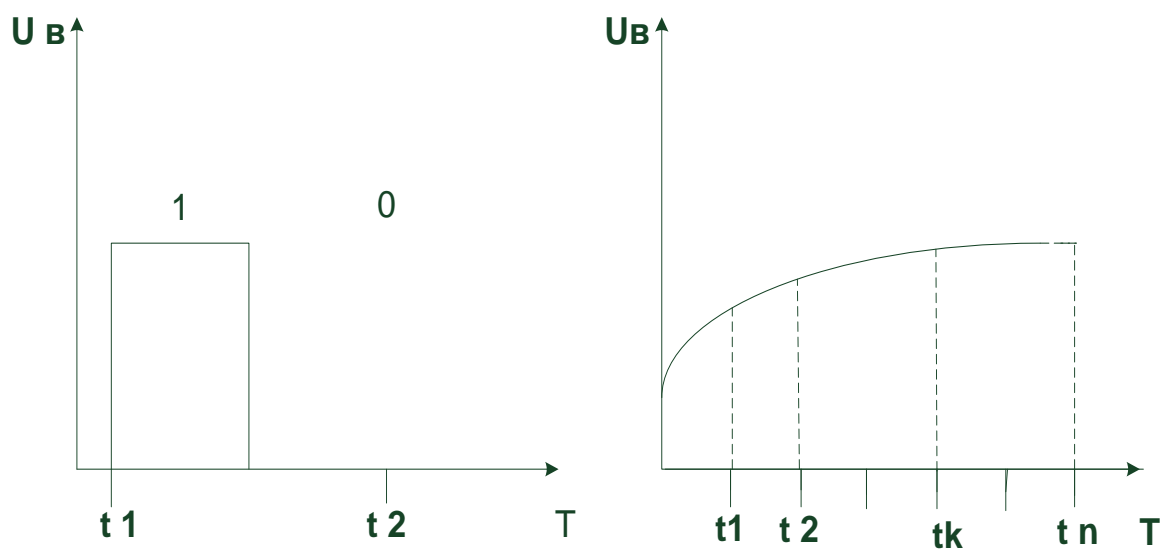


## Лекция № 5.

**Типовые сигналы используемые для работы с ПЛК по входам и выходам. Описание функций релейно-контактных схем электроавтоматики. Базовый набор элементов для программирования ПЛК.**

*Представлены типы сигналов, используемых в ПЛК по входам и выходам, дается их характеристика и спецификации. типовая Дается понятие о релейно-контактных схемах электроавтоматик, показан формальный аппарат описания работы схем с помощью аппарата алгебры логики. Приводятся свойства и характеристики базового набора элементов для проектирования программы управления с применением ПЛК..*

### Типы сигналов ПЛК по входам и выходам.



а) Дискретный (цифровой) сигнал

б) Аналоговый сигнал

Рис. 5.1 Виды сигналов, обрабатываемые ПЛК

а) дискретный (двоичный) сигнал; б) Аналоговый сигнал

### Характеристики цифровых сигналов

В технике автоматического управления для цифровых (двоичных) сигналов, работающих по входам и выходам ПЛК, в качестве «управляющего напряжения» чаще всего применяется постоянное напряжение +24 V. Уровень напряжения +24 V на входном зажиме (клемме) ПЛК, т.е. на входе ПЛК, соответствует состоянию сигнала «1» для этого входа. Соответственно уровень напряжения 0 V означает состояние сигнала «0».

Нагрузкой дискретных входов являются сигналы состояний объекта управления, т.е. входы с датчиков.

Нагрузкой дискретных выходов являются силовые элементы, работающие на исполнительные механизмы: это могут быть лампы, реле, соленоиды, силовые пускатели, пневматические клапаны, магнитные клапаны, индикаторы и т.д. Многие сложные приборы коммутации и регулирования оснащаются управляющими дискретными входами, например блоки плавного пуска и управления электроприводами.

Простейший дискретный выход ПЛК выполняется в виде контактов реле. Такой выход достаточно удобен в применении и прост. Однако он обладает характерными недостатками реле – ограниченный ресурс, низкое быстродействие, разрушение контактов при работе на индуктивную нагрузку. Альтернативным решением дискретного выхода является электронный силовой элемент. Все дискретные выходы контроллеров выполняются обычно по бесконтактной схеме.

Аналоговый электрический сигнал отражает уровень напряжения или тока аналогичный некоторой физической величине в каждый момент времени. Это может быть температура, давление, вес, положение, скорость, частота и т.д. Типичный пример датчика аналогового сигнала — потенциометр. В зависимости от положения вращающейся ручки можно установить любое сопротивление вплоть до максимального значения. Примеры аналоговых величин в технике автоматического управления:

- Температура  $-50\dots+1500^{\circ}\text{C}$  (климатические камеры, установки для создания микроклимата, установки кондиционирования воздуха);
- Расход жидкости -  $0\dots200$  л/мин;
- Частота вращения -  $500\dots1500$  об/мин (моторы);
- Давление и т.д.

Эти величины с помощью электрического преобразователя преобразуются в напряжение, ток или сопротивление. Например, если величина числа оборотов мотора находится в пределах  $500\dots1500$  об/мин, то с помощью электрического преобразователя эта величина должна быть пропорционально преобразована в напряжение от 0 до +10 V.

Эти величины с помощью электрического преобразователя преобразуются в напряжение, ток или сопротивление. Например, если величина числа оборотов мотора находится в пределах  $500\dots1500$  об/мин, то с помощью электрического преобразователя эта величина должна быть пропорционально преобразована в напряжение от 0 до +10 V. Если, например, измеренное число оборотов равно 865 об/мин, то соответствующее напряжение, получаемое на аналоговом входе ПЛК с помощью электрического преобразователя равно +3,65 V (см. рис. 5.2).

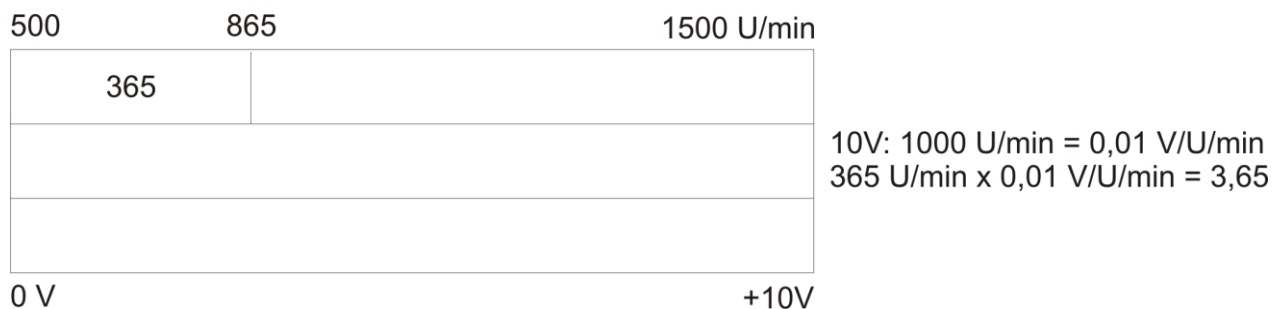


Рис. 5.2 Шкала соответствия уровня аналогового сигнала измеренному числу оборотов.

Если необходимо обрабатывать аналоговые величины с помощью ПЛК, то считанная с аналогового входа величина напряжения, тока или сопротивления должна быть преобразована в соответствующую цифровую информацию. Это преобразование называется аналогово-цифровым преобразованием. Это означает, что, например, величина напряжения +3,65 V будет представлена двоичным числом. Чем больше двоичных разрядов применяется в двоичном представлении, тем точнее разрешение. Поскольку ПЛК является в своей основе цифровой вычислительной машиной, работающей с дискретным сигналом, то аналоговые входные сигналы обязательно подвергаются аналого-цифровому преобразованию (АЦП) с помощью аппаратных схем носящих тоже название - Аналогово-Цифровые Преобразователи (АЦП). В результате, образуется дискретная переменная определенной разрядности.

В используемых на сегодняшний день АЦП для преобразования входного аналогового сигнала применяется от 8 до 12 Bit цифрового кода на выходе АЦП.

На рис. 5.3 в качестве примера изображена шкала представления аналогового сигнала +10 V в виде 11-разрядного (11 Bit) двоичного кода ( $2^{11} = 2048$ ).

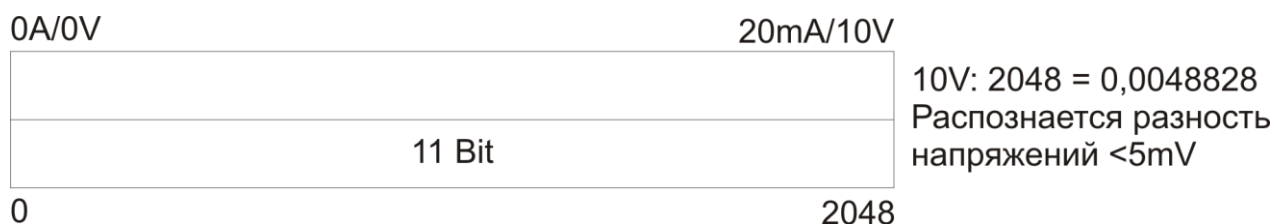


Рис. 5.3 Шкала представления аналогового сигнала +10 V в виде 11-разрядного двоичного кода.

В таблице № 5.1 приведены примеры применения дискретных и аналоговых сигналов при работе с ПЛК.

Таблица 5.1

Дискретные сигналы			Аналоговые сигналы	
Стандартные уровни сигналов (два уровня): по напряжению –либо 0V, либо +24V.			Стандартные уровни сигналов: -по напряжению: от -10V до +10V; от 0V до +10V. -по току: от 0 мА до 20 мА; от 4 мА до 20 мА.	
№пп	Дискретные входы (датчики)	Дискретные выходы	Аналоговые входы (АЦП) (датчики)	Аналоговые выходы (ЦАП)
1.	Кнопки, выключатели	Катушки реле	Измерение температуры	Следящие приводы
2.	Контакты реле	Схемы индикации	Расход жидкости	Регуляторы напряжения различного применения
3.	Цифровые датчики давления	Цифровые преобразователи	Градация давления	
4.	Контактные датчики положения		Градация веса	
5	Оптические, емкостные и индуктивные датчики.		Градация скорости и Градация частоты	

Рекомендуемая литература:

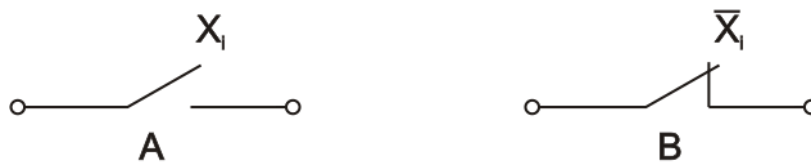
• <u>Учебник</u> / Учебное пособие	• Раздел	• Страницы
Шемелин В.К., Хазанова О.В. Управление системами и процессами: Учебник для вузов. – Старый Оскол: ООО «ГНТ», 2007. – 320 с.	Глава 3. Виды сигналов, обрабатываемые ПЛК	33-43

## Лекция 6.

### Описание релейно-контактных схем с помощью аппарата алгебры логики

В общем случае контакт может иметь два начальных состояния: быть *нормально разомкнутым* - НРК (см. рис.6.1, схема А) или *нормально замкнутым* - НЗК (см. рис.6.2, схема В).

В исходном состоянии нормально разомкнутый контакт (НРК) разомкнут, ток в цепи отсутствует и это соответствует состоянию контакта (и цепи) обозначаемого как «0», т.е.  $x_i = 0$ . Срабатывая, контакт замыкается, в цепи появляется ток и это соответствует состоянию контакта (и цепи) обозначаемого как «1», т.е.  $x_i = 1$ .



Нормально разомкнутый контакт

Нормально замкнутый контакт

Рис. 6.1 Схемы нормально разомкнутого контакта (схема А) и нормально замкнутого контакта (схема В).

Нормально замкнутый контакт (НЗК, см. рис.6.1, схема В), наоборот, в исходном состоянии замкнут, ток в цепи присутствует и это соответствует состоянию контакта (и цепи) обозначаемого как «1», т.е.  $x_i = 1$ . Срабатывая контакт размыкает цепь, ток в цепи прекращается и это соответствует состоянию контакта (и цепи) обозначаемого как «0», т.е.  $x_i = 0$ .

Используя представленное выше условие связи между контактами и логической переменной, получим следующие аналогии.

На контактной схеме функция НЕ (логическая функция инверсии  $y(x_i) = \bar{x}_i$ ) соответствует нормально замкнутому контакту, при срабатывании которого цепь размыкается и функция принимает значение «0» (рис.4.4 В).

Контактная схема, реализующая логическую функцию И – логическое умножение (например, для двух переменных -  $Y = f(x_1, x_2) = x_1 \cdot x_2$ ), представляется последовательно соединенными нормально разомкнутыми контактами (рис.6.2, А). При этом ток может появиться в цепи, т.е. функция  $Y = 1$ , только тогда, когда оба контакта замкнуты, т.е. и  $x_1 = 1$ , и  $x_2 = 1$ .

Логическая функция ИЛИ – логическое сложение (например, для двух переменных -  $Y = f(x_1, x_2) = x_1 + x_2$ ), соответствует параллельно соединенным нормально разомкнутым

контактам (рис.6.2, В). При этом ток может появиться в цепи, т.е. функция  $Y = 1$ , и тогда, когда какой-либо из контактов замкнут, т.е. или  $x_1 = 1$ , или  $x_2 = 1$ , либо замкнуты оба вместе.

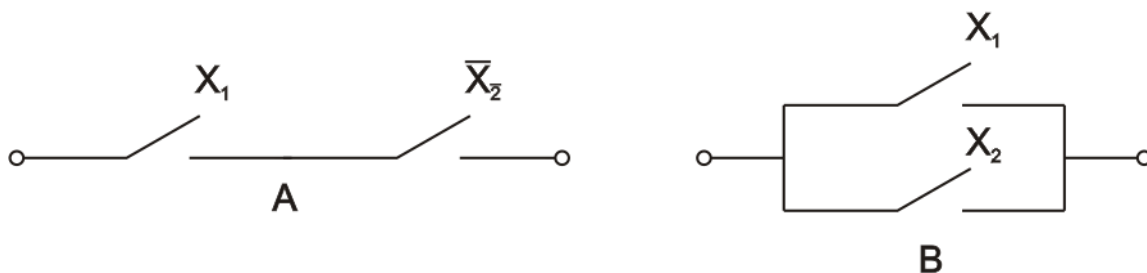


Рис. 6.2 Схемы контактной реализации: логической функции И (схема А) и логической функции ИЛИ (схема В).

Подобным образом любую логическую функцию можно представить в виде совокупности нормально разомкнутых контактов и нормально замкнутых контактов. Например, на рис. 6.3, схема А, приведена некоторая логическая функция от пяти логических переменных  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ ; а на рис.6.3, схема В - контактная схема, которая реализует эту функцию.

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) = ((X_1 + X_2)X_3X_4) + X_5$$

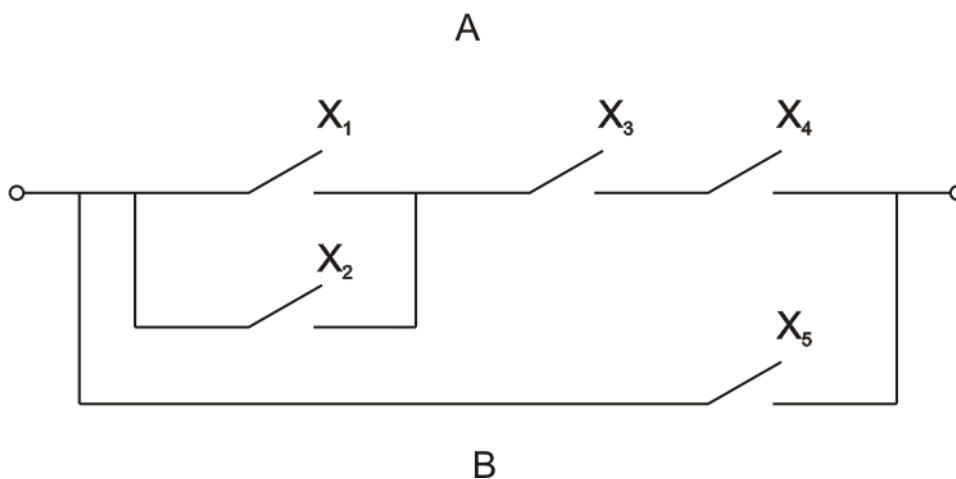


Рис.6.3 Логическая функция (схема А) и ее контактная схема (схема В).

**Базовый набор элементов релейно-контактных схем (РКС).**

В общем случае в базовый набор элементов РКС входят элементы представленные на рис. 6.4 В схеме все изображения элементов даны в общем стандарте представления электрических схем.

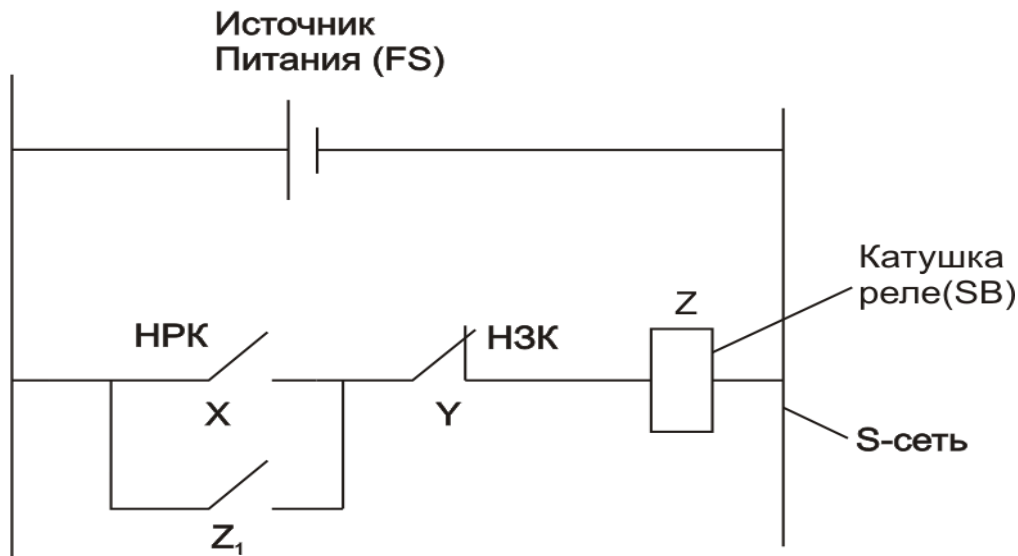


Рис.6.4 Схема набора элементов PKS.

### Реализация операций запоминания состояния с применением

Основным устройством для запоминания состояния служат электронные схемы, называемые - *триггер*.

Существует множество типов триггеров, как например: RS-триггер; T- триггер; D – триггер; JK - триггер и др.

Наиболее простой базовой схемой является так называемый RS-триггер. Временная диаграмма, описывающая работу RS – триггера, и стандартное изображение электронной схемы RS – триггера представлены на рис.6.5.

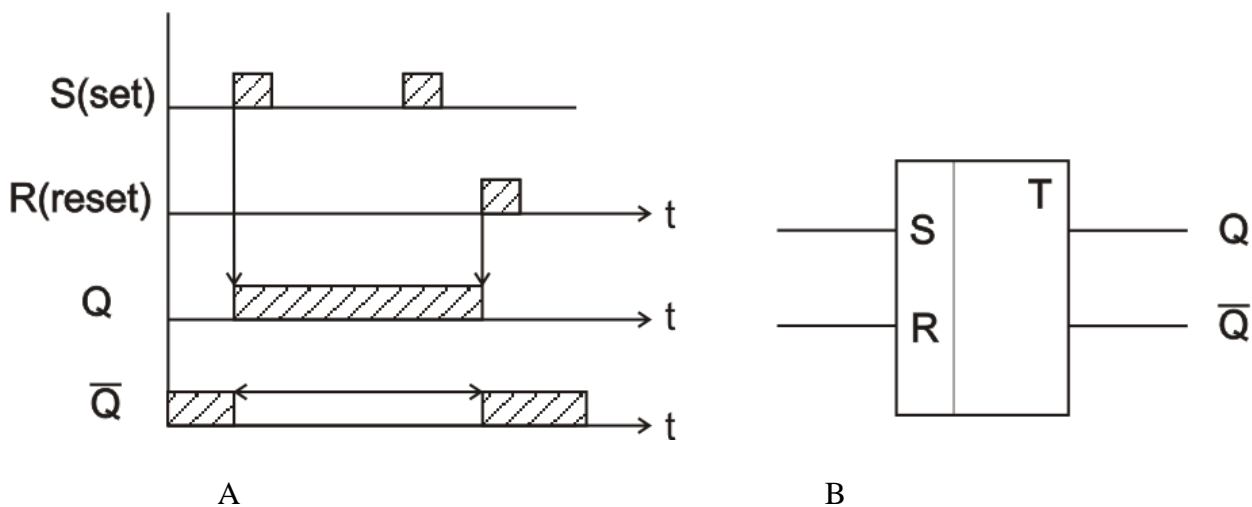


Рис.6.5 RS-триггер: А - временная диаграмма работы триггера и В- обозначение электронной схемы RS – триггера.

RS-триггер имеет два входа: S (set) – «установка», R (reset) – «сброс» и два выхода: Q – основной выход триггера,  $\bar{Q}$  – инверсивный выход триггера.

Для построения схемы RS-триггера на элементах РКС необходимо получить уравнение переключения триггера. Это уравнение получается из таблицы переключений. Таблица переключений RS – триггера изображена на рис.6.6.

S (вход установки «1»)	R(вход установки «0»)	Q (основной выход)	$\bar{Q}$ (инверсный выход)
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	неустойчивое состояние	

Рис. 6.6 Таблица переключений RS – триггера.

Таблица переключений иллюстрирует все возможные переходы триггера из состояния в состояние по основному и инверсному выходам.

На основе таблицы переключений можно получить следующее характеристическое уравнение работы триггера (уравнение состояния):

$$Q = \overline{S}R + \overline{S}\overline{R} + \overline{S}\overline{R}$$

При этом для состояния «триггер включен»:  $Q = \overline{S}R$ .

Для состояния «триггер выключен»:  $Q = \overline{S}\overline{R}$ .

На рис. 6.7 представлено логическое уравнение для RS – триггера (для случая – «триггер включен») и его описание на языке релейно-контактных схем для ПЛК (в нотации языка LAD).

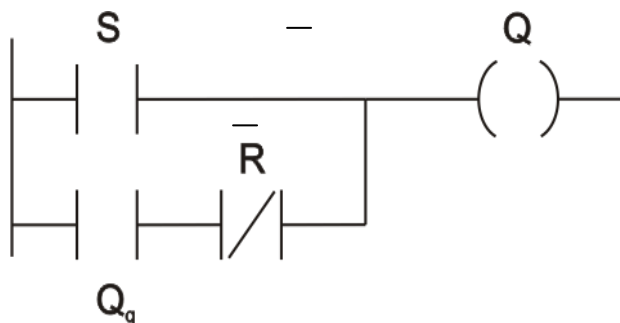


Рис.6.7 Схема RS – триггера на языке релейно-контактных схем для ПЛК.



Рекомендуемая литература:

<b>Учебник / Учебное пособие</b>	<b>Раздел</b>	<b>Страницы</b>
Шемелин В.К., Хазанова О.В. Управление системами и процессами: Учебник для вузов. – Старый Оскол: ООО «ГНТ», 2007. – 320 с.	Глава 4. Описание функций релейно-контактных схем с помощью аппарата алгебры логики.	44-52

### Лекция № 7.

#### Технические средства для проектирования прикладной программы управления с использованием ПЛК S7-200.

Технические средства для проектирования прикладных программ управления объектами, на примере системы ПЛК S7-200, реализованы в виде системы автоматизации, которая включает в себя:

- Персональный компьютер со специальным системным программным обеспечением STEP 7 Micro/W32;
- Центральный модуль S7-200, в состав которого входит центральный процессор - CPU S7-200, блок памяти, блоки цифровых входов/выходов, источник питания;
- Кабель PC/PPI – кабель связи между компьютером и ПЛК.

Данная конфигурация представляет собой автоматизированное рабочее место (АРМ) для разработки и загрузки прикладной программы управления в следующей последовательности (см. рис.7.1):

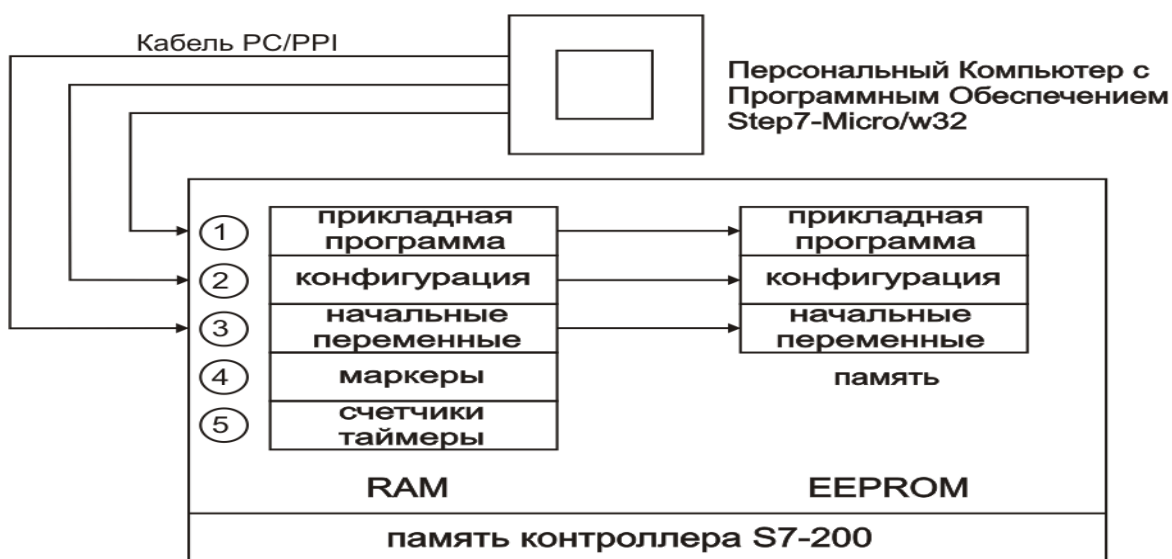


Рис.7.1 Загрузка прикладной программы в память ПЛК.

## Особенности организации АРМ для разработки управляющих программ.

1. Для увеличения надежности сохранения прикладной программы и ее спецификации, переданные три компонента переписываются в постоянную память типа EEROM. Это делается для того, чтобы иметь дополнительные средства сохранения программы.

При этом постоянная память дополнительно питается от специальных емкостных батарей, что позволяет сохранить программу в случае отключения сетевого напряжения в течение 190 часов.

2. Прикладная программа управления, после загрузки в память контроллера, может стартовать в режиме процессора –RUN, для реализации команд прикладной программы по непосредственному управлению объектом.

3. Синтаксис основных языков программирования, которые служат для проектирования управляющих программ, в отличие от языков персонального компьютера, максимально приближен к графическому изображению элементов релейно-контактных схем. Например, для конкретной конфигурации ПЛК - для контроллера типа S7 – 200 (Siemens) существует набор типовых элементов графического языка программирования LAD (англ. Ladder Diagram - язык «Лестничных диаграмм»), изображенный на рис. 7.2.

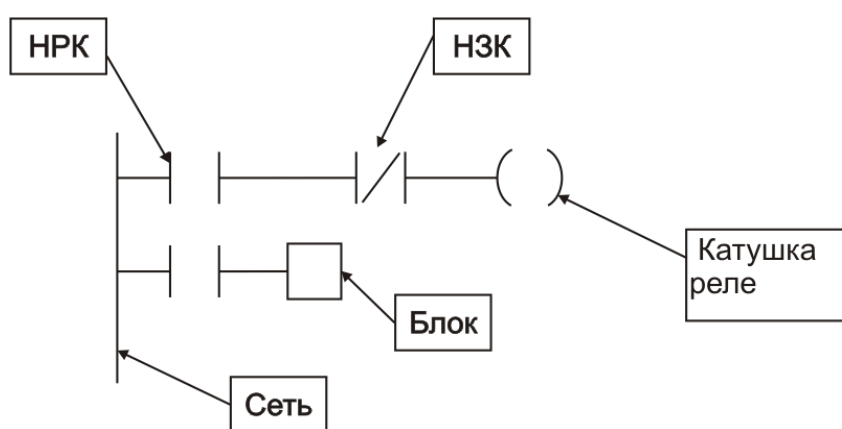


Рис. 7.2 Базовый набор элементов графического языка программирования релейно-контактных схем (языка LAD) для контроллера типа S7 – 200 (Siemens).

Обозначения в схеме (см. рис. 7.2): НРК – нормально разомкнутый контакт; НЗК – нормально замкнутый контакт. С помощью базового набора элементов графического языка LAD можно построить целый набор схем, которые заменяют их электронные аналоги. Например, схемы триггеров.

## **Основные информационные потоки при выполнении прикладной программы управления для системы ПЛК S7-200.**

Схема, представленная на рис.7.3 показывает взаимодействие информационных потоков при выполнении программы на языке РКС.

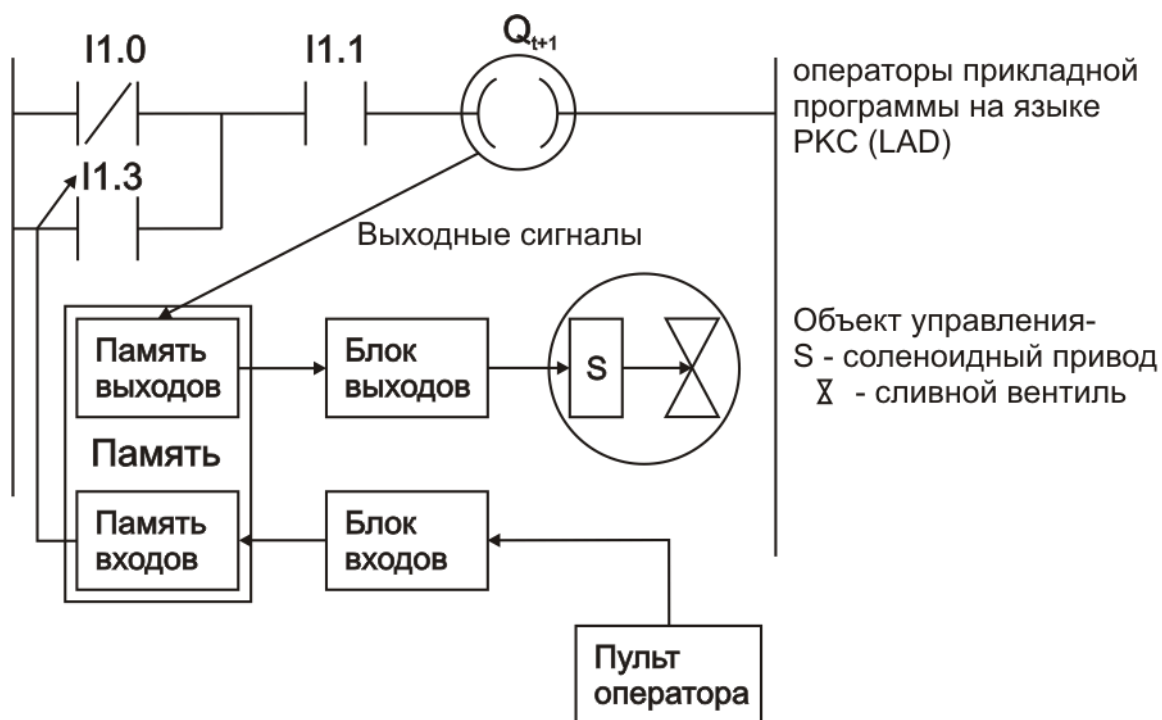


Рис.7.3 Информационные потоки при выполнении прикладной программы

Определена следующая последовательность передачи данных: на область входов памяти контроллера поступает информация с пульта оператора. Прикладная программа управления, через свои операторы на языке LAD, выполняет последовательность шагов, формируя при этом выходные сигналы. Эти сигналы записываются в память выходов контроллера и оттуда сигналы через блок выходных сигналов воздействуют на объект управления. В данном примере, на рис. 7.3 сигнал, с выходного блока- блока реле с адресом  $Q_{t+1}$ , включает соленоидный привод, который, в свою очередь, включает сливной вентиль в водопроводной системе.

Представленная последовательность информационных потоков отражает стандартный цикл выполнения программы управления.

### **Общие принципы адресации памяти контроллера ПЛК S7-200.**

В отличие от персонального компьютера, в котором принята линейная последовательная процедура адресации памяти, независимо что адресуется: команды или

данные, в ПЛК применен принцип адресации памяти по функциональному признаку, т.е. существует область памяти для входных сигналов, есть область памяти для выходных сигналов, есть область памяти для переменных и т.д. Соответственно этому принципу определено правило адресации памяти по функциональным областям. Этот принцип адресации памяти ПЛК упрощает процесс интерпретации исходного кода программы управления объектом за счет спецификации данных и прямой ориентации операторов языка программирования на аппаратные элементы схемы управления объектом.

В ПЛК S7-200 принят принцип адресации областей памяти, представленный на рис.7.4.



Рис.7.4 Адресация областей памяти для ПЛК S7 – 200 Siemens

Адрес конкретного данного в поименованной области памяти в ПЛК состоит из трех компонент, которые условно обозначим символами - **N S A** (см. рис.7.4).

**N** – это первый компонент адреса памяти, который обозначает наименование (*имя*) *области памяти*, к которой происходит обращение.

**S** - это второй компонент адреса, который обозначает *размер данных* участвующих в текущей операции.

**A** - это третий компонент адреса, который обозначает *адрес начального элемента данных*.

Имя области памяти (**N**) определяется как *идентификатор* (набор символов и цифр, начинающийся с символа). Каждая область памяти имеет свой идентификатор. Например: идентификатором **I** обозначается область входов, идентификатором **Q** — область выходов, идентификатором **V** – область переменных и т.д.

Размер данных (**S**) в системе ПЛК S7-200 имеет четыре формата: бит (один двоичный разряд); байт (восемь двоичных разрядов или восемь бит); слово (шестнадцать двоичных разрядов или два байта); двойное слово (тридцать два бита или четыре байта). На рис. 7.5

представлено графическая интерпретация размерности данных, применяемых при адресации областей памяти.

На рис. 7.5 цифрами в формате *байт* обозначены номера всех *битов* (их восемь, от нулевого бита до седьмого бита), а в форматах *слово* и *двойное слово* цифрами обозначены только граничные номера битов в байтах (самый младший бит и самый старший бит). При этом младший бит в байте (нулевой бит) и младший байт в слове и двойном слове расположены всегда справа, а старшие бит и байт соответственно – слева.

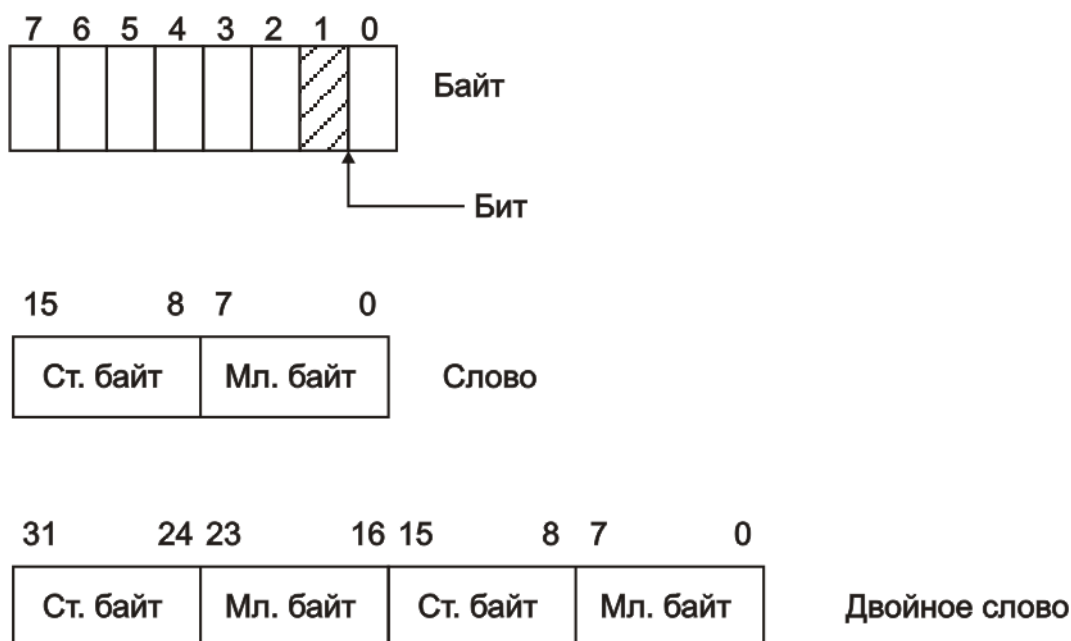


Рис. 7.5 Размерность данных, используемых при адресации в ПЛК S7-200 Siemens

1. Формат битовой адресации (адресация бита внутри байта) имеет вид:

Обязательная точка (как разделитель)  
**N {адрес байта}. {адрес бита},**

где: N – имя области памяти, далее адресуется байт в виде числового номера этого байта, далее обязательная разделительная «точка» и, наконец, адрес бита в указанном байте в виде числового номера. Например запись: **I 0.3** – означает, что в области памяти с именем **I** (область памяти с отображением входов в контроллер) в байте с номером «0» (нулевой байт) адресуется бит с номером «3» (третий бит нулевого байта).

Этот вид адресации используется при работе с контактами (единичный сигнал) и битовыми переменными.

2. Адресация в формате байта (имеет обозначение в виде символа – B), в формате слова (имеет обозначение в виде символа – W), и в формате двойного слова (имеет обозначение в виде символа – D) имеет следующий общий вид:

**N {размер данных (B или W или D)} {адрес начального байта},**

где: N – имя области памяти, далее обозначается размер данных: либо байт- обозначается символом B, либо слово обозначается символом - W, либо двойное слово в виде своего символа - D. Третьей компонентой этого адреса является адрес начального байта, с номера которого начинается реализация операции или процедуры в программе.

Например, такие записи в программе управления, как:

- QB1 - означает, что в области *памяти выводов* с именем Q адресуется *байт* с адресом (номером) «один», т.е. адресуется первый байт этой области Q;
- AIW2 - означает, что в области *памяти аналогового ввода* с именем AI адресуется слово (символ - W) с адресом «2», т.е. адресуется старший байт в составе слова, имеющего тот же адрес -2;
- VD100 - означает, что в области *памяти переменных* с именем V адресуется двойное слово (символ – D), с начальным байтом (старшим байтом) с адресом «100».

. Рекомендуемая литература:

• <u>Учебник</u> / Учебное пособие	• Раздел	• Страницы
Шемелин В.К., Хазанова О.В. Управление системами и процессами: Учебник для вузов. – Старый Оскол: ООО «ГНТ», 2007. – 320 с. ISBN 978-5-94178-049-5/	1. 6.3. Технические средства для проектирования прикладной программы управления.	90-92
	2.Глава 8. Основы программирования для ПЛК S7-200 STEP-MICRO/W32	105-111

## Лекция № 8

### Особенности процесса управления станками с ЧПУ. Логическая задача ЧПУ. Применение программируемого контроллера.

В качестве примера рассмотрим станок с ЧПУ типа PCNC (Personal Computerized Numerical Control).

*Станок с ЧПУ имеет следующие особенности в реализации процесса формообразования:*

#### 1. Обеспечение заданного качества детали.

Качество деталей – это комплексный параметр, включающий в себя следующие требования:

- обеспечение заданной в чертеже точности размеров детали с заданным допуском;
- обеспечение заданного на чертеже качества поверхностного слоя (шероховатость);
- сопрягаемость при сборке – абсолютные показатели качества.

Целевой функцией качества является приведенное качество:

$$Q = \sum K/S \rightarrow \max, \text{ где}$$

$\sum K$  – совокупность показателей качества.

$S$  – приведенная стоимость процесса обработки.

#### 2. Программный принцип режима формообразования.

Суть программного принципа работы системы управления станка с ЧПУ заключается в том, чтобы обеспечить автоматическое управление процессом формообразования детали с помощью управляющей программы (УП). УП должна адекватно отображать технологический процесс обработки, т.е. реализовывать последовательность технологических переходов и операций. При этом реализуется функциональное взаимодействие и реализация пяти задач ЧПУ:

- Геометрической задачи;
- Технологической задачи;
- логической задачи;
- Терминальной задачи;
- Диагностической задачи.

С этой целью УП построена таким образом, что каждому технологическому переходу(элементарному действию) соответствует отдельная секция программы, называемая кадром управляющей программы (КАДР УП). Каждый кадр построен по

стандартной форме (ГОСТ 20088-83) на основе синтаксиса языка ISO – 7 bit и имеет следующий стандартный формат (см. рис. 8.1).

№ кадр а	Подготовит ельные функции  <b>G</b>	Размерные перемещения инструмента (ов) по осям <b>X, Y, Z</b>	Параметры интерполя ции <b>I, J, K</b>	Технолог ические параметр ы (подача) <b>F</b>	Скорость главного движения <b>S</b>	Номер инстр умент а <b>T</b>	Вспомога -тельные функции <b>M</b>	<b>LF</b> - конец кадра
----------------	---	---	---	--	--	--	---	-------------------------------

Геометрическая задача      Технологи-      Логическая задача  
ческая

Рис. 8.1 Структура кадра управляющей программы в коде ISO – 7 bit.

**Содержание кадра:**

1. **G** – функция – это подготовительные функции, смысл которых обеспечить подготовку процесса формообразования:

- выбор системы отсчета координат
- выбор способа интерполяции траектории инструмента
- определение способов проекции инструмента, и.т.д.

Теоретически количество **G** – функций имеет номера от **G 00 ÷ G 99**, реально в станках реализуется 70-80% от теоретического.

2. **X, Y, Z** - Функции размерного перемещения инструмента по детали по трем осям координат, т.е. функции формообразования (задается обычно в миллиметрах – мм; например, перемещение по оси **X** на 24 мм запишется так: **X = 24.** ).

3. **I, J, K** – это дополнительные, необязательные параметры в случае круговой интерполяции траектории инструмента.

4. **F** – это функция скорости подачи (с размерностями либо мм/мин или мм/об).

5. **S** – скорость главного движения ( скорость вращения шпинделя, размерность - об/мин).

6. **T** – функция выбора номера инструмента в револьверной головке или в инструментальном магазине.

**M** – семейство вспомогательных функций, служит для реализации вспомогательных функций ( подача охлаждающей функции, конец программы и т.п.). Теоретически количество **M**– функций имеет номера от **G 00 ÷ G 99**, реально в станках реализуется 30-40% от теоретического.

7. **LF** – символ конца кадра.





интерполяции, тем выше чистота поверхности детали, но тем длительнее процесс обработки. В станках с ЧПУ наиболее распространенный размер дискретности составляет  $d \approx 1 \text{ мкм}$  ( $10^{-6} \text{ мм}$ )

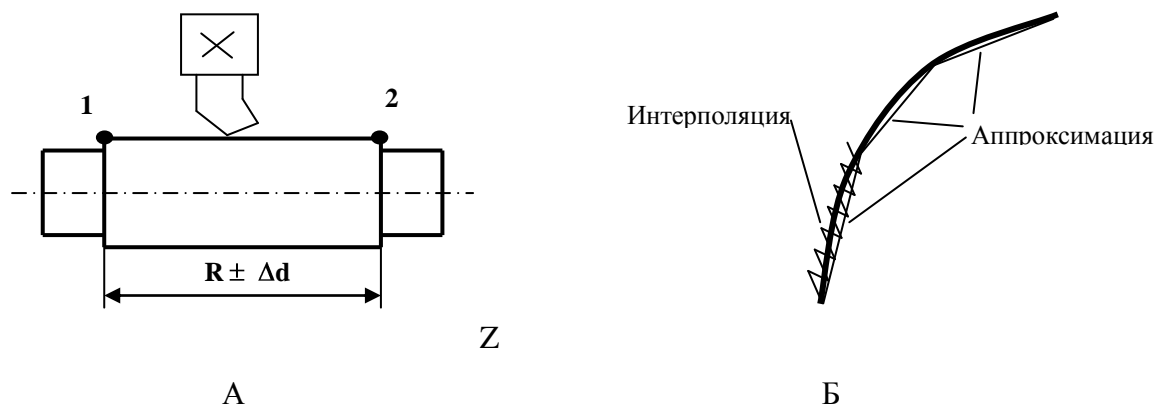


Рис. 8.3 А) Контур детали с опорными точками;  
Б- схема интерполяции траектории инструмента

Физически это обеспечивается циклом управления следящими приводами подачи по осям обработки X, Y, Z станка с ЧПУ.

**Технологическая задача.** Суть ее заключается в том, чтобы обеспечить такие режимы резания, чтобы получить оптимальное соотношение между скоростью обработки и приведенной стоимостью при обеспечении заданного качества детали.

$$L = F / S \rightarrow \max, \text{ при}$$

$$Q = Q_{\text{зад}}; \text{ где:}$$

F- скорость подачи (мм/мин; мм/об); S – приведенная стоимость обработки;

Q – реальные показатели качества детали;  $Q_{\text{зад}}$  – заданные в технологических документах показатели качества детали.

**Логическая задача.** Логическая задача через функции **S**, **T**, **M** обеспечивает выполнение заданных переходов и операций непосредственно на физических органах станка (приводах главного движения, вспомогательных приводах) с помощью схем электроавтоматики станка. Это те операции, которые относятся к категории “включить/выключить”, “сжать/разжать”, т.е. операции, имеющие два состояния.

Поскольку такие операции легко интерпретировать формально с помощью аппарата алгебры логики, поэтому эта задача получила название – логическая задача ЧПУ. Фактически логическая задача ЧПУ реализует процесс выполнения вспомогательных

функций (набор циклов) процесса формообразования деталей с помощью системы электроавтоматики станка. В список этих циклов входят, например, цикл смены инструмента, цикл вкл/выкл подачи охлаждающей жидкости, цикл смены режима главного привода и т.п. Для примера рассмотрим модель и средства реализации одного из циклов логической задачи заданной в кадре УП – это цикл управления сменой инструмента. (см. Рис. 8.4). В качестве механизма смены инструмента выберем револьверную головку, выполненную в форме кольца с гнездами для инструментов, расположенных по окружности.

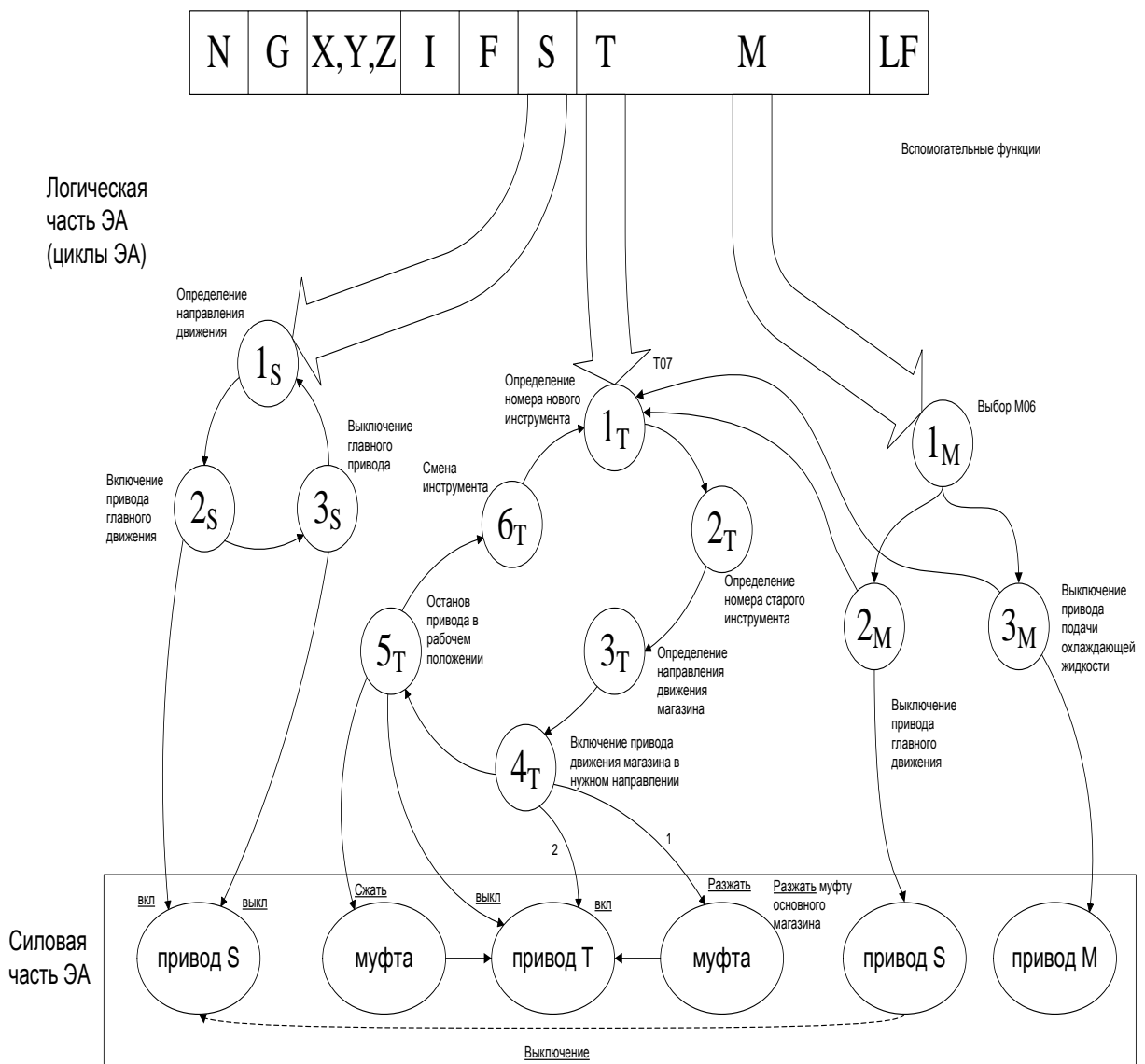


Рис. 8.4 Модель цикла управления инструментальным механизмом станка с ЧПУ (фрагмент логической задачи ЧПУ).

Логическая задача ЧПУ реализуется с помощью двух уровней представления:

- логический уровень (модель и программа управления);
- аппаратный уровень силовых сигналов электроавтоматики станка.

*Логический уровень* для нашего примера представлен в виде графовой модели, которые представляют последовательность переходов из одного состояния инструментального механизма в другие состояния.

Граф реализуется в виде программы управления (цикла) составленной на программируемом логическом контроллере (ПЛК).

Уровень *силовых сигналов включения/выключения элементов электроавтоматики (ЭЭА)*, в виде релейно-контактных схем (РКС) реализует программу управления (логический уровень) посредством последовательного включения (см. рис. 8.4) привода инструментального механизма, запуска инструментального механизма в виде колеса револьверной головки, и реализации процедуры смены инструмента.

*Терминальная и диагностическая задачи ЧПУ* не отображаются в кадрах управляющей программы, поскольку являются внешними функционалами процесса формообразования детали

При этом Терминальная задача ЧПУ отображает процедуры взаимодействия системы с оператором, процессы моделирования циклов обработки на формальных моделях, процессы архивирования управляющих программ и процессы поддержки коммуникационных режимов системы ЧПУ с другими подобными системами.

Диагностическая задача ЧПУ, в отличие от начальной системной диагностики, предназначена для повышения уровня надежности работы всей системы ЧПУ на функциональном уровне и реализована в виде дополнительных контуров диагностики в процессе выполнения управляющей программы, как прикладной компоненты.

ПРИМЕР КАДРОВ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ:

% %

----

----

N27 G90 G01 Z20 F50 M08 LF;

N28                    T07 M06 LF;

-----

-----

N74 M02

Комментарий.

Любая управляющая программа (УП) в коде ISO-7bit начинается стандартно с символа «% %».

1. Содержание кадра с номером - N27:

- Функция G90 означает систему абсолютного способа отсчета координат в системе координат детали;
- Функция G01 назначает способ прямолинейной интерполяции траектории инструмента (например, от точки 1 до точки2, см. Рис. 3.3 А);
- Функция Z20 означает траекторию перемещения инструмента от точки 1 до точки 2 вдоль оси Z на величину 20 мм;
- Функция F50 назначает величину скорости подачи, равную 50мм/мин;
- Функция M08 означает включение механизма подачи охлаждающей жидкости в зону обработки детали;
- Функция LF означает команду «конец кадра № 27».

2. Содержание кадра с номером - N28:

- Функция T07 назначает процедуру замены инструмента, находящегося в рабочей зоне на новый инструмент, с номером T07(согласно модели цикла смены инструмента, изображенной на рис. 3);
- Функция M06 включает привод перемещения инструментального магазина для смены инструмента.

Любая управляющая программа (УП) заканчивается стандартно командой «M02» (в нашем примере это кадр с номером 74 – №74)..

Рекомендуемая литература:



контроллеров автоматизации они получили заслуженную популярность среди пользователей систем управления. Данные продукты созданы на основе открытых промышленных стандартов, могут применяться для решения различных задач в области автоматизации, и отвечают возрастающим с каждым днем техническим требованиям.

Появление контроллеров типа PAC, дало возможность усложнить и существенно расширить круг решаемых задач требующих использования открытых промышленных стандартов, использования модульной архитектуры, возможности легкой интеграции в современные системы и др. Системы на основе PAC контроллеров в будущем сыграют важную роль в автоматизации промышленных предприятий и производств.

На Рис. 9.1 представлена схема, демонстрирующая возможности многофункциональной работы PAC контроллера.

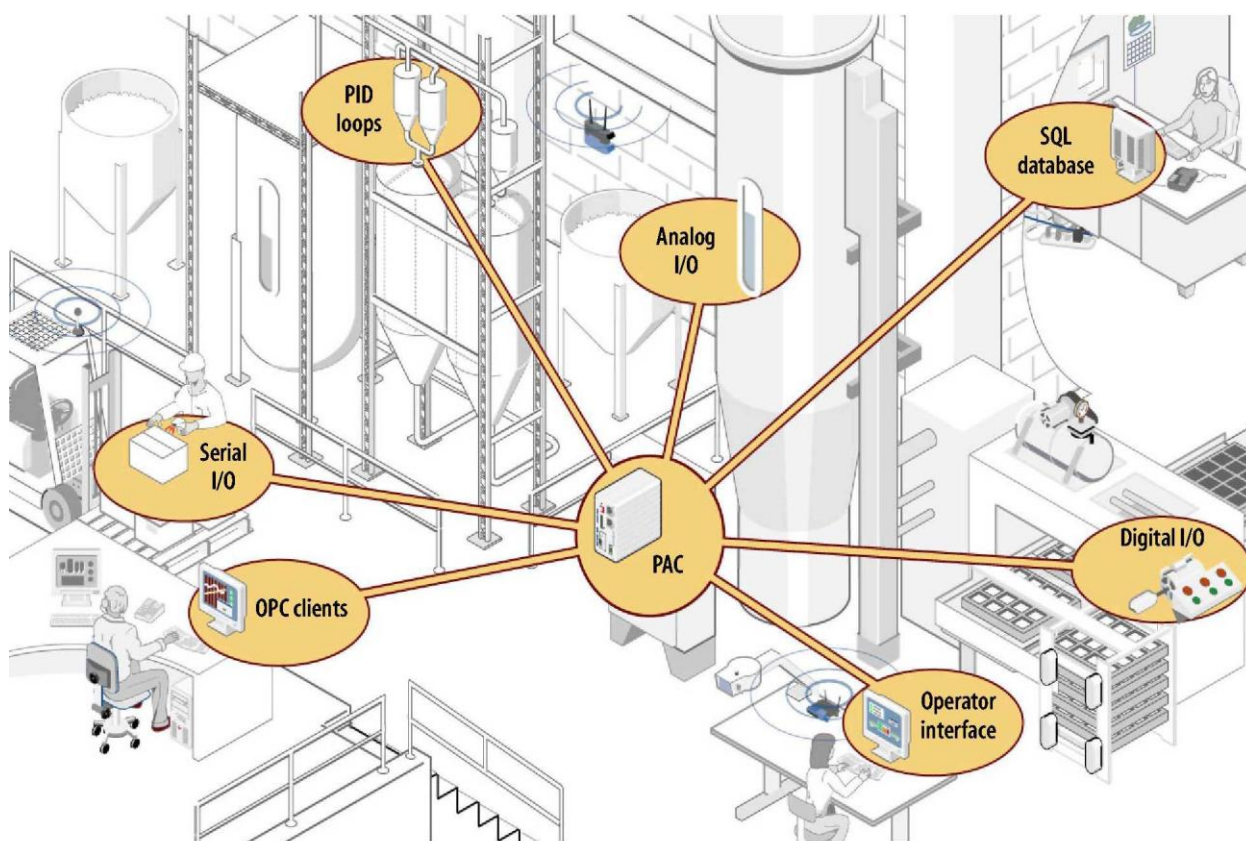


Рис.9.1 Возможности многофункциональной работы PAC контроллера.

PAC – многофункциональный контролер, позволяющий работать с цифровыми, аналоговыми и последовательно поступающими сигналами, применяемый во всех типах промышленных приложений: от создания комплексов способных осуществлять температурное регулирование, до сложных систем автоматизации оборудования. (См9.1).

Работа с цифровыми сигналами позволят получать данные с датчиков о состоянии системы и направлять управляющие сигналы при работе со всеми типами промышленного оборудования. Работа с аналоговыми сигналами позволяет управлять температурными, силовыми и др. параметрами промышленных процессов, а так же отслеживать изменения, происходящие с данными процессами.

Работа с последовательно приходящими инструкциями предполагает, что информация и инструкции пересылаются в текстовом виде, данный тип управления применяется в специализированных системах контроля, клавиатурных панелях, сканерах штрих кодов и др.

РАС применяется для автоматизации оборудования в традиционно смежных областях. Аппаратные средства, используемые в РАС, могут применяться для работы с системами сбора и обработки данных, с системами дистанционного контроля процессов в различных отраслях и в условиях промышленного производства для автоматизации оборудования. На

Рис. 9.2 представлен аппаратно-программный функционал контроллеров РАС.

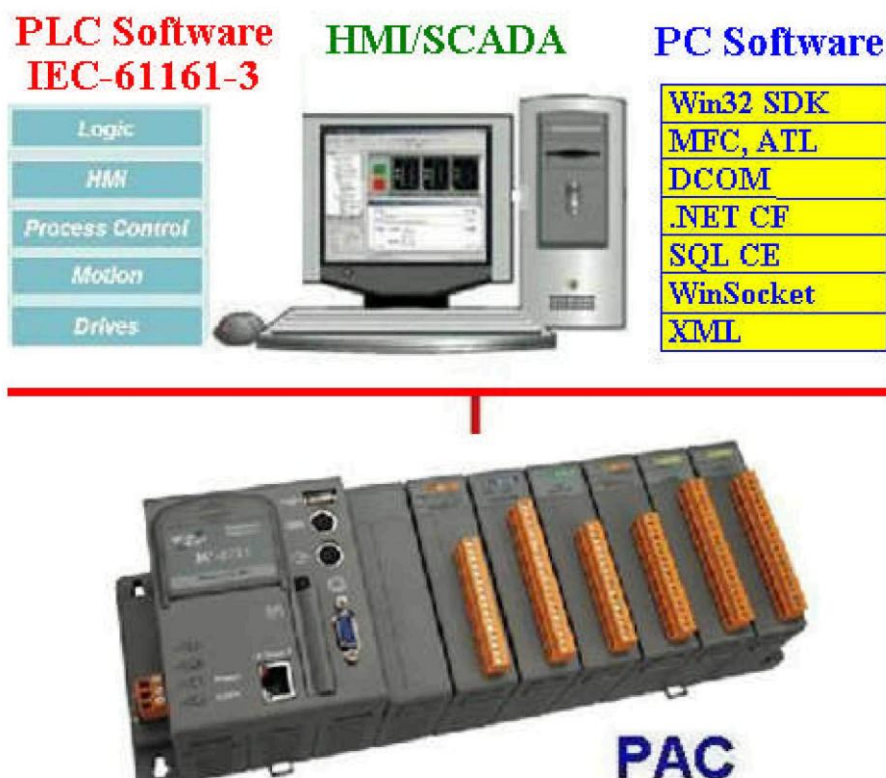


Рис. 9.2 РАС контроллер объединяет в себе функционал многих программно аппаратных средств.



РАС контроллеры являются достаточно гибкими и перестраиваемыми средствами автоматизации, а значит разработчики систем управления могут модифицировать и оптимизировать создаваемую систему по требованию пользователя, это касается как небольших систем управления оборудованием, так и систем управления предприятиями. РАС контроллер является средством, которое способствует максимальному расширению программной и аппаратной интеграции. Это один из немногих инструментов для создания конкурентоспособных систем, в котором используется программно инженерный подход. Он включает в себя возможность доступа ко всем параметрам и функциям в рамках единой системы, объединяет классический ПЛК, SoftPLC, системы дистанционного Ввода/Вывода, управления движением, PID регуляторы, системы визуального наблюдения и системы обработки информации. Кроме этого осуществляется максимальный уровень интеграции в системы управления предприятием за счет использования Ethernet, TCP/IP, Internet и IT стандартов.

РАС контроллеры открывают новые возможности, их использование смещает акцент к более подробному анализу стандартов связи и возможностей программной интеграции, в то же время выбор аппаратных средств отходит на второй план. РАС заостряет внимание пользователей на вопросах управления и контроля за оборудованием подключаемым к аппаратной части системы.

В современных условиях пользователи хотят добиться от программируемых устройств и НМІ (Human Machine Interface) систем большей гибкости и мобильности, это достигается за счет подключения аппаратных интерфейсов оператора и программируемых устройств непосредственно к РАС. Пользователи могут запрашивать управляющие данные в больших количествах и передавать их непосредственно НМІ, это требует работы с сетями типа Ethernet, обеспечивающими достаточную ширину пропускания информации. В современных системах управления имеется неудобство, связанное с увеличением информационного потока к НМІ, работающему на основе браузера. Интеграция части функционала интерфейса оператора в язык программирования позволяет решить эту проблему применительно к РАС системам.

Многофункциональность РАС открывает так же возможность для согласованной совместной работы контроллера с системами управления предприятием, например, обмен производственной информацией и подключение автоматических систем управления оборудованием к системам ERP (Enterprise Resource Planning) и CPM (Corporate Performance Management) приложениям. Это позволяет образовать новую среду для информационного обмена и дает дополнительные преимущества, такие как:

- Возможность модернизации существующих систем управления предприятиями и возможность создавать системы автоматизации, относящиеся к любому уровню управления с последующим их внедрением в существующие системы. На рис. 9.3 приведен пример конфигурации PAC контроллера.

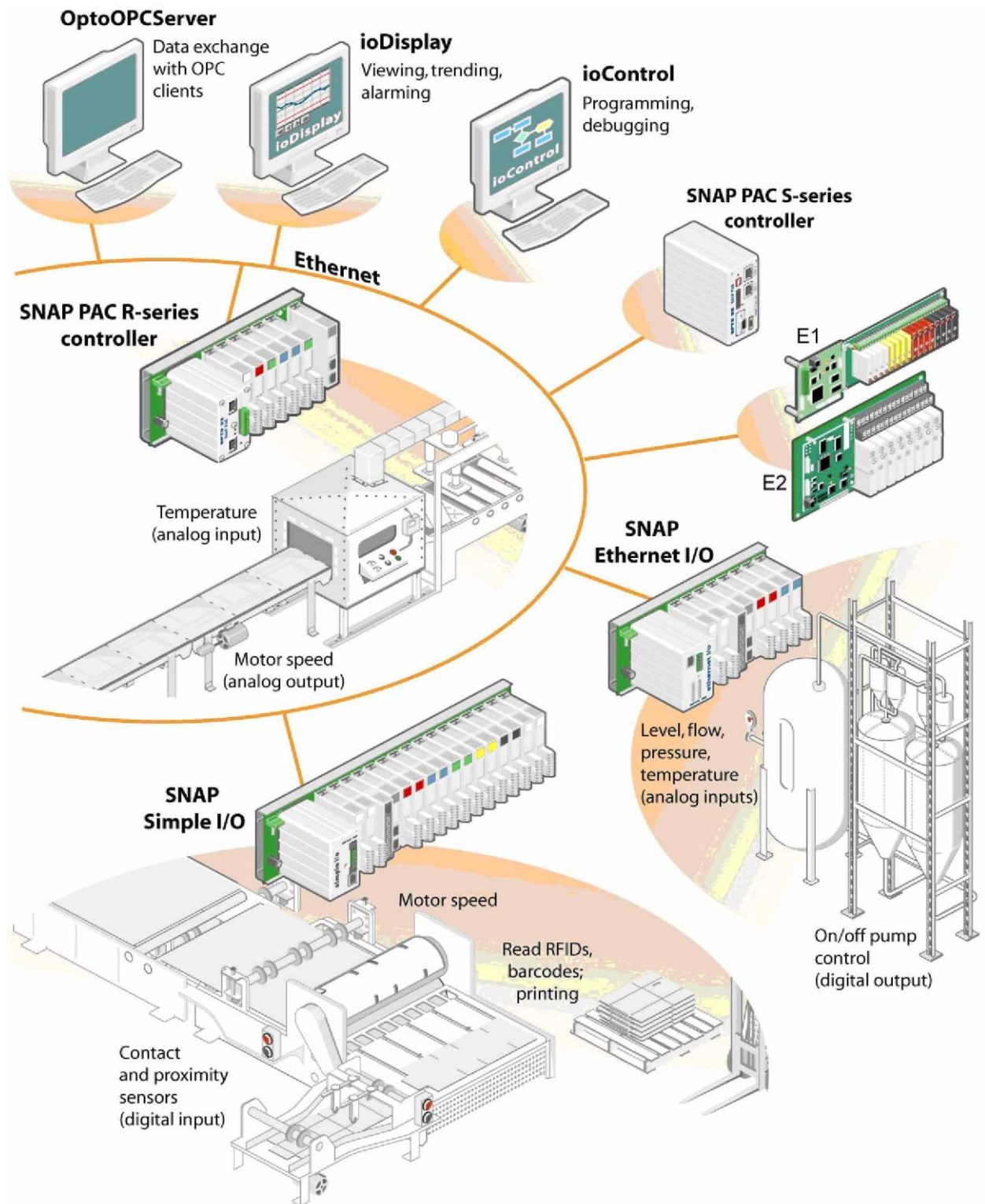


Рис. 9.3 Система управления на основе PAC контроллеров.

## Конфигурация структуры контроллера типа Soft PLC.

На 9.4 представлена архитектура системы ЧПУ класса CNC.

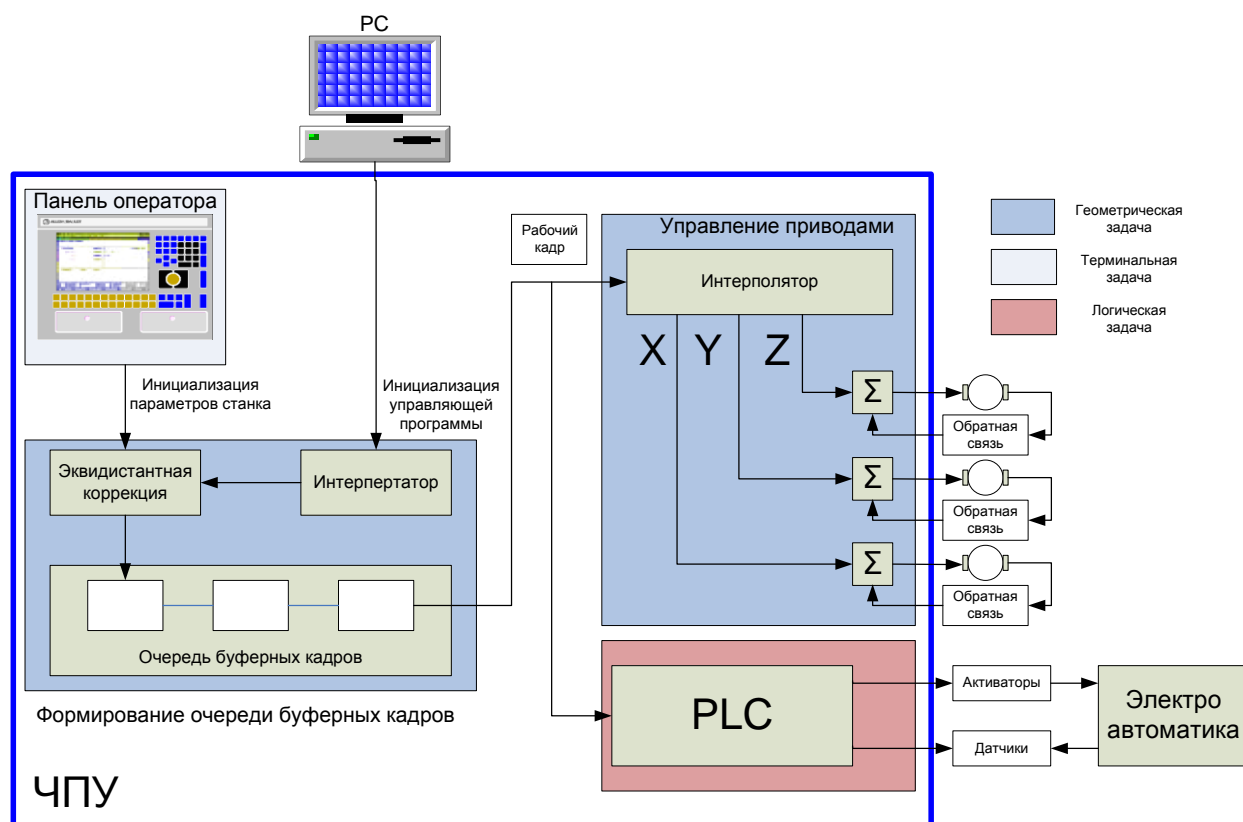


Рис.9.4 . Архитектура системы ЧПУ класса CNC.

По приведенной выше схеме можно выделить следующие особенности применения классического ПЛК в системах ЧПУ:

- Проектирование, построение архитектуры и реализация логической задачи ЧПУ жестко заданы и зависят от номенклатуры существующих на рынке Программируемых Логических Контроллеров;
- Программирование классического внешне реализованного контроллера часто осуществляется вне системы ЧПУ;
- В рамках такого построения систем ЧПУ возникают дополнительные накладные расходы при передаче данных от ПЛК к системе и обратно (в случае применения внешне реализованного контроллера – это ещё и накладные расходы, связанные с передачей данных через каналы связи,

например, Ethernet). Реализация логической задачи ЧПУ на основе программно реализованного контроллера.

На рис. 9.5 представлена архитектура системы ЧПУ класса PCNC – 4, с использованием контроллера типа Soft PLC.

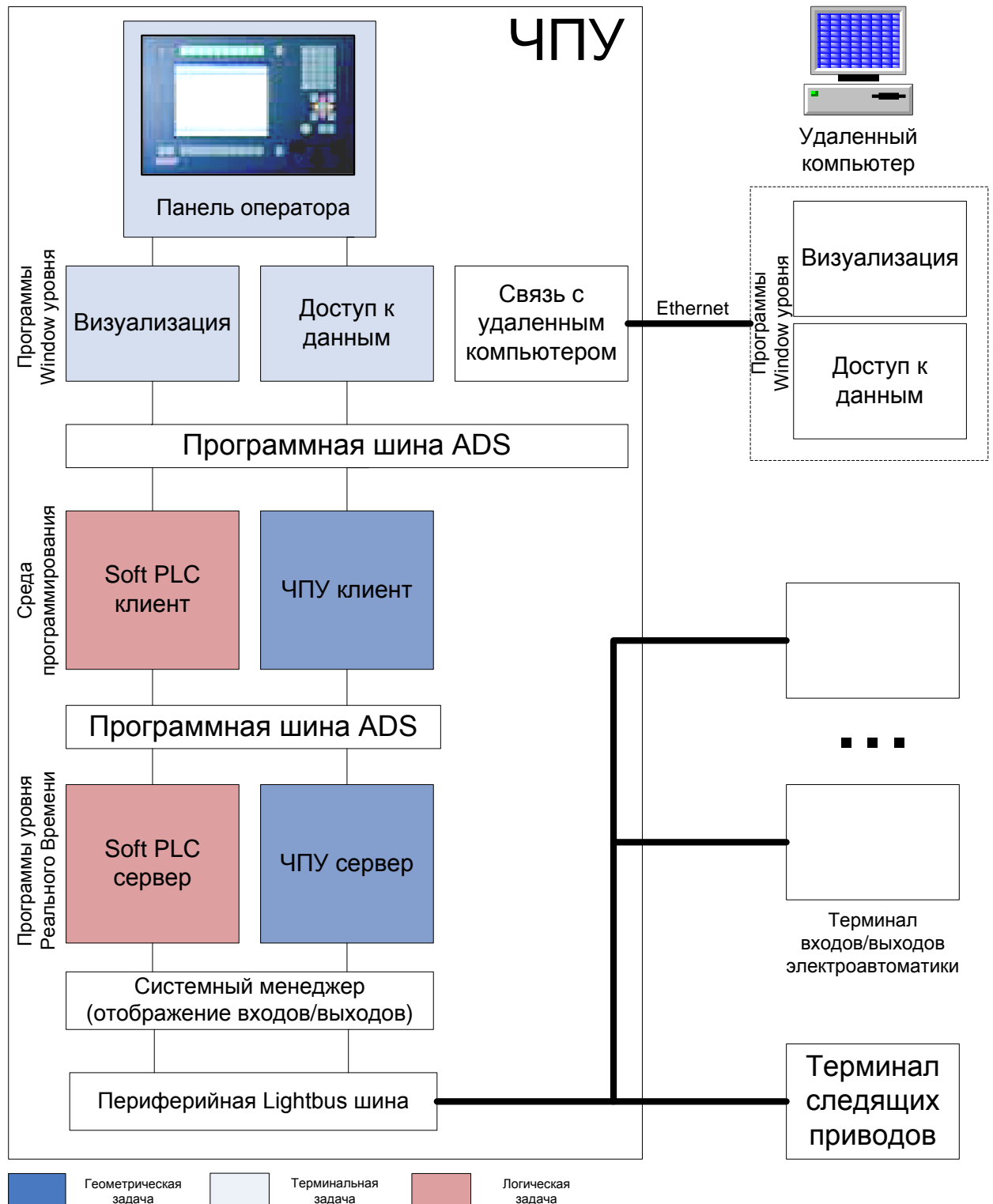


Рис. 9.5 Архитектура систему ЧПУ класса PCNC - 4

Особенности:

- Нет необходимости в дополнительном оборудовании, т.к. для вычисления используются ресурсы системы ЧПУ, а значит, уменьшается себестоимость системы в целом;
- Программно реализованный логический контроллер является программно-математическим обеспечением в рамках системы ЧПУ, а значит, имеет возможность тесного взаимодействия, как с задачами ЧПУ, так и с модулями системы. Соответственно, обмен информацией и получение данных осуществляется без дополнительных накладных расходов;
- Программирование Soft PLC осуществляется в рамках системы ЧПУ по общему интерфейсу пользователя;
- Т.к. Soft PLC является программной реализацией, то есть возможность быстрой модернизации системы без длительной остановки и наладки оборудования, за счет установки обновлений;

На Рис. 9.6 представлена структура компонентов системы ЧПУ.

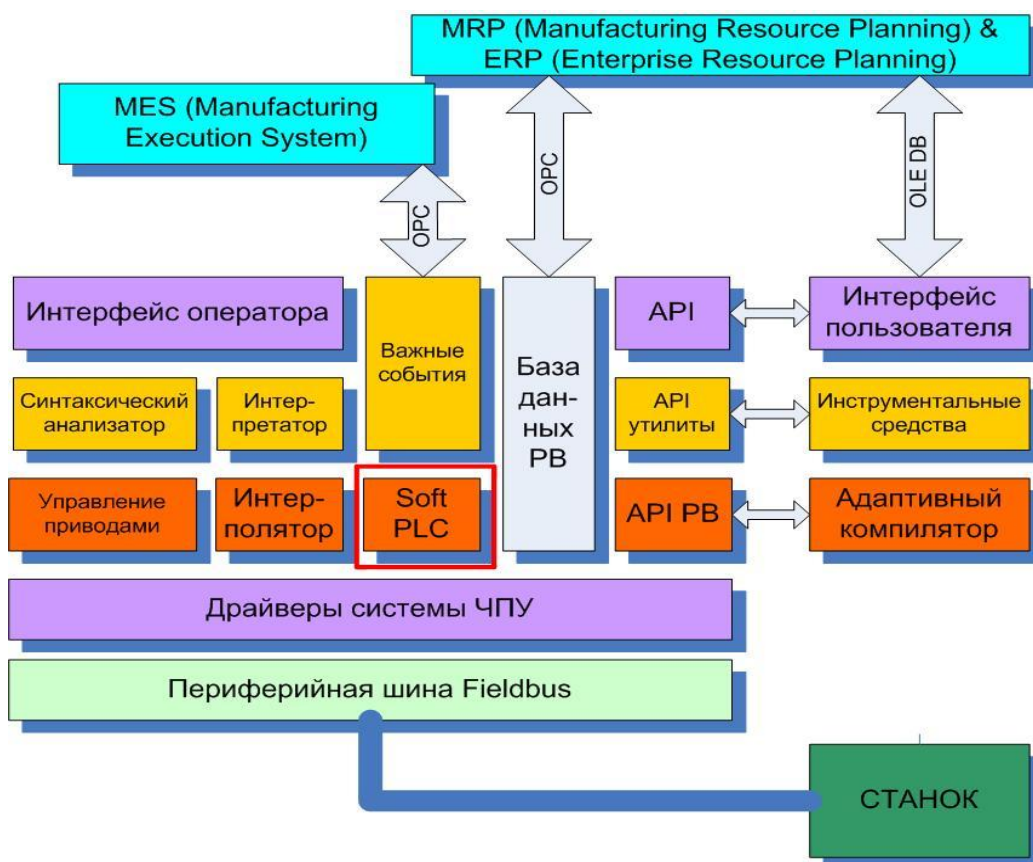


Рис.9.6 Расположение Soft PLC среди компонентов системы ЧПУ.

Рекомендуемая литература:

• <u>Учебники</u> / Учебное пособие	• Раздел	• Страницы
1. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Программное управление технологическим оборудованием: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств». – М.: Машиностроение, 1991. – 512 с.:ил. ISBN 5-217-01239-0. 2. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного управления: Учебное пособие. – М.: Логос, 2005. -296 с.	Глава 5 Принципы программирования электроавтоматики станков с ЧПУ  3.2 Реализация логической задачи управления	234-258  134-154

## ВЫВОДЫ.

1. Предложен методический учебный модуль, который содержит базовые начальные понятия о применении программируемых логических контроллеров (ПЛК) в качестве типовых систем управления широким классом объектов промышленного и социального профиля, как наиболее надежная и специализированная управляющая техническая система.
2. В качестве типового примера ПЛК в данном учебном модуле представлен широко применяемый ПЛК типа S7-200 (Siemens).
3. Представлены наиболее перспективные конфигурации новых типов ПЛК: программно реализованных контроллеров типа SoftPLC и контроллеров автоматизации процессов типа PAC.

