

5. РАБОТА №5. ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ DL05 И DL06 ПРОГРАММИРУЕМЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ ФИРМЫ AUTOMATION DIRECT

5.1. Цель работы

Ознакомиться с устройством и техническими характеристиками микроконтроллеров DO-05DD и DO-06DD1 соответственно серий DL05 и DL06 контроллеров фирмы Automation Direct. На базе микроконтроллера DO-05DD приобрести навыки программирования задач автоматизации, требующих выполнение логических, временных, счётных и других функций.

5.2. Содержание работы

1. Изучить устройство и технические характеристики микроконтроллеров серий DL05 и DL06, систему команд, языки их программирования.

2. Дома, при подготовке к работе, выполнить синтез системы автоматизации для заданного варианта задачи. Составить программу на языке лестничных диаграмм для ввода в микроконтроллер.

3. В лаборатории:

- пройти тестирование по системе команд и принципу программирования контроллера DO-05DD;

- освоить графическую среду программного обеспечения «DirectSoft32»;

- набрать на ПЭВМ подготовленную дома программу, запустить её на исполнение. Убедиться в правильности функционирования подготовленной дома программы. При необходимости откорректировать программу;

- записать программу в контроллер;

- запустить программу в работу, проверить правильность функционирования системы управления с помощью имитатора внешних устройств, продемонстрировать работу системы преподавателю;

- при успешном выполнении работы преподаватель даёт задание на подготовку и проверку той же программы на языке стадий или с использованием барабанного командоаппарата.

5.3. Технические характеристики изучаемых микроконтроллеров

5.3.1. Общие положения

Семейство контроллеров фирмы Automation Direct включает следующие разновидности контроллеров:

DirectLOGIC DL05 – серия экономичных моноблочных микроконтроллеров;

DirectLOGIC DL06 – серия моноблочных микроконтроллеров;

DirectLOGIC DL105 – моноблочный малогабаритный микроконтроллер;

DirectLOGIC DL205 – модульный миниконтроллер;
 DirectLOGIC DL305 – модульный контроллер;
 DirectLOGIC DL405 – модульный контроллер с большой вычислительной мощностью.

Серия микроконтроллеров фирмы Automation Direct DL05 включает в себя шесть различных моделей. Они отличаются параметрами каналов ввода/вывода информации (родом тока и уровнем допустимых напряжения и тока). Все они имеют один и тот же внешний вид и одинаковые характеристики процессора. Они имеют небольшие размеры, но включают систему команд, обычно присущую более большим, дорогостоящим системам.

Микроконтроллеры серии DL06 являются обновлённой версией микроконтроллеров серии DL05. Серия DL06 включает в себя уже восемь различных моделей, также различающихся параметрами каналов ввода/вывода информации. Они имеют большее количество каналов ввода/вывода, чем микроконтроллеры DL05. Все модели микроконтроллера имеют одинаковый внешний вид и одинаковые характеристики процессора.

5.3.2. Устройство микроконтроллеров DL06

На рис. 5.1 представлен микроконтроллер серии DL06 исполнения DO-06DD1. На нём показаны основные элементы микроконтроллера (табл. 5.1).

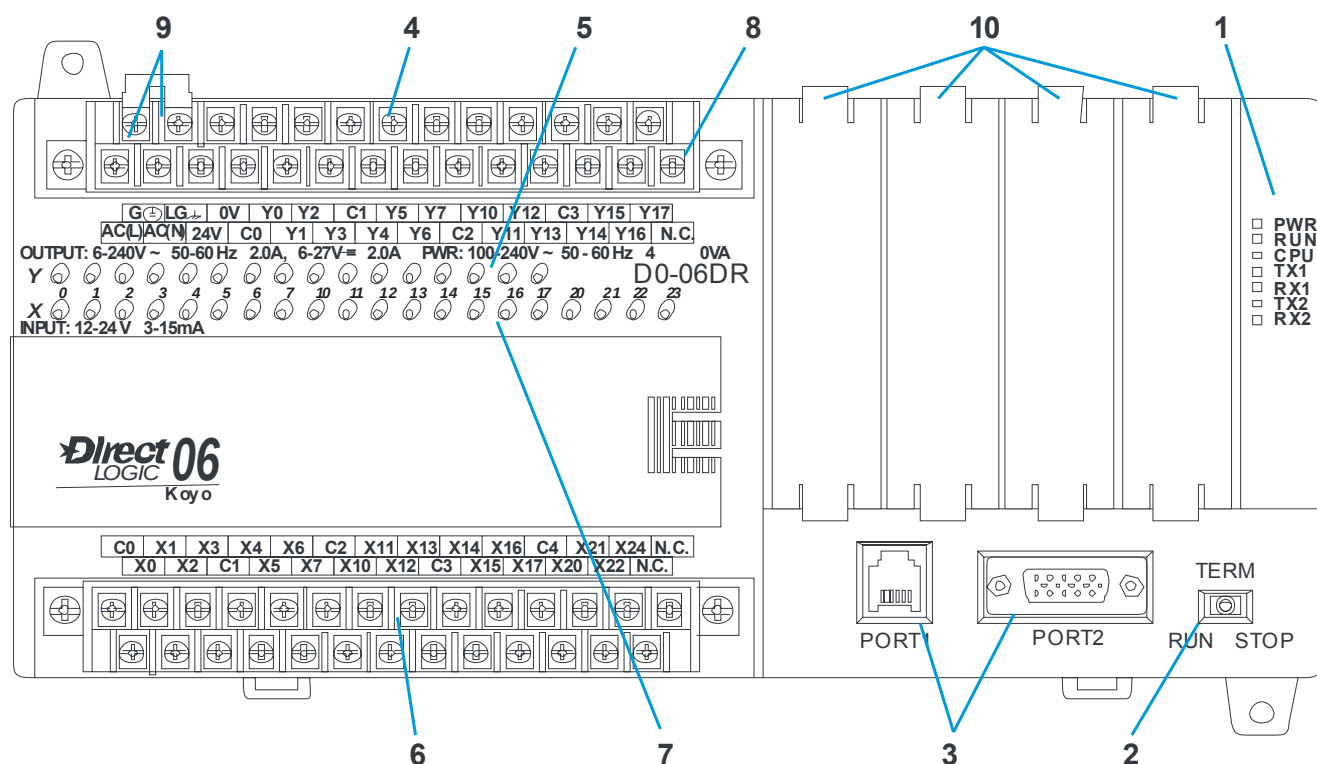


Рис. 5.1. Общий вид микроконтроллера DO-06DD1

Питание контроллера осуществляется от сети переменного тока напряжением 100...240 В частотой 50/60 Гц. Потребляемая мощность не более 40 ВА.

Таблица 5.1

№ п/п	Объект		Описание
1	Индикаторы состояния контроллера	Питание (PWR)	Отображает состояние питания системы
		Работа (RUN)	Отображает состояние работы: ВКЛ, ВЫКЛ, STOP.
		Ошибка (CPU)	Отображает неполадки в работе процессора
		Передача данных (TxD1, TxD2)	Отображают процесс передачи информации при программировании либо при связи с другим контроллером
		Прием данных (RxD1, RxD2)	Отображают процесс приема информации при программировании либо при связи с другим контроллером
2	Переключатель режимов		Переключатель режимов работы контроллера - RUN: выполнение программы - STOP: останов выполнения программы - TERM: программирование контроллера
3	Коммуникационные порты		Порты для связи с ПЭВМ (при программировании) или с другим контроллером (при параллельной работе)
4	Дискретные выходы		Контакты выходов контроллера
5	Индикаторы состояния выходов		Отображают состояние выходов контроллера
6	Дискретные входы		Контакты входов контроллера
7	Индикаторы состояния входов		Отображают состояние входов контроллера
8	Контакт для подключения внешнего напряжения +24В		Питание входов/выходов контроллера
9	Контакты для подключения напряжения ~220В		Питание внутренних цепей контроллера
10	Модули расширения		Дополнительные модули дискретных входов контроллера (в данном исполнении их три)

5.3.3. Общие характеристики микроконтроллеров DL06

В табл. 5.2 приведены характеристики единые для всех контроллеров DL06.

Таблица 5.2

Характеристика	Описание
Инструкций (команд)	229, в том числе тригонометрические
Память программы (слов)	7680
Память данных (слов)	7616
Входы (бит)	512
Выходы (бит)	512
Внутренние переменные (бит)	1024
Стадии (бит)	1024
Таймеры (бит)	256
Счетчики (бит)	128
Режимы работы	Работа (RUN), Стоп (STOP), Программирование (TERM)
Дополнительно	Встроенные часы реального времени
	Арифметика с плавающей запятой

5.3.4. Входы и выходы микроконтроллеров DL06

Технические характеристики входов микроконтроллера сведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Количество входов	50 (включая 30 входов дополнительных модулей)	
Потенциальное разделение	Оптопара	
Тип входов	Транзисторные (потребитель или источник)	
	X0-X3	X4-X23, X100-X150*
Постоянное напряжение	10.8/26.4 В	
Ток	6/13 мА	4/8.5 мА
Напряжение/ток логической 1	10 В / 5 мА и выше	10 В / 4 мА и выше
Напряжение/ток логического 0	2 В / 0,5 мА и ниже	2 В / 0,5 мА и ниже
Входное сопротивление	1,8 кОм	2,8 кОм
Время срабатывания	70 мкс	4 мс

*Адресация дополнительных модулей, начинается с цифры 100.

Внешний источник питания присоединяется одним полюсом к общей точке (общим точкам), а другим непосредственно к входу (входам) контроллера. На 50 входов имеется 11 общих изолированных точек (C0, C1...): 5 точек – по 4 входа на каждую (процессорный модуль), 6 точек – по 5 входов на каждую (модули дополнительные).

На рис. 5.2 показан вариант подключения входов контроллера. Полярность подключения значения не имеет и определяется пользователем при решении конкретной задачи.

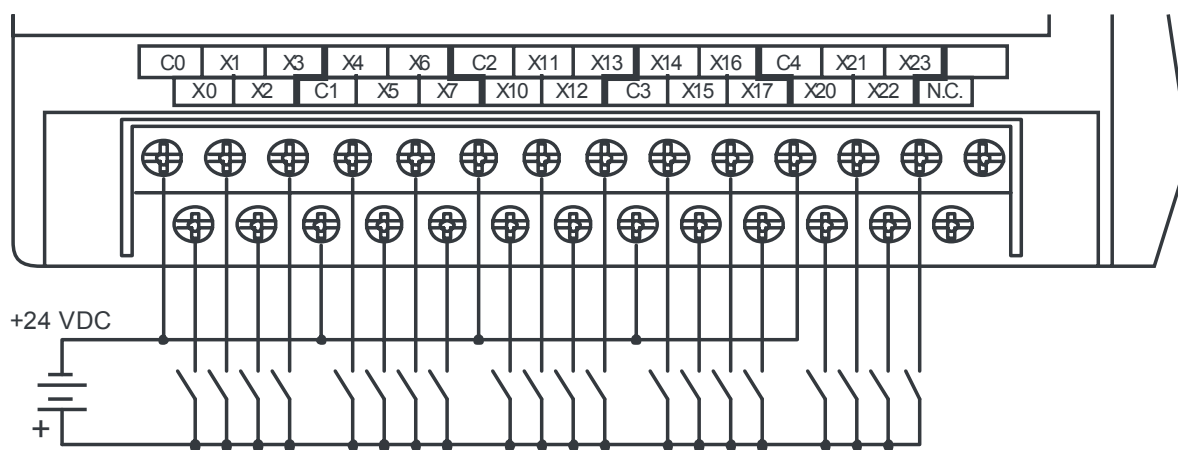


Рис. 5.2. Вариант подключения входов микроконтроллера DL06

Дискретные входы X0-X3 несколько отличаются от стандартных входов X4-X150 (рис. 5.3) характеристиками и внутренним устройством и могут быть использованы как высокоскоростные.

Каждый дополнительный модуль добавляет 10 дискретных входов. Подключение входов дополнительных модулей расширения осуществляется аналогично основным входам (рис. 5.3).

Технические характеристики выходов микроконтроллера сведены в табл. 5.4.

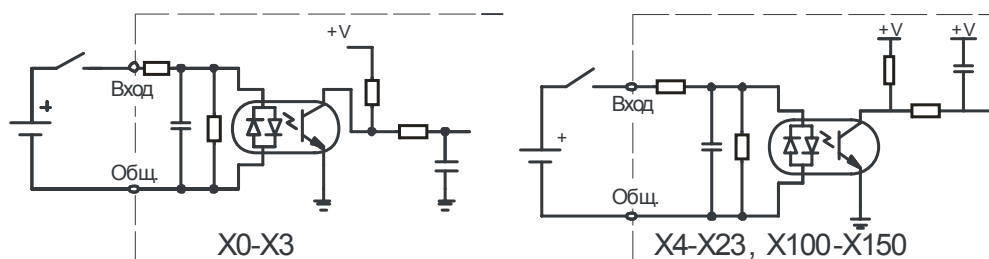


Рис. 5.3. Дискретные входы микроконтроллера

Таблица 5.4

Количество выходов	16	
Тип выходов	Транзисторные (потребитель)	
	Y0-Y1	Y2-Y17
Постоянное напряжение	5/30 В	
Ток	0.5/1 А	
Ток утечки	15 мкА (30 В)	
Время переключения	10/20 мкс	10/60 мкс

На выходах общие точки (C0-C3) имеют следующее распределение:

- C0: для выхода Y0-Y3;
- C1: для выхода Y4-Y7;
- C2: для выходов Y10-Y13;
- C3: для выходов Y14-Y17.

Внешний источник питания подсоединяется отрицательным полюсом к общей точке (общим точкам), а положительным полюсом непосредственно к нагрузке контроллера и контакту +V. На рис. 5.4 показан возможный вариант подключения нагрузки на выходы контроллера.

Внимание! Соблюдение полярности – обязательно!

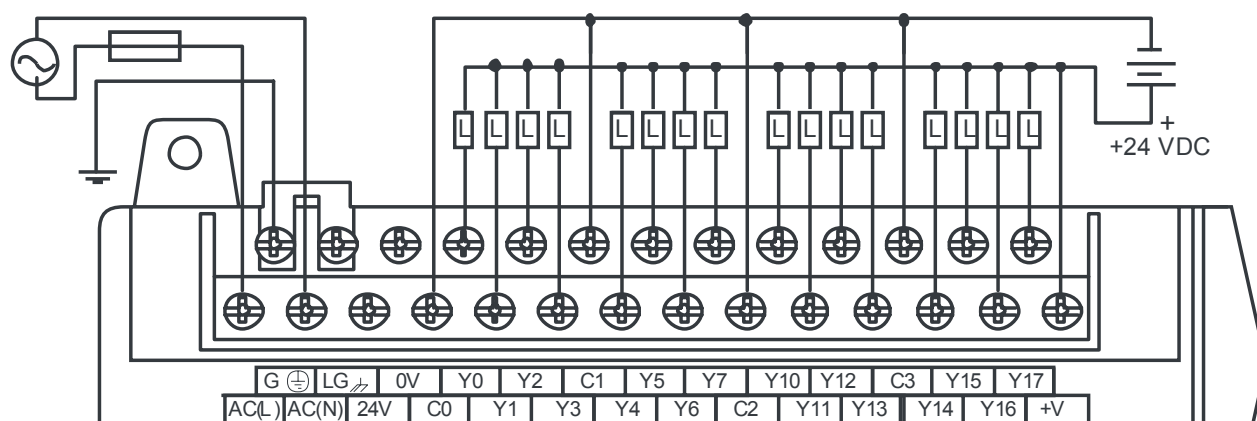


Рис. 5.4. Вариант подключения выходов микроконтроллера DL06

Микроконтроллеры DL05 имеют всего 8 входов и 6 выходов, подключение которых аналогично микроконтроллерам DL06.

Вся доступная пользователю память (V-память) разделена на 16-разрядные регистры, т.е. доступна по ссылке V [восьмеричный порядковый номер регистра].

Формат представления информации – восьмеричный. Например, ниже показана ячейка с адресом V40400, в которой размещаются, биты состояния входов с адресами X0...X17:

Аналогично в своих ячейках располагаются биты состояния Y, C, S, T и SP. Для каждого таймера кроме бита состояния выделяется еще ячейка для текущего значения счета таймера. Например, для 0-го таймера выделяется бит T0 в ячейке V41100 и ячейка V0000 для хранения текущего значения счета:

116

Аналогично реализуются и счетчики. Таймер считает импульсы внутреннего генератора, а счетчик считает внешние события.

Таблица 5.5

Тип памяти	Восьмеричный указатель дискретной памяти	Область памяти	Кол-во, бит	Обозначение
Входы	X0 – X777 (X0 – X377)	V40400...V40437 (V40400...V40417)	512 (256)	X0 ┌─┴─┐
Выходы	Y0 – Y777 (Y0 – Y377)	V40500...V40537 (V40500...V40517)	512 (256)	Y0 ┌─┴─┐
Внутренние переменные	C0 – C1777 (C0 – C777)	V40600...V40677 (V40600...V40637)	1024 (512)	C0 C0 ┌─┴─┐ ┌─┴─┐
Специальные реле	SP0 – SP777 (SP0 – SP777)	V41200...V41237 (V41200...V41237)	512	SP0 ┌─┴─┐
Таймеры	T0 – T377 (T0 – T177)	V41100...V41117 (V41100...V41107)	256 (128)	┌─┴─┐ TMR T0 K100 ┌─┴─┐
Текущее значение таймера	Нет	V0000...V0377 (V0000...V0177)	256 слов (128 слов)	V0 K100 ┌─┴─┐
Счетчики	CT0 – CT177 (CT0 – CT177)	V41140...V41147 (V41140...V41147)	128	┌─┴─┐ CNT CT0 K10 ┌─┴─┐
Текущее значение счетчика	Нет	V1000...V1177 (V1000...V1177)	128 слов	V1000 K100 ┌─┴─┐
Слова данных	Нет	V1200...V7577 (V1200...V7377)	3328 слов (3196 слов)	Используются со многими командами
Слова данных, сохраняемые	- Нет	- (V7400...V7577)	- (128)	Используются со многими командами
Стадии	S0 – S1777 (S0 – S777)	V41000...V41077 (V41000...V41017)	1024 256	┌─┴─┐ SG S001 ┌─┴─┐ SP1
Системные параметры	Нет	V7600...V7777	128	Используется для разных целей
Глобальные входы (удаленные)	GX0 – GX3777 -	V40000...V40177 -	2048 -	GX0 ┌─┴─┐
Глобальные выходы (удаленные)	GY0 – GY3777 -	V40200...V40377 -	2048 -	GY0 ┌─┴─┐
Системные параметры	Нет	V7600...V7777	128 слов	

Программное обеспечение контроллера позволяет считывать текущие значения таймеров и счетчиков и использовать их для сравнения с содержимым любой другой ячейки памяти на равно, не равно, меньше, больше или равно.

Особенностью контроллеров D0-06DD1 является наличие специальных реле SP. Это реле, выполняющие определенную функцию. Например, реле SP1 имеет всегда замкнутый контакт, реле SP5 в течение 50 мс включено и в течение 50 мс отключено. Реле SP7 включается в каждое другое сканирование. Реле SP3 включается при низком напряжении батареи и т.п. Контакты этих реле можно без ограничений использовать в программе.

Наличие стадий S используется в языке RLL^{PLUS} при составлении программ не по логическим уравнениям, а фактически по циклограмме работы объекта. Вся программа может быть разбита на нумерованные стадии (до 1024) и с каждой из них можно связать реле S. Когда стадия активна, то выполняются все инструкции соответствующей стадии, и наоборот, если стадия пассивна, то пропускаются все действия внутри стадии.

5.4. Программирование микроконтроллеров

5.4.1. Общие положения

Микроконтроллеры DL05 и DL06 можно программировать с помощью графического пакета DirectSoft32. Для программирования доступно два языка:

- язык RLL (Relay Ladder Logic) – язык релейной логики;
- язык RLL^{PLUS}, объединяющий стандартный язык релейной логики с возможностями стадийного программирования.

Микроконтроллеры используют восьмеричную систему счисления.

5.4.2. Программирование на языке RLL

Программное обеспечение RLL обеспечивает программирование на языке лестничных диаграмм LD (Ladder Diagram), на языке инструкций IL (Instruction List) и с помощью барабанного командоаппарата.

Язык RLL ориентирован на программирование по уравнениям алгебры Буля (по логическим уравнениям). Он требует знания синтеза таких уравнений и преобразования их в релейный эквивалент.

В языке RLL есть 5 групп команд:

- булевы (булевские) команды;
- команды таймера;
- команды счетчика;
- команды сумматора;
- табличные команды.

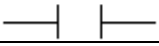
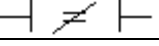
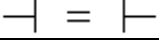
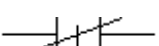
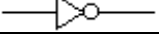
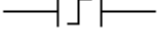
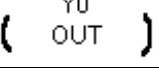
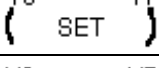
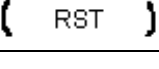
Ниже в указанном порядке будет рассмотрено использование перечисленных команд. Полный перечень всех команд представлен в Приложении А данного раздела. Язык лестничных диаграмм использует представление программы в виде своеобразной релейно-контактной схемы. В табл. 5.6 представлены контакты, используемые в программах микроконтроллеров, являющиеся основой группы **булевых команд**.

Для сокращения записей адресов ячеек V-памяти при программировании в программном пакете DirectSoft32 предусмотрена возможность вместо адресов ячеек присваивать на символьное обозначение TA00...TA17, использующее восьмеричный формат нумерования. Всего этих символьных обозначений – 16. Доступ к ячейкам TA осуществляется через контекстное меню Tools/Memory Editor, либо при одновременном нажатии клавиш Ctrl+Y. Ячейки памяти, имеющие символьное обозначение TA00...TA17, могут содержать текущее значение таймеров,

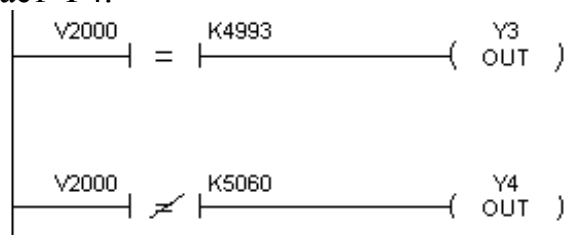
счетчиков, а также могут быть использованы для непосредственной записи в них чисел, используемых в математико-арифметических операциях.

При операциях сравнения могут быть использованы ячейки памяти, содержащие текущее значение таймеров, счетчиков, V-память и т.д.

Таблица 5.6

Контакт	Описание
	Замыкающий контакт (нормально разомкнутый)
	Размыкающий контакт (нормально замкнутый)
TA0 TA1 	Контакт замкнут, при условии, что первая переменная (TA0) меньше второй (TA1)
TA0 TA1 	Контакт замкнут, при условии, что первая переменная (TA0) не равна второй (TA1)
TA0 TA1 	Контакт замкнут, при условии, что первая переменная (TA0) равна второй (TA1)
TA0 TA1 	Контакт замкнут, при условии, что первая переменная (TA0) больше или равна второй (TA1)
	Контакт нормально разомкнутый, мгновенного действия (в первом скане)
	Контакт нормально замкнутый, мгновенного действия (в первом скане)
	Контакт, инвертирующий выход
	Контакт, срабатывающий по переднему фронту (при переходе сигнала 0 → 1)
	Контакт, срабатывающий по заднему фронту (при переходе сигнала 1 → 0)
	Контакт вывода (устанавливает соответствующий выход)
	Фиксирование вывода (диапазона выводов)
	Расфиксирование вывода (диапазона выводов)

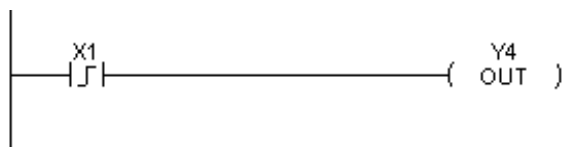
В следующем примере показано, что при значении в ячейке памяти V2000=4993, срабатывает выход Y3. Если же значение в этой в этой же ячейке V2000≠5060, то срабатывает Y4.



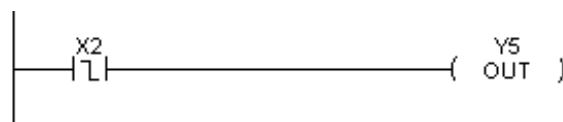
Здесь К означает представление константы. Вместо адресов ячеек, как уже указывалось выше, может быть использовано присвоенное им символьное обозначение ТА0...ТА17.

Состояния контактов мгновенного действия при формировании выходного воздействия берутся не из области данных, а непосредственно с входа контроллера.

В следующем примере показано что, каждый раз, когда X1 переходит из состояния Выкл. в состояние Вкл., обмотка Y4 будет замыкаться на время одного цикла сканирования.



В следующем примере при каждом переходе X2 переходит из состояния Вкл. в состояние Выкл. Обмотка Y5 будет замыкаться на время одного цикла сканирования.



Язык лестничных диаграмм (LD) прост и нагляден. Язык инструкций (IL) используется в основном лишь при корректировке программ с ручного программатора на месте установки контроллера в производственных условиях. Программу на языке LD программное обеспечение DirectSoft32 на ПЭВМ автоматически переводит на язык IL.

Язык IL использует булевый стек, имеющий 8 уровней. На рис. 5.6 представлено решение логического уравнения вида

$$X0 \cdot X1 + X2 \cdot X3 + X4 \cdot \overline{X5} = Y0$$

с использованием стека типа «первый пришел – последний вышел» и рабочего регистра.

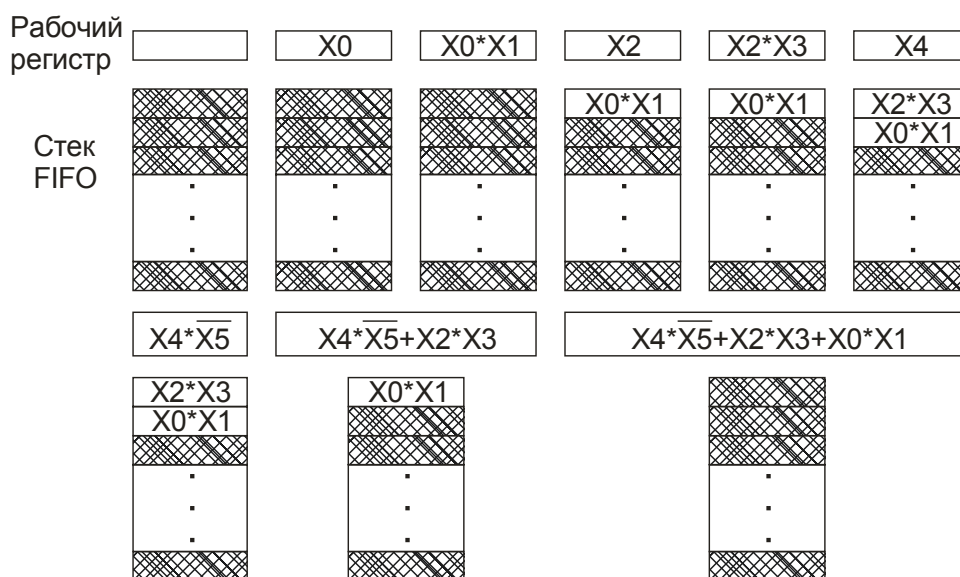


Рис. 5.6. Использование стека для решения логического уравнения

На рис. 5.7 приведены программы решения упомянутого уравнения на языках LD и IL.

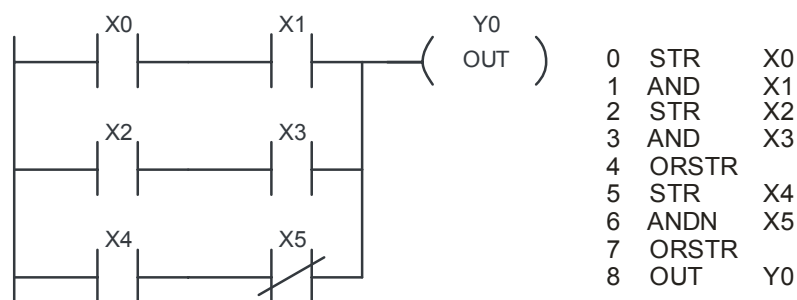


Рис. 5.7. Программа решения логического уравнения на языках LD и IL

При программировании на языке IL каждый очередной раз когда вводится команда STR (Store - память), эта команда перемещает данные из рабочего регистра в стек. Команды ANDSTR и ORSTR извлекают информацию из стека и совершают требуемые логические операции с содержимым рабочего регистра. Команда OUT (Output) отправляет содержимое рабочего регистра на выход.

Программа, использующая команды сравнения на языках LD и IL, представлена на рис. 5.8.

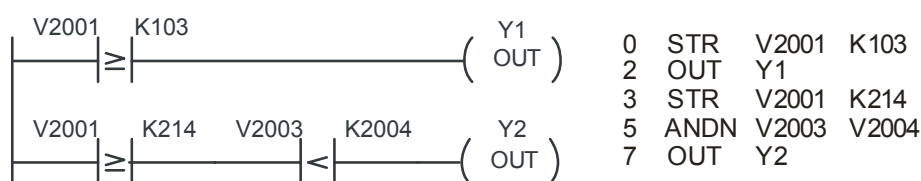


Рис. 5.8. Фрагмент программы, использующей контакты сравнения

Рассматриваемые микроконтроллеры реализуют два вида таймеров:

- простые таймеры с задержкой только переднего фронта входного сигнала;
- накапливающие таймеры для счета длительного включенного состояния входного сигнала.

Таймеры представляют собой счетчики, которые считают импульсы генератора, следующие с определенной частотой. У микроконтроллеров есть два генератора. Один генератор с дискретой времени следования импульсов 0,1 с (условно назван «медленный таймер»), второй – с дискретой времени 0,01 с (условно – «быстрый таймер»).

Команды таймера включают в себя:

- обозначение типа таймера. Простые таймеры обозначаются TMR (медленный таймер) и TMRF (быстрый таймер), накапливающие таймеры соответственно TMRA и TMRFA;
- номер таймера T0...T177 (для DL05), T0...T377 (для DL06);
- уставка таймера. Уставка задается десятичным числом от 0000 до 9999 для простых таймеров и от 0000 до 99999999 – для накапливающих.

Счет числа импульсов располагается в V-ячейках памяти, выделенных соответственно каждому таймеру (табл. 5.5). Когда текущее значение счета таймера достигнет уставки, выход таймера включится.

На рис. 5.9 представлена программа управления простым медленным таймером с номером T1 и уставкой времени 3 с на языке LD (рис. 5.9а) и на языке IL (рис. 5.9б). Временные диаграммы (рис. 5.9в) показывают, что через 3 с после замыкания контакта X1 (входной сигнал) включается выход T1 таймера, что вызывает включение выхода Y0. Отключение таймера и сброс его ячейки V-памяти V0001 происходит при размыкании контакта X1.

Максимальная задержка переднего фронта входного сигнала для таймера TMR составляет 999,9 с, для таймера TMRF – 99.99 с.

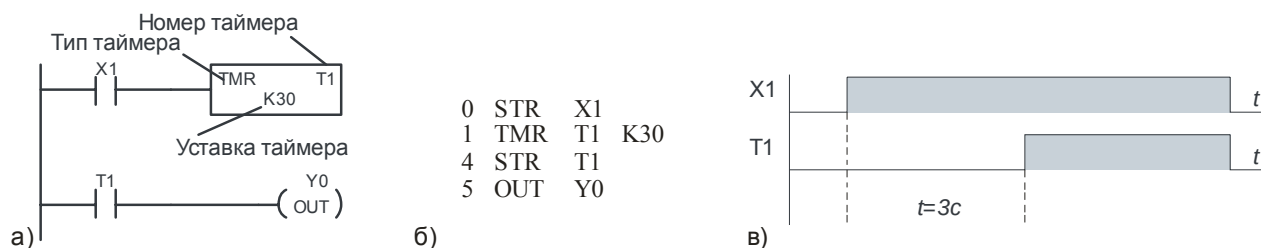


Рис. 5.9. Программирование простого таймера

На рис. 5.10 представлена программа управления накапливающим медленным таймером с номером T2 и уставкой времени 30 с на языке LD (рис. 5.10а) и на языке IL (рис. 5.10б). Таймер имеет два входа. При замыкании контакта X1 (рис. 5.10в) происходит счет импульсов генератора. При размыкании контакта X1 счет прекращается, но подсчитанное число импульсов сохраняется. При следующем замыкании X1 счет продолжается и т.д. Когда накопленное число счета станет равным уставке – включается выход T2 таймера, что вызывает включение выхода Y1. При последующих включениях X1 счет продолжается, а выход сохраняется во включенном состоянии. Выход таймера отключается и происходит сброс накопленного значения при замыкании контакта X2 (сброс).

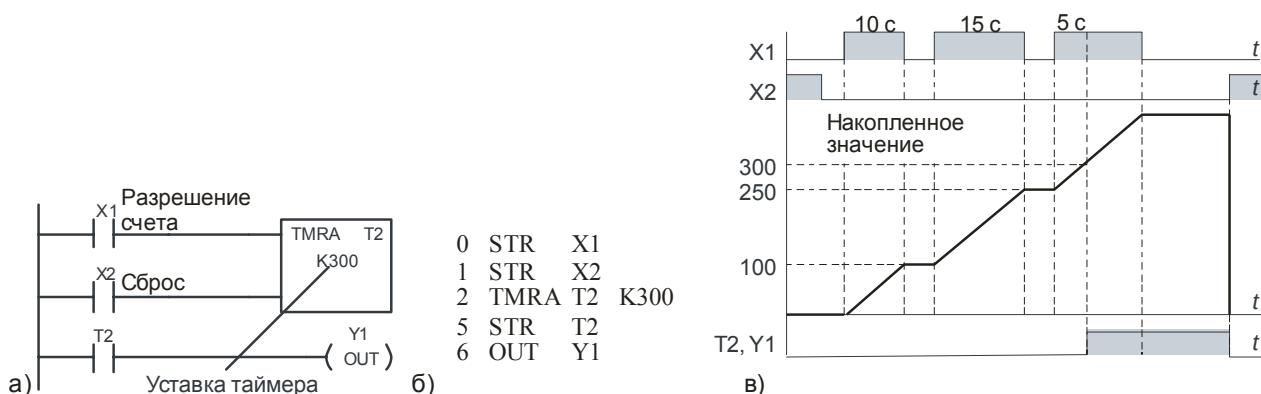


Рис. 5.10. Программирование накапливающего таймера

Накапливающему таймеру для счета импульсов выделяется две последовательных ячейки V-памяти общей емкостью счета до 99999999 в BCD-формате. В рассматриваемом случае выделяются ячейки V002 и V003.

Максимальное задание уставки таймера TMRA составляет 9999999,9 с а таймера TMRFA – 999999,99 с.

В микроконтроллерах счетчики реализуются подобно таймерам, только считают они не импульсы генератора, а события. Счет изменяется в случае, если сигнал на входе изменяется с 0 на 1, т.е. счетчик реагирует на передний фронт сигнала на счетном входе.

Команды счетчика включают в себя:

- обозначение типа счетчика. Рассматриваемые микроконтроллеры имеют два типа счетчиков: счетчик на сложение (обозначение «CNT») и реверсивный (обозначение «UDC»);
- номер счетчика CT0...CT177 для микроконтроллеров DL05 и DL06;
- уставка счетчика. Уставка задается десятичным числом от 0000 до 9999 для счетчика на сложение и от 0000 до 99999999 для реверсивного счетчика.

Счет числа событий располагается в V-ячейках памяти, выделенных соответственно каждому счетчику (табл. 5.5). Когда текущее значение счета достигает уставки, выход счетчика включается.

На рис. 5.11 представлена программа управления счетчиком на сложение CNT с номером CT1 и уставкой 3 на языке LD (рис. 5.11а) и на языке IL (рис. 5.11б). Временные диаграммы (рис. 5.11в) показывают, что после 3-х включений контакта X1 включается выход счетчика CT1, что вызывает включение выхода Y2. Отключение счетчика и сброс ячейки V-памяти V1001 происходит при замыкании контакта X2.

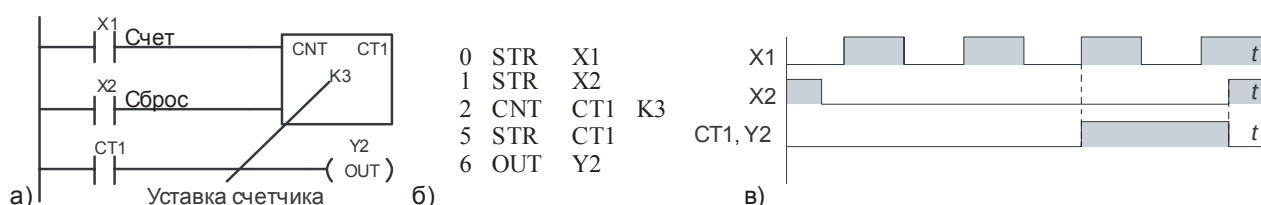


Рис. 5.11. Программирование счетчика на сложение

На рис. 5.12 представлена программа управления реверсивным счетчиком UDC с номером CT2 и уставкой 3 на языке LD (рис. 5.12а) и на языке IL (рис. 5.12б). Реверсивный счетчик имеет дополнительный вход на вычитание (Счет-). На рис. 5.12в представлены временные диаграммы работы счетчика UDC. Этот счетчик подсчитывает разницу в количестве срабатываний контактов X1 и X2. Когда она достигает 3-х, срабатывает выход счетчика CT2. замыкание контакта X3 сбрасывает выход счетчика и текущее значение соответствующих ячеек V-памяти. В рассматриваемом примере это ячейки V1002 и V1003.

При счете на увеличение достижение максимального значения (99999999 в BCD-формате) останавливает счет. То же – при достижении нуля при счете на уменьшение.

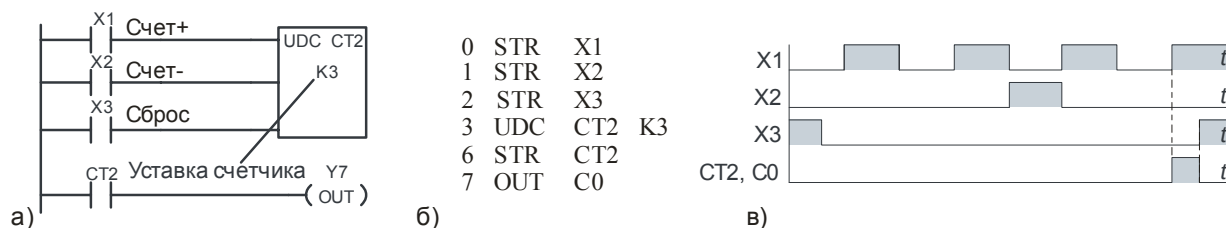


Рис. 5.12. Программирование реверсивного счетчика

Команды сумматора предназначены для реализации математических и логических операций, перемещения информации и т.п. У рассматриваемых микроконтроллеров есть 32 разрядный аккумулятор (сумматор), работающий с 16 разрядными ячейками V – памяти. Команды сумматора в полном объеме представлены в Приложении А данного раздела.

Пусть необходимо константу 4935 переместить из ячейки с адресом V1400 в ячейку с адресом V1410. Это обеспечивается программой рис. 5.13.



Рис. 5.13. Программа пересылки одинарного слова:
а) программа; б) осуществление операции

На рис. 5.13а при замыкании контакта X1 командой LD (Load) содержимое ячейки V1400 помещается в аккумулятор, а командой OUT – из аккумулятора в ячейку с адресом V1410.

Следующая программа (рис. 5.14) содержимое двух последовательных ячеек V1401 и V1400 командой LDD (Load Double) помещает в аккумулятор, а команда OUTD (Out Double) пересылает в две последовательных ячейки V1411 и V1410 содержимое аккумулятора.

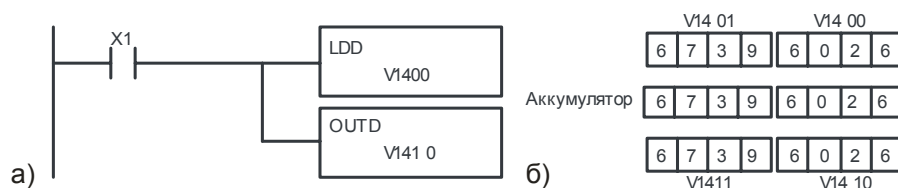


Рис. 5.14. Программа пересылки двойного слова:
а) программа; б) осуществляемые операции

Аккумулятор имеет 32-х разрядный стек на 8 уровней. Каждый раз, когда значение командой LD или LDD помещается в стек, другое значение в стеке смещается вниз на один уровень. Если в стек записать больше 8 уровней, то значение из 8-го уровня удаляется из стека и может быть потеряно.

Команда POP сдвигает значение стека вверх. После команды POP значение, которое было в аккумуляторе, удаляется, а то, которое было в стеке, помещается в аккумулятор. Ниже (рис. 5.15) приведена программа засылки констант в ячейки V1400, V1401 и V1402.

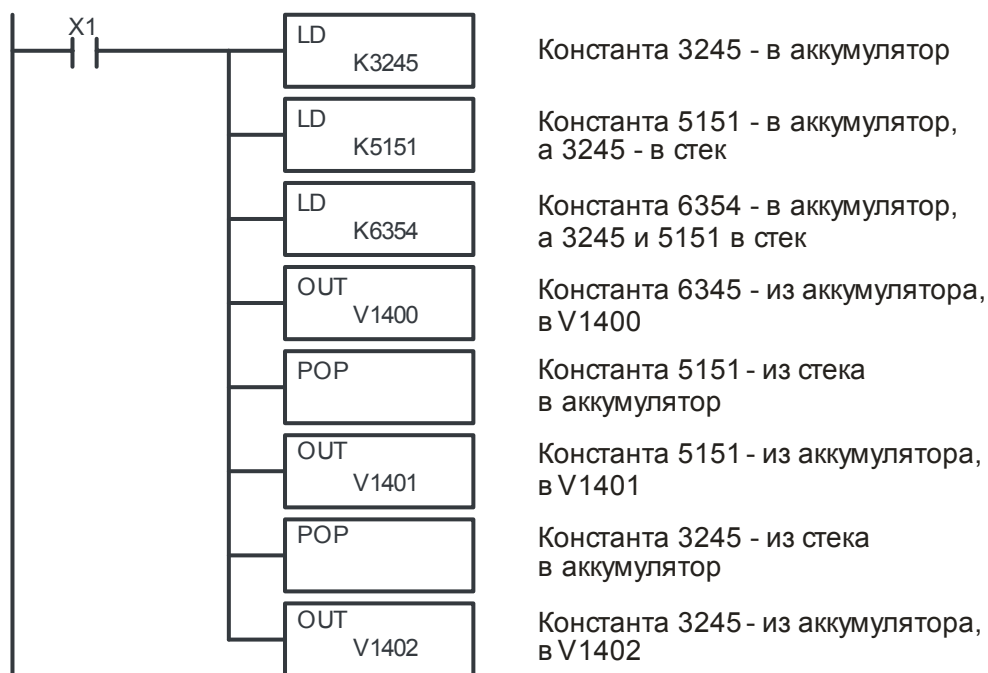


Рис. 5.15. Программа пересылки данных

Пример программы, выполняющей вычисление $Y=((V2000+V2001)*V2002)/V2003$ и помещающей результат в ячейку V2004 на языках LD и IL приведен на рис. 5.16.

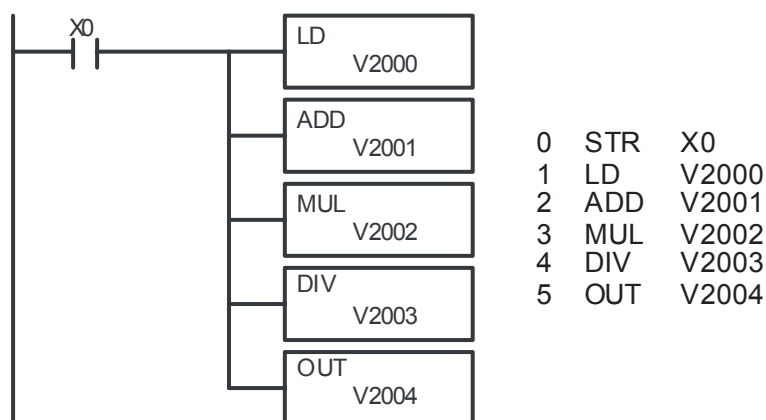


Рис. 5.16. Пример выполнения арифметических действий

- операции осуществляются с 16-ричными числами;
- все переменные хранятся в ячейках памяти V2000...V2003;
- вычисление происходит при нажатии кнопки Пуск (адрес X0)\$
- результат арифметических операций сохраняется в 16-ти младших разря-

32-битного аккумулятора, а флаги хранятся в следующих специальных реги-

х (реле) памяти:

SP61 – если число в аккумуляторе равно числу в ячейке V-памяти;

SP62 – если число в аккумуляторе больше числа в ячейке V-памяти;

SP63 – при нулевом значении результата операции (флаг Z);

SP66 – при превышении значения результата операции 16 бит;

SP67 – при превышении значения результата операции 32 бит;

SP70 – при отрицательном значении результата операции (флаг S).

Табличные команды, которых всего три (Приложение В), обеспечивают перемещение из одной области V-памяти в другую область V-памяти и т.п.

Программирование с помощью барабанного командоаппарата позволяет сэкономить время при программировании и отладке.

Команды барабанного командоаппарата, работающие по событиям программным образом, имитируют электромеханический барабанный командоаппарат (рис. 5.17). Команды барабанного командоаппарата наилучшим образом подходят для циклических процессов, состоящих из конечного количества шагов. Они могут простым образом выполнить работу нескольких цепей релейной логики.

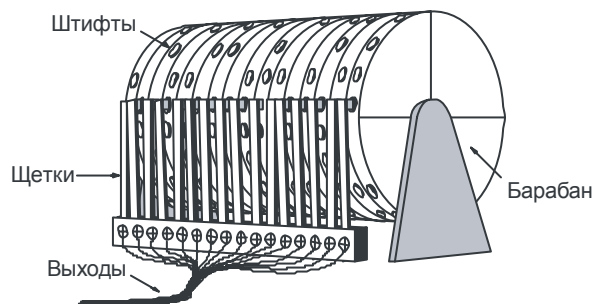


Рис. 5.17. Барабанный командоаппарат

Барабанный командоаппарат с переходом по времени обеспечивает 16 шагов и 16 выходов (рис. 5.18). Переход с шага на шаг происходит только по времени, заданным числом единиц счета на шаг. Неиспользуемые шаги должны программироваться со значением «единиц счета на шаг»=0. Дискретными точками выхода может быть независимо назначен тип X, Y и C, или они могут быть оставлены неиспользуемыми.

Как только будет инициализирован вход «Старт», станет доступным таймер барабанного командоаппарата. Он останавливается при завершении последнего шага или при инициализации входа «Сброс».

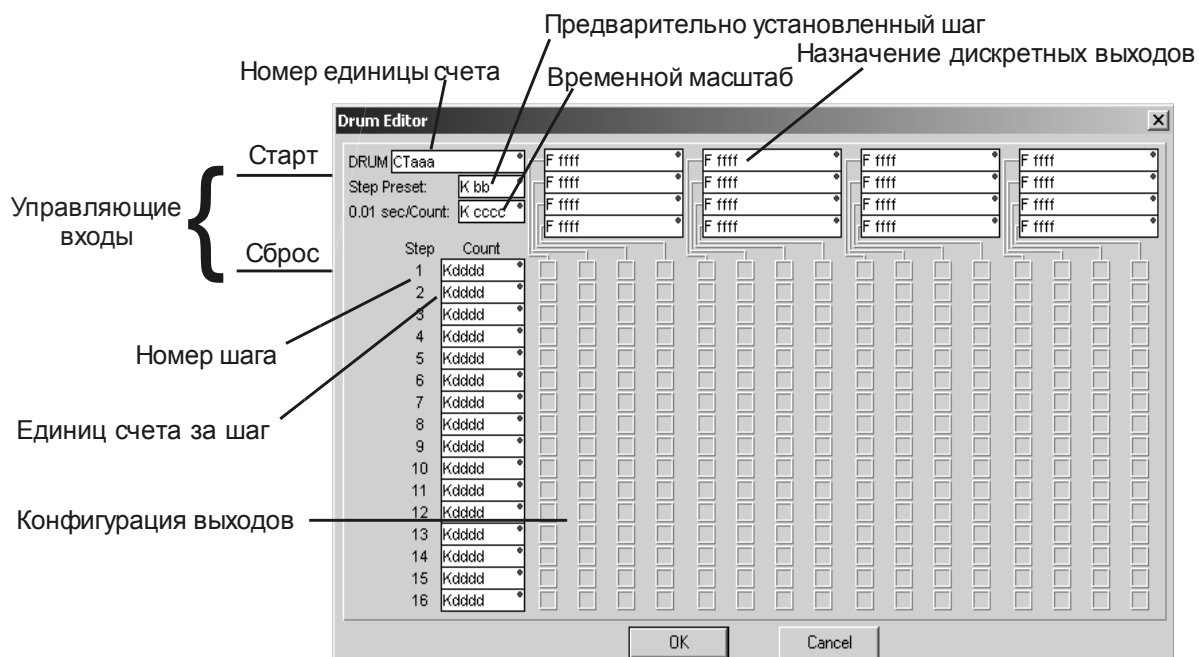


Рис. 5.18. Барабанный командоаппарат с дискретными входами и переходом по времени (DRUM)

Барабанный командоаппарат с дискретными входами и переходом по событию обеспечивает 16 шагов и 16 выходов (рис. 5.19). Переход шага происходит по времени или по событию. Вход «Переход» также вызывает переход шага при каждом включении. Время задается в единицах счета за шаг, а события задаются как дискретные контакты. Тип дискретных точек выхода может быть назначен независимо.



Рис. 5.19. Барабанный командоаппарат с дискретными входами и переходом по событию (EDRUM)

Как только будет инициализирован вход «Старт», станет доступным таймер барабанного командоаппарата. Таймер работает, пока имеет место событие для данного шага. Когда номер единицы шага становится равным значению единиц счета за шаг, командоаппарат переходит к следующему шагу. Этот процесс останавливается при завершении последнего шага или при инициализации входа «Сброс». Командоаппарат переходит к выбранному предварительно установленному шагу при переходе процессора в Рабочий режим программы, а также при каждой инициализации входа «Сброс».

5.4.3. Примеры программирования контроллера на языке RLL

В качестве примера рассматривается управление воротами (дверью) въезда/выезда на территорию гаража.

Для управления открытием/закрытием ворот имеется только одна кнопка K_H . Открытое и закрытое положения ворот контролируются соответственно датчиками D_O и D_3 . Начальное (исходное) положение ворот закрытое (есть сигнал с датчика D_3). Для открытия ворот кратковременно нажимается, а затем отпускается кнопка K_H . Команда на открытие ворот O возникает только после отпускания кнопки и сохраняется до срабатывания датчика открытого положения ворот D_O . Одновременно с появлением команды O включается предупредительный звонок $Зв$, который должен звенеть в течение 18 с. Закрывание ворот аналогично: при кратковременном нажатии и последующем отпускании кнопки K_H возникает команда $З$ на закрывание ворот и включается на 18 с предупредительный звонок. При полном закрытии ворот (срабатывание датчика D_3) привод ворот отключается. Звонок отключается по истечении задержки 18 с.

Для программирования на языке RLL следует составить логические уравнения выходных команд и сигналов, а также внутренних выходов (промежуточных переменных).

Вводится промежуточная переменная P_K о нажатии кнопки управления K_H . Она возникает при нажатии кнопки K_H и сохраняется до появления команды O или $З$:

$$P_K = (K_H + P_K) \cdot (\overline{O + З}) = (K_H + P_K) \cdot \overline{O} \cdot \overline{З}$$

Команда O возникает при закрытом положении ворот, наличии памяти P_K и отпускании кнопки. Возникшая команда сохраняется до полного открытия ворот. Этому соответствует логическое уравнение:

$$O = (D_3 \cdot P_K \cdot \overline{K_H} + O) \cdot \overline{D_O}.$$

Аналогично, команда $З$ возникает при открытом положении ворот, наличии памяти P_K и отпускании кнопки. Возникшая команда сохраняется до полного закрытия ворот. Этому соответствует логическое уравнение:

$$З = (D_O \cdot P_K \cdot \overline{K_H} + З) \cdot \overline{D_3}.$$

Команда на включение звонка $Зв$ возникает при появлении команд O и $З$ и сохраняется до включения таймера с задержкой времени 18 с. Командой на рабо-

ту таймера является сигнал о включении звонка Зв. То есть сигнал Зв запускает таймер, который через 18 с отключает звонок. Этому соответствуют логические уравнения:

$$Зв = (O + З + Зв) \cdot \overline{T}^{\uparrow}$$

$$T = Зв$$

В табл. 5.7 представлена адресация переменных в адресах программируемого микроконтроллера DL06 или DL05.

В табл. 5.8 представлена логические уравнения в адресах программируемого микроконтроллера.

Таблица 5.7

Команда, сигнал	К _Н	Д ₀	Д ₃	О	З	Зв	Р _к	Т
Адрес	X0	X1	X2	Y0	Y1	Y2	C0	T0

Таблица 5.8

Команда, сигнал	Уравнения в адресах ПЛК DL06
Р _к	$(X0 + C0) \cdot \overline{Y0} \cdot \overline{Y1} = C0$
О	$(X2 \cdot C0 \cdot \overline{X0} + Y0) \cdot \overline{X1} = Y0$
З	$(X1 \cdot C0 \cdot \overline{X0} + Y1) \cdot \overline{X2} = Y1$
Зв	$(Y0 + Y1 + Y2) \cdot \overline{T0} = Y2$
Т	$Y0 = TMR$

Программа на языке лестничных диаграмм представлена на рис. 5.20.

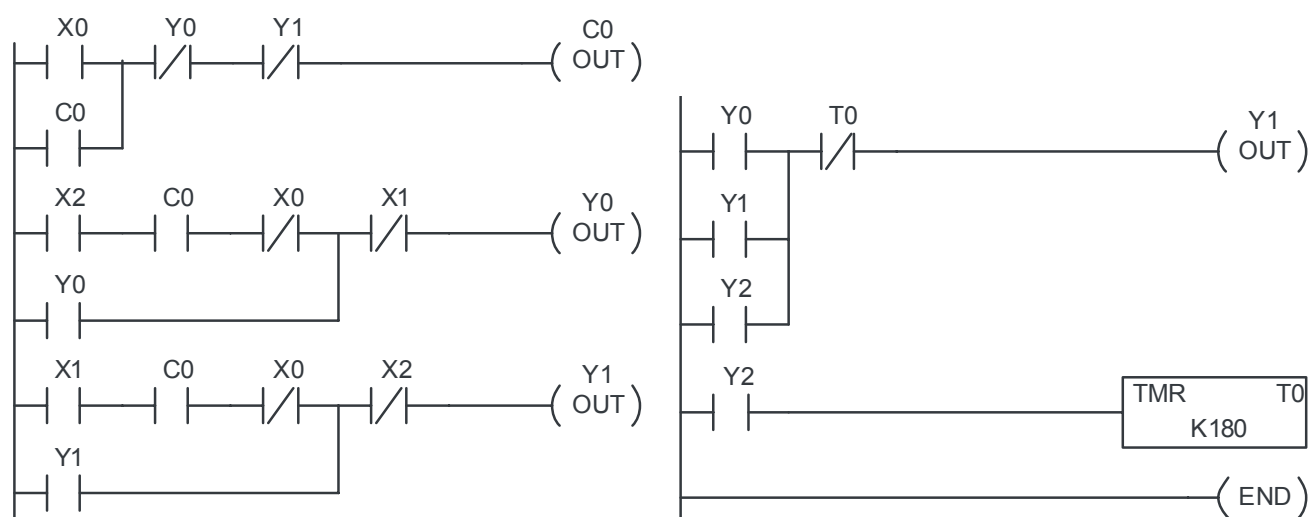


Рис. 5.20. Программа управления воротами гаража на языке лестничных диаграмм

5.4.4. Программирование на языке RLL^{PLUS}

Программирование на языке стадий RLL^{PLUS} (стадийное программирование RLL^{PLUS}) не требует составления логических уравнений. Это практически программирование по циклограмме технологического процесса. Такое программирование сокращает время одного скана программы.

В программе, составленной по логическим уравнениям, в пределах одного скана решаются все логические уравнения. При стадийном программировании весь процесс управления разбивается на ряд стадий. Стадия может выполняться в данном скане, если она активна, и не выполняться, если она пассивна (неактивна). Наличие пассивных стадий и сокращает время скана программы.

При стадийном программировании следует учитывать следующее:

- а) стадии включаются, когда программа переходит от стадии к стадии с помощью команды JMP;
- б) стадии можно включать и отключать командами SET и RST точно также как использовали эти команды при управлении выходами;
- в) активная стадия автоматически отключается при переходе к другой стадии;
- г) стадии инициализации (ISG) автоматически включаются, когда контроллер переходит от режима Program к режиму Run. Таких стадий может быть несколько, и они одновременно могут быть активными;
- д) можно использовать одну и ту же ситуацию для перехода к нескольким стадиям;
- е) при выходе из стадии выходы, которые были включены командой OUT, автоматически отключаются. Если нужно сохранить выход, то используется команда SET.

Язык RLL^{PLUS} в соответствии со стандартом МЭК61131 можно отнести к языку последовательных функциональных схем SFC (Sequential Function Chart), в котором любая SFC схема составляется из элементов, представляющих шаги и условия переходов.

На рис. 5.21 представлена программа на языке стадий RLL^{PLUS} для рассмотренной выше задачи управления воротами въезда/выезда на территорию гаража. В этой программе приняты обозначения переменных в соответствии с табл. 5.7.

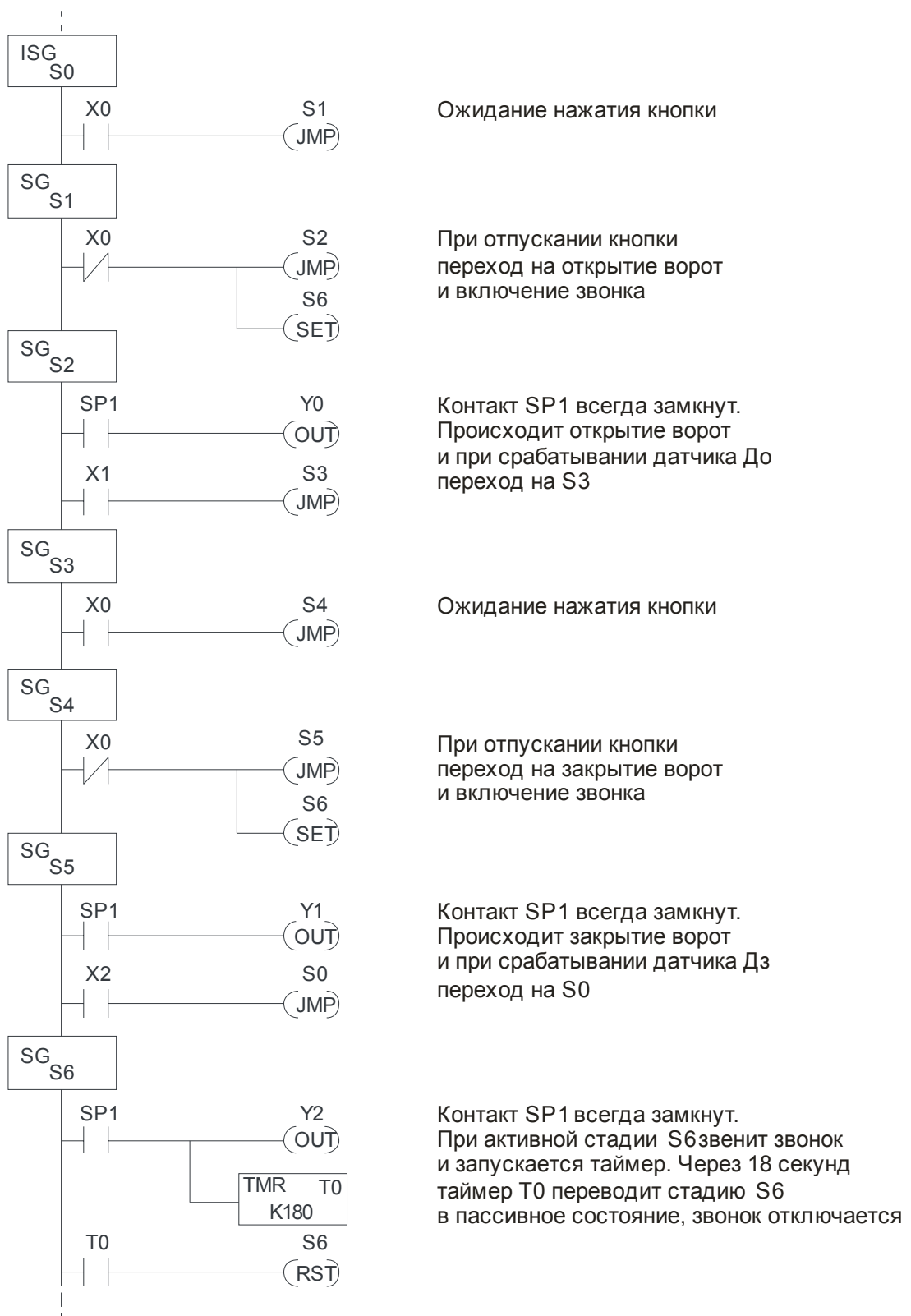


Рис. 5.21. Программа управления воротами гаража на языке RLL^{PLUS}

5.5. Подготовка программы с помощью пакета программирования DirectSoft32

Для подготовки программ для микроконтроллеров DL служит специальный пакет программ DirectSoft32. Запуск DirectSoft32 осуществляется через соответствующий ярлык на рабочем столе или в меню «Пуск» персонального компьютера.

После запуска программы автоматически выводится окно создания нового проекта (рис. 5.22).

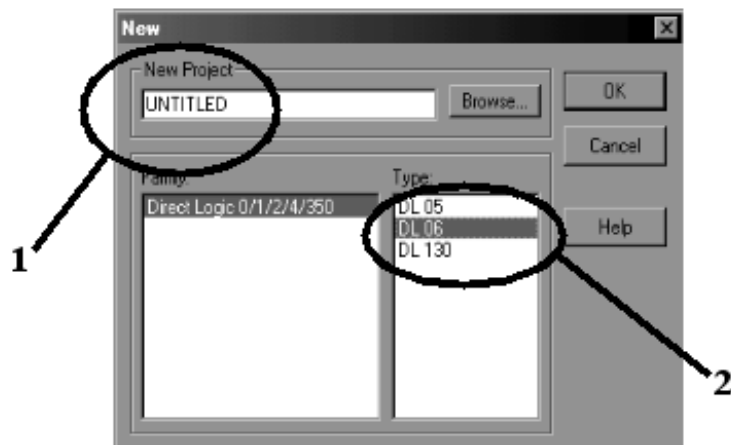


Рис. 5.22.

В появившемся окне (см. рис. 5.22) указываются имя проекта (1) и тип контроллера (2). По окончании ввода параметров следует провести подтверждение, нажав кнопку «ОК». После подтверждения появляется собственно само окно программы, которое представляет собой чистое (незаполненное) поле в виде цепей лестничной диаграммы.

Находясь в окне программы, можно выбирать компоненты из контекстного меню либо использовать значки на панели инструментов (рис. 5.23).



Рис. 5.23. Панель инструментов

Краткое описание назначения всех компонентов панели инструментов представлено в табл. 5.9.

Для начала программирования нужно перейти в режим редактирования (Edit Mode OFF), при котором появляется дополнительная панель инструментов снизу экрана (рис. 5.24).

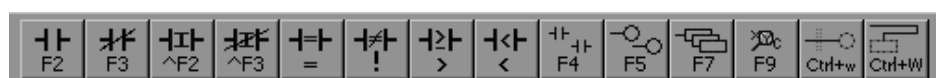


Рис. 5.24. Дополнительная панель инструментов

Таблица 5.9

Значок панели инструментов	Контекстное меню	Пояснения
	File/Read Program/from Disk File/Write Program/to Disk	Считать, хранящуюся на диске программу/Сохранение памяти программы на диске
	File/New Project/Offline	Создать новый автономный проект
	File/Open Project	Открыть уже существующий проект
	File/Backup Project	Создать резервную копию проекта
	Edit/Edit Mode	Перейти в режим редактирования
	Edit/Accept	Компиляция изменений
	Edit/Cut	Вырезать выделенные цепи в буфер обмена. Цепи выделяются клавишами-стрелками при удерживаемой клавише [Shift]
	Edit/Copy	Копировать выделенные цепи в буфер обмена
	Edit/Paste	Вставить из буфера обмена вырезанные или скопированные цепи
	Search/Find	Найти элемент программы
	Search/Find Again	Снова найти элемент программы
	Search/Element Browser	Запустить окно просмотра элементов
	View/Options	Управление различными параметрами визуального отображения программы
	View/Zoom In View/Zoom Out	Увеличить размер экрана Уменьшить размер экрана
	Help/Help Index	Помощь (на англ. языке)

Описание кнопок реле приведены выше, поэтому в табл. 5.10 представлено краткое описание назначения только некоторых компонентов данной панели инструментов.

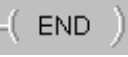
ВНИМАНИЕ! Написанная программа обязательно должна заканчиваться ячейкой (), и не в коем случае (во избежание неполадок с центральным процессором), программа не должна заикливаться командами () и ().

Таблица 5.10

Значок панели инструментов	Пояснения
	Посмотреть и выбрать различные типы контактов
	Посмотреть и выбрать различные типы выходных катушек
	Посмотреть и выбрать различные типы команд блока
	Вставить горизонтальное соединение с выходной колонкой
	Нарисовать соединение между контактом и блоком стадии

Для набора цепи, показанной на рис. 5.25 мышью или клавишами управления курсором подвести курсор к началу цепи. Выбрать мышью в нижней линейке инструментов замыкающий контакт и щёлкнуть левой кнопкой мыши. Появляется на схеме обозначение контакта. Вместо имеющейся подписи у контакта записать X0 и щёлкнуть левой кнопкой мыши на обозначение «галочки» в окне изображения контакта. Курсор автоматически смещается вправо на следующую позицию.

Аналогично вводится контакт X1. Стрелкой курсора при нажатой клавише «Ctrl» изобразить линию, шунтирующую контакт X1, с длиной достаточной для изображения 2-х контактов. Курсор переметить на место установки контакта T0.

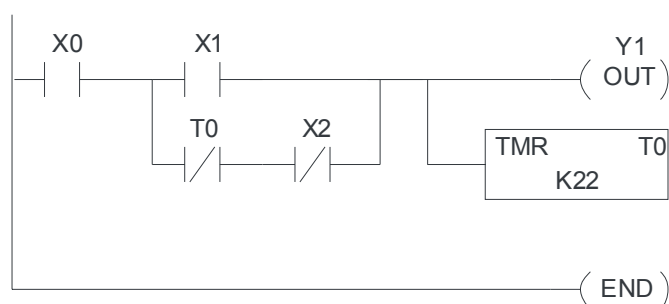


Рис. 5.25.

Выбрать мышью в линейке инструментов размыкающий контакт и аналогично предыдущему ввести контакт T0. Курсор автоматически смещается вправо на место записи второго контакта. Вводится размыкающий контакт X2. Курсор устанавливается на обозначение выхода. Нажатием клавиши «Delete» убирается бывшее изображение. Напечатать Y1 и щёлкнуть мышью на обозначение «галочки». Поставить курсор слева от выхода Y1, и, используя клавишу «Ctrl» и клавиши курсора. Организовать параллельную выходную цепь. Курсор стоит на позиции выхода. В линейке инструментов выбираем клавишу . В появившемся окне выбрать режим Vox и выбрать обозначение требуемого таймера. Мышью нажать на клавишу «ОК». В появившемся обозначении напечатать требуемый тип таймера и номер его контакта. Нажать клавишу «Enter» или на изображение «галочки». Перевести курсор на изображение выхода следующей второй строки программы.

Щёлкнуть мышью по клавише . В появившемся окне выбрать режим Program Control, а затем выбрать обозначение END. После нажатия мышью на «ОК» появится изображение схемы с внесённым выходом END. Можно не обращаться к окну, а сразу печатать слово END и дважды нажать на клавишу Enter. Это справедливо и для ввода других символов.

Всем элементам, используемым при программировании, можно присвоить условные буквенно-цифровые обозначения (по выбору пользователя). Для этого нужно нажать пункт меню Tools/Documentation Editor.

При необходимости можно поменять обозначение элемента, нажав на него два раза левой кнопкой мыши. Либо, если нужно поменять не только обозначение, но и тип элемента, то необходимо выбрать изменяемый элемент, нажав левую кнопку мыши, и нажать на новый тип элемента в нижней панели инструментов (либо выбрать другой элемент из списка, нажав ).

Вертикальные соединительные линии рисуются клавишами-стрелками при удерживаемой клавише «Ctrl», стираются они при удержании клавиш «Shift + Ctrl».

Для удаления отдельного элемента лестничных диаграмм (например, реле) необходимо в режиме редактирования выбрать его, нажав на него левой кнопкой мыши, и нажать клавишу «Delete».

Для удаления всей цепи лестничной диаграммы необходимо в режиме редактирования нажать левой кнопкой мыши на незанятую элементами часть цепи, нажать клавишу «Delete» и подтвердить удаление, нажав на «ОК».

Выделение цепей лестничных диаграмм производится клавишами-стрелками при удерживаемой клавише «Shift».

Для сохранения проекта необходимо нажать следующие пункты контекстного меню: File/Save Project/to Disk или File/Save Project As...[Сохранить как].

При нажатии правой кнопки мыши появляется меню, в котором можно выбрать тип отображения программы:

- 1) Ladder View – лестничные диаграммы;
- 2) Stage View – стадии;
- 3) Mnemonic View – мнемоническое представление (инструкции);
- 4) Cross Reference View – представление в виде перекрестных ссылок.

Для выхода из программы DirectSoft32 можно нажать File/Exit в контекстном меню, либо воспользоваться стандартной кнопкой закрытия приложения Windows в виде крестика в верхнем правом углу окна приложения.

При этом если с момента последнего сохранения программы на диск произошли какие-либо изменения, появится окно (рис. 5.26), предупреждающее о том, что внесенные изменения не были откомпилированы.



Рис. 5.26.

Откомпилировать программу можно, нажав кнопку «Да». Если же последние изменения сохранять не нужно, то нажать «Нет». Нажав «Отмена» – вы вернетесь обратно в программу. После нажатия кнопки «Да» (рис. 5.27) либо при выходе из программы после компилирования, появляется окно, предупреждающее о том, что программа была изменена, откомпилирована, но не сохранена.

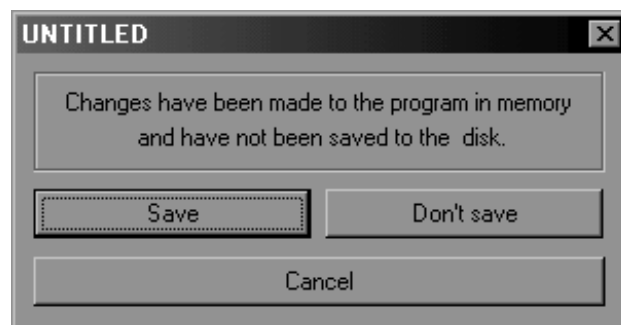


Рис. 5.27.

Можно либо подтвердить сохранение (кнопка «Save»), либо отказаться от сохранения (кнопка «Don't save»), либо отказаться от выхода из программы DirectSoft32 (кнопка «Cancel»).

Перед записью программы в контроллер её необходимо откомпилировать, для чего надо нажать кнопку () либо Edit/Асcept. Если в программе обнаружены ошибки, то появится сообщение с их перечислением. Все выявленные ошибки следует исправить. Признаком успешной компиляции является зелёная вертикальная полоса, отмечающая цепи набранной схемы, включая цепь с командой END.

5.6. Ввод программы в микроконтроллер

После успешной компиляции программа готова к загрузке. Для работы с микроконтроллером необходимо включить его и установить режим TERM. Порядок загрузки и работы следующий:

- для связи с контроллером нажать пункты меню PLC/Connect...;
- в появившемся окне (рис. 5.28), поставить галочку (1) и нажать кнопку Select (признаком успешной связи является появление дополнительных кнопок на верхней панели инструментов);

- при успешном соединении с микроконтроллером появится окно запроса источника программы отображаемой при дальнейшей работе (рис. 5.29). Для записи в микроконтроллер составленной программы нажмите «Use Disk», для чтения программы из микроконтроллера нажмите «Use PLC»;
- нажмите на клавишу «Use Disk»;
- при появлении окна с сообщением об ошибке (рис. 5.30), следует убедиться в правильности подключения кабеля связи между ПК и ПЭВМ, а также в том, что микроконтроллер включен (светится индикатор PWR);

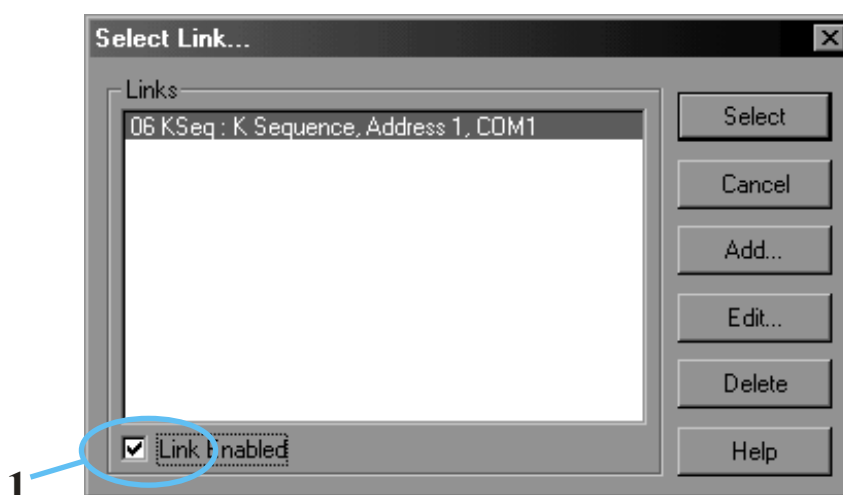


Рис. 5.28.

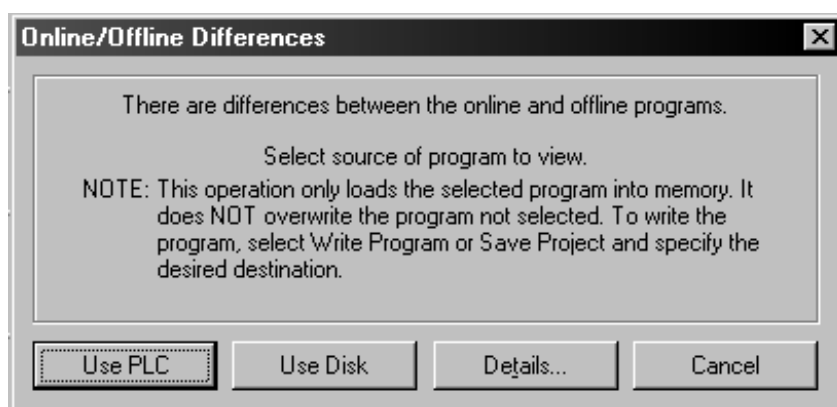


Рис. 5.29.



Рис. 5.30.

– при отсутствии ошибок появляется изображение схемы и дополнительные функциональные клавиши. Нажатием функциональной клавиши с изображением светофора выбрать в появившемся окне режим Program и нажать мышью клавишу «ОК». При нажатии клавиши с изображением контроллера с упирающейся в него стрелкой происходит запись программы в контроллер. При этом переключатель контроллера должен находиться в среднем положении Term. Вновь нажать функциональную клавишу с изображением светофора, в появившемся окне выбрать режим RUN и после подачи мышью команды «ОК» появляется схема программы ,

а на контроллере загорается дополнительная индикация RUN. Можно приступить к проверке работы программы на контроллере.

ПЭВМ позволяет наблюдать текущее состояние входов/выходов контроллера. Для этого необходимо мышью нажать на функциональную клавишу  в строке клавиш со светофором.

5.7. Вывод программы на печать

Для вывода программы на печать необходимо нажать пункт меню File/Print. В появившемся окне (рис. 5.31) можно установить следующие параметры печати:

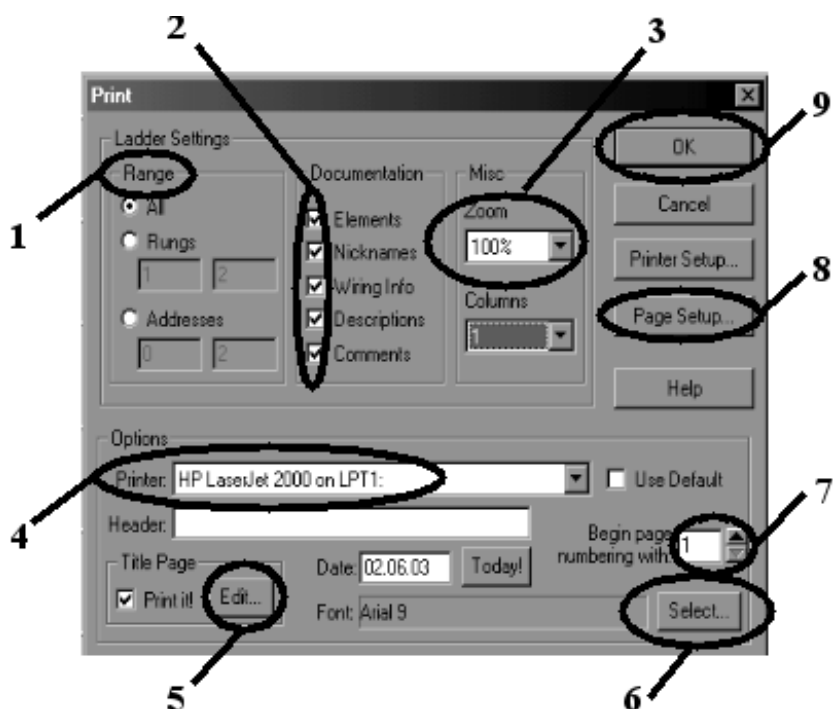


Рис. 5.31.

- 1) диапазон цепей лестничной диаграммы, который будет выведен на печать;
- 2) дополнительная информация (элементы, их обозначения, название цепей, пояснения, комментарии);
- 3) масштаб графического отображения программы;
- 4) выбор печатающего устройства;
- 5) заглавие страниц;
- 6) выбор шрифта выводимой на печать текстовой информации;
- 7) нумерация страниц (с какой будет начата);
- 8) задание полей печати (отступов от краев страницы);
- 9) подтверждение вывода на печать.

Существует возможность предварительного просмотра выводимой на печать программы. Для этого нужно нажать пункт меню File/Print Preview. В появившемся меню можно экспериментально подобрать все необходимые параметры и при

нажатии на кнопку «ОК», просмотреть результат будущей распечатки на экране монитора.

5.8. Дополнительные возможности микроконтроллеров

Возможности микроконтроллеров DL05 и DL06 многообразны. Руководство пользователя, например, микроконтроллера DL06 (DirectSoft32: руководство пользователя (файл DSoft32_rus, каталог dl06user)) по объему составляет более 500 страниц. Поэтому в представленном пособии дан тот объем информации, который обеспечивает знакомство с основными функциями контроллера, позволяет запрограммировать на различных языках программирования задачу по управлению заданным объектом и проверить работу объекта по подготовленной программе.

В упомянутом руководстве пользователя можно ознакомиться с дополнительными возможностями контроллеров DL06:

- высокоскоростными счетчиками;
- использованием высокоскоростных входов и импульсных выходов;
- высокоскоростным прерыванием;
- аналоговыми входами;
- ПИД-регуляторами;
- картриджами памяти/часами реального времени.

5.9. Выполнение лабораторной работы

Лабораторная работа проводится на стенде, представляющем собой совокупность ПЭВМ типа IBM (системный блок, монитор, клавиатура, мышь, принтер) и контроллерный блок.

Контроллерный блок (рис. 5.32) конструктивно представляет собой корпус 1 с вмонтированным в нем программируемым контроллером 2 типа D0-05DD. На лицевой панели корпуса располагаются тумблеры 5 для ввода команд в контроллер, восемь светодиодов 4 индикации возбужденных (включенных) входов и шесть светодиодов 3 индикации возбужденных (включенных) выходов. На торце корпуса имеется доступ к переключателю 6 режимов контроллера RUN–TERM–STOP [работа–программирование–стоп] и к коммутационным портам 7 (Port1 и Port2) для связи с компьютером и с периферийными устройствами.

Питание программируемого контроллера осуществляется подачей переменного напряжения 220В при включении тумблера SA1 (рис. 5.33). Встроенный блок питания, включающий в себя понижающий трансформатор TV1, выпрямитель на диодах VD1–VD4, стабилизатор DA1, фильтрующие конденсаторы C1–C3 и делитель напряжения R1 и R2, служит для питания цепей входов и выходов программируемого контроллера. Тумблеры SA2–SA9 обеспечивают подачу входных сигналов на контроллер. При замыкании контактов тумблеров на входы контроллера подается напряжение уровня логической единицы. При этом загорается

соответствующий светодиод VD11–VD18. Светодиоды VD5–VD10 включены на выходы контроллера и включаются при выводе логической единицы на соответствующий выход. Резисторы R3–R16 – токоограничивающие. Функции светодиодов VD11–VD18 продублированы на самом контроллере светодиодами Input, а светодиоды VD5–VD10 – светодиодами Output на контроллере.

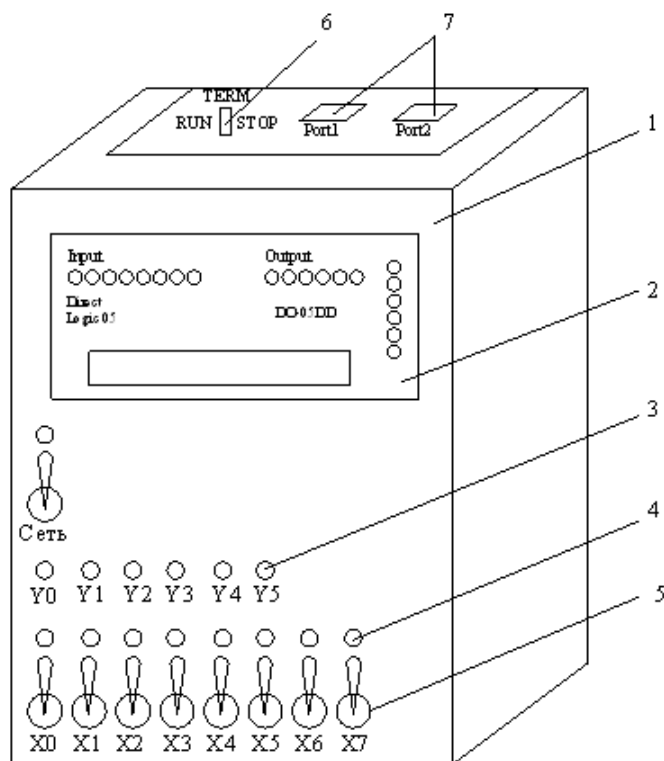


Рис. 5.32. Внешний вид контроллерного блока

При подготовке к лабораторной работе студент должен в соответствии с табл. 5.11 выбрать свой вариант задания для реализации на микроконтроллере D0-05DD.

Таблица 5.11

Номер бригады	1 и 5			2 и 6			3 и 7			4 и 8		
Член бригады	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Для заданного варианта необходимо разработать алгоритм его решения. В соответствии с заданием определиться с адресацией входных, выходных, вводимых промежуточных переменных и с адресацией таймеров и счетчиков. Подготовить программу для её ввода в ПЭВМ. В лаборатории запустить программу и убедиться в правильности её работы. При наличии ошибок в работе устранить их и продемонстрировать преподавателю работу правильно функционирующей программы.

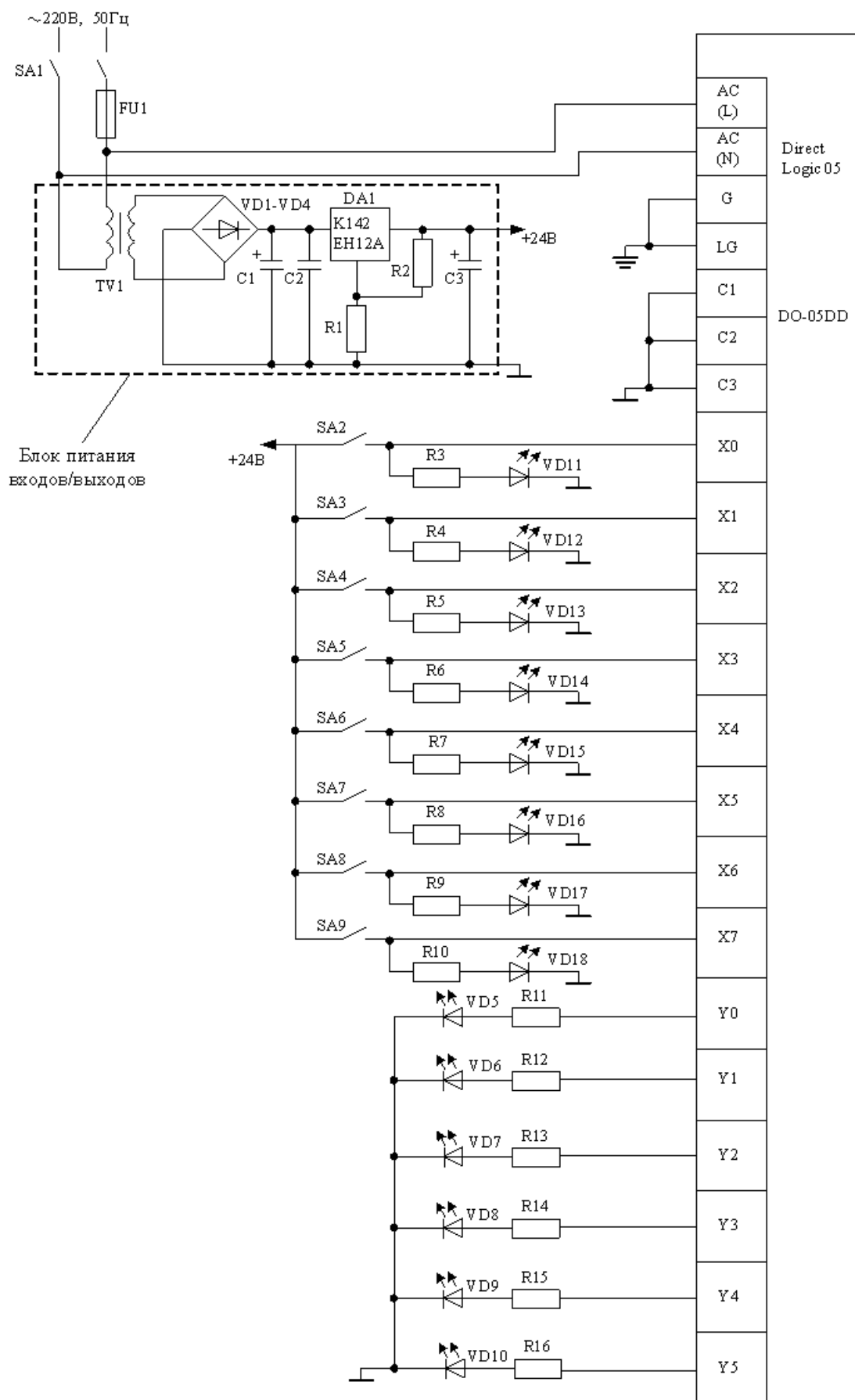


Рис. 5.33. Схема контрольного блока

Вариант 1. Запрограммировать управление замком двери офисного кабинета. Замок имеет электромагнит, при включении которого дверь открывается. На двери установлены 3 кнопки Кн1, Кн2 и Кн3. Нормальное положение двери закрытое (электромагнит отключен).

Для открытия двери необходимо осуществить осмысленные действия:

- нажать кнопку Кн1 и удерживать в нажатом состоянии. Начинает мигать лампочка. Отсчитать 2 мигания и кнопку Кн1 отпустить;

- нажать кнопку Кн2 и удерживать. Отсчитать 3 мигания лампочки и, не отпуская кнопку Кн2, нажать кнопку Кн3. Отсчитать еще 3 мигания лампочки. Отпустить обе кнопки Кн2 и Кн3.

Если все сделано правильно, то должен на 5 с включиться электромагнит, открывая замок. Если же требуемая последовательность не соблюдена, но было 3 нажатия кнопок в любой последовательности, то лампа начинает быстро мигать до нажатия на кнопку «Сброс», которая приводит схему в исходное состояние.

Вариант 2. Запрограммировать управление гирляндой из 5-ти ламп HL1...HL5. При нажатии на кнопку «Пуск» начинается загорание и погасание ламп (бег) в последовательности HL1, HL2, HL3, HL4, HL5, HL1, HL2, HL2, HL3 и т.д. Через 5 циклов бега в одном направлении направление бега изменяется на противоположное, т.е. на последовательность HL5, HL4, HL3, HL2, HL1, HL5, HL4 и т.д. Через каждые 5 с направление бега автоматически меняется на противоположное.

Вариант 3. С валом исполнительного механизма манипулятора связан импульсный датчик перемещения (при работе имитировать включением/отключением входа, например, Х0). За цикл работы манипулятор совершает поворот вокруг вертикальной оси на 360° , т.е. начинает работу из исходного положения и возвращается вновь в исходное положение. При повороте на 360° импульсный датчик выдает 20 импульсов.

Работа начинается по сигналу «Пуск цикла». После 5-ти импульсов манипулятор останавливается до поступления кратковременного сигнала «Деталь установлена», разрешающего дальнейшее движение. После 10-го импульса манипулятор останавливается до поступления сигнала «Конец обработки». Манипулятор вновь включается и движется до поступления 15-го импульса. Манипулятор останавливается в этой позиции для снятия детали на 5 с, вновь включается, и по 20-му импульсу он останавливается. Формируется сигнал «Конец цикла».

Вариант 4. Перекладыватель служит для перемещения листов со стола на постоянно вращающийся рольганг. Перекладыватель имеет подъемник листов, установленный на тележке. Подъемник представляет собой поперечину, перемещающуюся по вертикальным стойкам сверху вниз и обратно. Поперечина имеет на конце электромагнит для притягивания листов.

В исходном положении переключатель стоит в положении П0 над столом, а его подъемник в крайнем верхнем положении КВ. При поступлении листа на стол подается сигнал наличия листа, подъемник включается для движения вниз. При касании листа подъемник останавливается и включается электромагнит. Через 2 с включается подъемник на подъем, достигает положения КВ и останавливается. Включается тележка и перемещается в положение П1 над рольгангом, где останавливается и электромагнит отключается. Лист падает на рольганг. Через 2 с тележка движется в положение П0. Цикл повторяется при поступлении очередного сигнала наличия листа. Включение системы в работу – нажатием кнопки «Пуск».

Вариант 5. Автоматизировать механизм закрывания-открывания нагревательного колодца слитков обжимного прокатного стана.

Нагрев слитков осуществляется газом в колодце, который закрывается напольно-крышечной машиной. Крышка расположена на тележке и может опускаться и подниматься. Сама же тележка с поднятой крышкой может отъезжать в сторону, позволяя извлекать клещевым краном слитки из колодца.

При поступлении кратковременной команды «Открыть» механизм подъема крышки включается на подъем. Крышка поднимается до крайнего верхнего положения и тележка с крышкой отъезжает в крайнее открытое положение и останавливается.

При поступлении кратковременной команды «Заккрыть» тележка с крышкой возвращается в положение над колодцем и после ее остановки крышка опускается до крайнего нижнего положения, закрывая колодец.

Предусмотреть снижение скорости тележки при подходе ее к крайним положениям и снижение скорости опускания крышки при ее подходе к крайнему нижнему положению.

Вариант 6. Разработать информационное табло склада на 20 крупногабаритных пакета. Конвейер 1 доставляет пакеты в зону складирования. Фотоэлектрический датчик в конце конвейера 1 погрузки определяет сколько пакетов поступает на склад. Конвейер 2 транспортирует пакеты из зоны хранения в зону погрузки на автомобили для доставки клиентам. Фотоэлектрический датчик в конце конвейера 2 определяет сколько пакетов покидают зону складирования. Информационное табло должно отображать уровень заполнения склада:

- склад пустой;
- зона складирования не пуста;
- зона складирования заполнена на 50%;
- зона складирования заполнена на 80%;
- зона складирования заполнена полностью.

Вариант 7. Автоматизировать управление открыванием/закрыванием двери гаража. Есть только одна кнопка управления. Для открывания двери следует на-

жать кнопку, включается звонок, но движение на открытие двери начинается только при отпускании кнопки. При полном открытии двери привод двери отключается, но звонок звенит еще 2 с. Для закрывания двери аналогично следует нажать кнопку, включается звонок, но движение на закрытие двери начинается только при отпускании кнопки. При полном закрытии двери привод двери отключается, но звонок звенит еще 2 с. Если при закрытии двери встретилось препятствие, то привод двери реверсируется и дверь открывается. После устранения препятствия следует снова нажать и отпустить кнопку.

Вариант 8. Автоматизировать грузовой подъёмник библиотеки, обеспечивающий связь между подвальным книгохранилищем и читальными залами на 1 и 2 этажах. В подвале установлены кнопки Кп1 и Кп2 отправки из подвала соответственно на 1-ый и 2-ой этажи. На этажах установлены кнопки отправки подъёмника с этажа в подвал.

На всех этажах установлены двери шахты. Сам подъёмник двери не имеет. Движение подъёмника разрешается только при всех закрытых дверях шахты.

При приходе подъёмника на заданный этаж кратковременно включается звонок, установленный в подъёмнике. Оператор вручную открывает двери шахты на этаже нахождения подъёмника, разгружает и загружает подъёмник, закрывает вручную дверь шахты и нажимает кнопку отправки в подвал.

Вариант 9. Тележка перемещается по прямолинейному пути, имеющему 4 фиксированных положения П0...П3 где П0 и П3 – крайние положения, а П1 и П2 – промежуточные. При нажатии на кнопку «Пуск» тележка из положения П0 движется до положения П1, стоит в нем 1 с, затем движется в положение П3, где стоит в течение 3 с и возвращается в положение П2, стоит в нем 2 с и возвращается в положение П0. В положении П0 формируется сигнал «Конец цикла». Этот сигнал снимается при очередном нажатии кнопки «Пуск». Нажатие кнопки «Сброс» должно прервать выполнение цикла и вызвать движение тележки в положение П0 без формирования сигнала «Конец цикла».

Вариант 10. Необходимо автоматизировать перемещение тележки. Исходное положение тележки П0. По сигналу «Пуск» тележка быстро перемещается до положения П1, где останавливается на 2 с, в течение которых на неё укладывается заготовка. Грузовая тележка на пониженной скорости перемещается от положения П1 к положению П2, где в течение 4 с происходит выгрузка заготовки. Пустая тележка быстро движется до П1, где в нее в течение 2 с вновь грузится очередная заготовка. Затем на пониженной скорости тележка перемещается в положение П2 в течение 4 с происходит выгрузка заготовки.

Затем тележка быстро перемещается от положения П2 к положению П0, где стоит до очередного сигнала «Пуск». После окончания цикла выдается световой сигнал «Конец цикла».

Вариант 11. Обеспечить автоматизацию станка для сверления платы. При нажатии на кнопку «Пуск» из крайнего верхнего положения П0 сверло движется в крайнее нижнее положение П1. По достижении П1, сверло возвращается в положение П0, где находится в течение 2 с. За это время плата чисто механическим путем перемещается на заданное расстояние, после чего движение сверла повторяется. В плате сверлится 3 отверстия, после чего сверло остается в положении П0 до очередного нажатия на кнопку «Пуск». В этот промежуток времени выдается сигнал «Конец цикла».

Вариант 12. Тележка имеет три контролируемых положения П0, П1, П2. Положения П0 и П2 соответственно левое и правое положения, а П1 – среднее.

Исходное положение – П1. При нажатии на кнопку «Пуск» тележка движется вправо до положения П2, где останавливается и стоит в течение 2 с. Затем тележка включается для движения влево, останавливается на 2 с в положении П1, движется до положения П0, где останавливается. Через 3 с тележка возвращается в исходное положение П1 и формируется сигнал «Конец цикла».

5.10. Требования к отчёту

Отчет должен содержать:

- а) цель работы;
- б) условие задачи по варианту, принятые обозначения, логические функции для выходных и промежуточных переменных, при необходимости циклограмму работы оборудования;
- в) логические функции в адресах программируемого микроконтроллера;
- г) программу для программируемого микроконтроллера;
- д) методику экспериментальной проверки функционирования реализованной системы управления и результаты проверки;
- е) выводы по работе.

5.11. Контрольные вопросы

1. Почему полярность подключения напряжения для входов микроконтроллера не имеет значения, а для выходов соблюдение полярности обязательно?
2. Каково назначение специальных реле?
3. Сколько и какие языки программирования используются в микроконтроллере D0-06DD1?
4. Какое значение напряжения соответствует уровню логической единицы входов и выходов микроконтроллера?
5. Что означает фиксирование вывода контроллера командой «Set»?
6. Какие функции возлагаются на булевый стек при программировании на языке инструкций?
7. Каково назначение и использование контактов сравнения?

8. Какая разрядность ячеек V-памяти и аккумулятора?
9. Как осуществляется пересылка информации из одной ячейки V-памяти в другую ячейку V-памяти?
10. Каково назначение и сколько уровней имеет стек аккумулятора?
11. Какое принципиальное отличие накапливающего таймера от таймера с задержкой на включение?
12. Какое назначение предустановки (уставки) реверсивного счетчика UDC?
13. Что такое барабанный командоаппарат и для программирования каких процессов его целесообразнее использовать?
14. Какое принципиальное отличие стадийного программирования от программирования по лестничным диаграммам?

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. АДРЕСАЦИЯ СИГНАЛОВ И КОМАНД ПРОГРАММИРУЕМЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ SIMATIC S7-300

На рис. А.1 представлена максимальная конфигурация контроллера S7-300 на четырех стойках (контроллеры с CPU 312, 312IFM, 312C и 313 могут использоваться только для конфигураций с одной стойкой). Для монтажа на нескольких стойках требуются интерфейсные модули (IM), которые продолжают шину CPU на задней панели S7-300 от одной стойки к другой. CPU всегда находится на стойке 0. Передающий IM360 размещается на стойке 0, которая называется центральным устройством (CU). Остальные стойки называются устройствами расширения (EM). В них устанавливаются принимающие IM361. Длина соединительных кабелей типа 368 до 10 м.

Места размещения модулей в стойках называются слотами. В стойке 0 в слоте 1 всегда размещается блок питания, в слоте 2 – процессорный модуль CPU, в слоте 3 – интерфейсный модуль. На одной стойке не может быть более 11 слотов. В слотах 4...11 может быть размещено общим числом не более 8 модулей (сигнальных модулей SM, функциональных модулей FM, коммуникационных процессоров CP). Количество размещаемых модулей (SM, FM, CP) ограничено допустимым потреблением тока из шины на задней панели S7-300. Общее потребление тока на один ряд не может превышать 1,2 А.

Каждый вход и выход имеют абсолютный адрес, предопределённый конфигурацией аппаратуры. Если первый цифровой (дискретный) модуль установлен в слоте 4 стойки 0, то по умолчанию начальный адрес равен 0. Начальный адрес каждого следующего цифрового модуля увеличивается на 4.

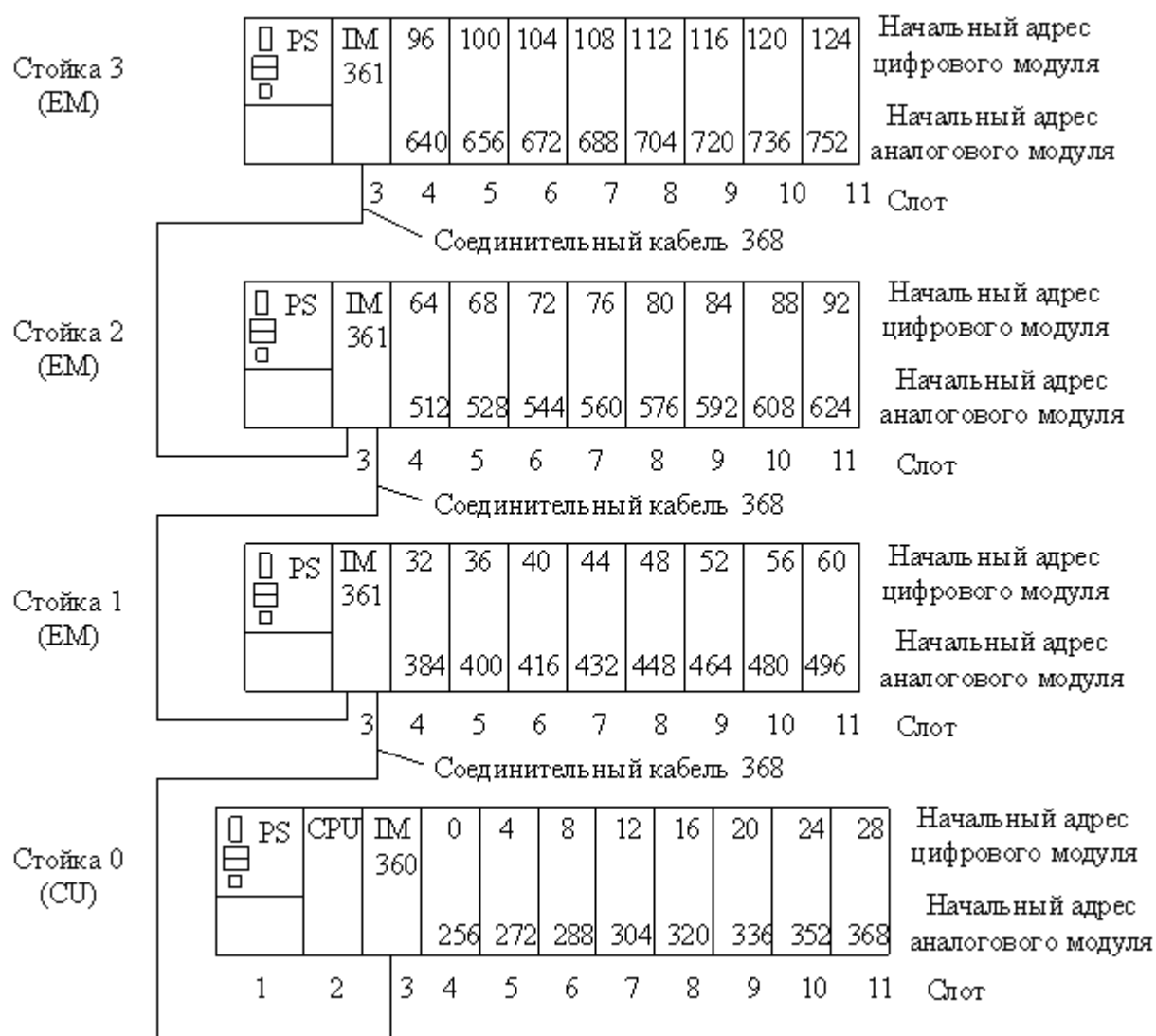


Рис. А.1. Максимальная конфигурация S7-300

Пусть, например, цифровой модуль ввода типа S7-321 DI32xDC24V на 32 канала ввода сигналов постоянного тока напряжением 24 В установлен в слоте 4 стойки 0. На рис. А.2 указано разделение входных каналов по байтам и в качестве примеров указаны адреса модуля ввода цифровых (дискретных) сигналов S7-321 DI32xDC24V, установленного в слоте 4 стойки 0 для четырех каналов ввода.

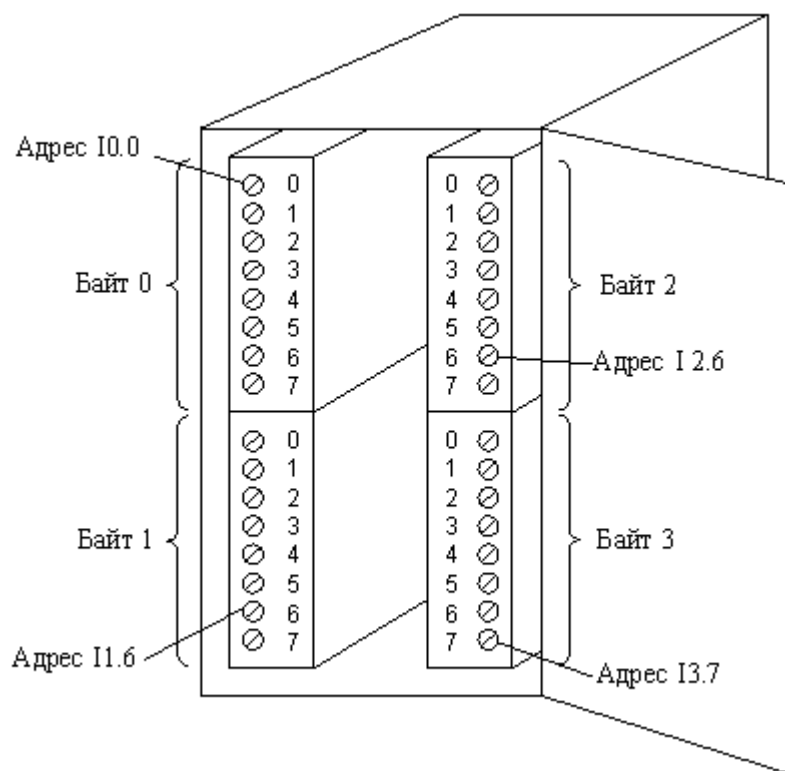


Рис. А.2. Принцип адресации каналов модуля ввода

На рис. А.3 дано разъяснение формирования адреса I1.6., канала ввода.



Рис. А.3. Формирование абсолютного адреса

По такому же принципу формируются адреса выходов Q, меркеров (внутренних переменных) M и локальных данных L. В табл. А.1 представлены идентификаторы адресов и диапазоны значений для битов (BOOL), байтов (BYTE), слов (WORD) и двойных слов (DWORD) для CPU314.

Таблица А.1

Идентификаторы адресов и диапазоны значений для CPU314

Объем информации	Входы	Выходы	Меркеры (промежуточные переменные)	Локальные данные
BOOL	I0.0...I127.7	Q0.0...Q127.7	M0.0 ...M255.7	L0.0...L509.7
BYTE	IB0.0...IB127	QB0.0...QB127	MB0.0 ...MB255	LB0.0...LB509
WORD	IW0.0...IW126	QW0.0...QW126	MW0.0 ...MW254	LW0.0...LW508
DWORD	ID0.0...ID124	QD0.0...QD124	MD0.0 ...MD252	LD0.0...LD506

Адресация каналов модулей аналоговых входов и выходов расположена в пункте 1.8 настоящего пособия. Эти каналы работают с байтами, словами и двой-

ными словами. Поэтому идентификаторами адреса входов являются переменный входной байт PIB, периферийное входное слово PIW и периферийное входное двойное слово PID. Для модулей аналогового выхода – соответственно, периферийный входной байт PQB, периферийное выходное слово PQW и периферийное выходное двойное слово PQD.

Перед программированием контроллера необходимо определиться, в какой последовательности (в каких слотах) устанавливаются модули в стойке (стойках). Затем необходимо полученную конфигурацию занести в конфигурационную таблицу (конфигурационное окно “HW Config”).

Пусть в центральном устройстве (стойке 0) размещаются следующие модули (рис. А.4):

- модуль питания PS-307;
- процессорный модуль CPU314;
- модуль ввода дискретных сигналов SM321 DI32xDC24V на 32 канала ввода сигналов постоянного тока напряжением 24 В;
- модуль вывода дискретных сигналов SM322 DO32xDC24V/0.5A на 32 канала вывода сигналов постоянного тока напряжением 24 В с допустимым током 0,5 А;
- модуль ввода/вывода дискретных сигналов SM323 DI16/DO16x24V/0.5A на 16 каналов ввода сигналов постоянного тока напряжением 24 В и 16 каналов вывода сигналов постоянного тока напряжением 24 В с допустимым током 0,5 А;
- модуль SM334 AI4/AO2x8/8bit на 4 канала ввода и 2 канала вывода аналоговых сигналов;
- модуль SM331 AI8x12bit на 8 каналов ввода аналоговых сигналов;
- модуль SM332 AO8x12bit на 8 каналов вывода аналоговых сигналов.

PS-307	CPU 314		SM321 DI32x DC24V	SM322 DO32x DC24V/ 0.5A	SM DI16/ DO16x 24V/0.5A	SM AI4/ AO2x 8/8bit	SM AI8x 12bit	SM AO8x 12bit	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	Слот

Рис. А.4. Размещение модулей контроллера в центральном устройстве (стойке 0)

При заполнении конфигурационной таблицы (табл. А.2) компьютер автоматически присваивает значения I Adress’ов и Q Adress’ов.

Таблица А.2

Slot	Modul	Order Number	MPI Adress	I Adress	Q Adress
1	PS307 2A	6ES7 307-1BA00-0AA0			
2	CPU314	6ES7 314-1AE04-0AB0	2		
3					
4	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0		0...3	
5	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0			4...7
6	DI16/DO16x24V/0.5A	6ES7 323-1BL00-0AA0		8...9	8...9
7	AI4/AO2x8/8bit	6ES7 334-OCE01-0AA0		304...311	304...307
8	AI8x12bit	6ES7 331-7KF00-0AB0		320...335	
9	AO8x12bit	6ES7 332-SHF00-0AB0			336...351

Анализируя присвоенные в табл. А.2 автоматически I Adress'а и Q Adress'а и сопоставляя их с размещением модулей по рис. А.1 и рис. А.4, можно получить четкое представление об адресации каналов использованных в примере модулей.

Заносимый в конфигурационную таблицу Order Number (Заказной номер) нанесен на лицевой панели каждого модуля.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

ВАРИАНТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

Б.1. Общие положения

Б.1.1. Ниже представлены варианты технологических объектов управления (объектов автоматизации), записанные в ПЭВМ. Для каждого варианта представлена конструктивная схема объекта в том виде, в котором она вызывается на экран дисплея при выборе данного варианта. Так как на схеме показаны все необходимые датчики и исполнительные элементы, достаточные для функционирования системы в соответствии с поставленной задачей, поэтому обучающиеся должны пользоваться именно указанными на рисунках (на экране) обозначениями и конструктивными назначениями элементов.

Б.1.2. На экране монитора над изображением механизма представлены разряды (биты) команд на исполнительные механизмы и разряды (биты) сигналов датчиков. Они позволяют контролировать изменение команд и сигналов в процессе работы механизмов. Наличие команды или сигнала сопровождается появлением в соответствующем разряде 1, отсутствие команды или сигнала – 0.

Эту же (дублирующую) информацию получает пользователь при анализе рисунка объекта управления. В частности, если фон исполнительного элемента и датчика серый (синий, белый), то это соответствует отсутствию команды и сигнала. Если фон красный (желтый) – соответствует включенному состоянию.

В табл. Б.1 представлено соответствие буквенно-цифровых позиционных обозначений сигналов датчиков в описании вариантов задач с сигналами ПЭВМ, подаваемых в контроллер, и с их адресом в контроллере. В табл. Б.2 представлена аналогичная информация для команд управления исполнительными механизмами.

Для каждого варианта дается описание технологического процесса, последовательность работы механизмов и назначение датчиков технологической информации. Это не означает, что в каждом случае студенту необходимо создавать систему автоматизации объекта в полном объеме. Так как есть управляемые механизмы и датчики, контролирующие их положение, то можно задачу на автоматизацию сузить, например, исключив переходы на пониженную (или повышенную) скорость и т.д.

Учитывая ограниченное время выполнения лабораторной работы, в каждом варианте сформировано по три более простых подварианта задач, которые и выполняются при проведении лабораторной работы.

Б.1.3. Для задания малой скорости перемещения объекта необходимо формировать команды направления движения, например, Тл (движение влево) и Тп (движение вправо) и команду на снижение скорости Тм. Тогда, например, при одновременном наличии команд Тл и Тм движение будет происходить влево на малой скорости.

Таблица Б.1

Номер бита (датчика) в ПЭВМ	№1 Роботизированный комплекс	№2 Методическая печь	№3 Нагревательный колодец	№4 Сортировка листов металла	№5 Участок транспортировки труб	№6 Станок для сверления отверстий	№7 Линия химической обработки	№8 Упаковочная машина	№9 Лифт
0	К1	ПР0	ВП	Г	П0	КВ	П1	КЛТ	Д1
X1	К2	ПР1	ПС	Б	П1	П0	П2	КПТ	Д1в
X2	К3	ПР2	НП	КВ	П2	П1	П3	НИ	Д2н
X3	К4	ПР3	КВЛ	ПС	П3	П2	П5	П1	Д2
X4	К5	ПТ0	П0	ПМ	П4	П3	ПС	П2	Д2в
X5	К6	ПТ1	П1	КЛ	П5	П4	ПЭ	КЛ	Д3н
X6	К7	ПТ2	П2	П1	П6	КН	КВ	П3	Д3
X7	К8	ПТ3	КВП	П2	П7		ПН	П4	3
X8		П30		П3	П8		П4	КП	О
X9		П33		П4	П9		ПМ	НТ	КН
X10		Ф		П5	П10		ПБ	КВ	КВ
X11				П6	С1		КП	КН	
X12				П7	С2		КЛ	Д1	
X13				КП					
X14				КСЛ					
X15				КСС					
X16									

Таблица Б.2

Номер бита (команды) в ПЭВМ	№1 Роботизиро- ванный комплекс	№2 Методическая печь	№3 Нагревате- льный колодец	№4 Сортировка листов металла	№5 Участок транспорти- ровки труб	№6 Станок для сверления отверстий	№7 Линия химической обработки	№8 Упаковочная машина	№9 Лифт
Y0	Вв	Рв	Вверх	Тл	Р4В	В	П	ТолП	В
Y1	Вн	Рн	Вниз	Тп	Р3В	Н		ТолЛ	Н
Y2	Л	Рм	Мк	Тм	Р2В	М	Л	ПодВн	ЗД
Y3	П	Тв	Пр	Вп	Р1В	Шпм	В	ПодВв	ОД
Y4	Зажим	Тн	Л	Нп	Р0В	Шпб	Н	Зажим	М
Y5	Разжим	ЗО	Мт	Мп	ТМВ	–		ШтВв	Э1
Y6	Тр1	ЗЗ		Э	ТМН	КЦ		ШтВн	Э2
Y7	Тр2	Р1			ТВ			ТелП	Э3
Y8	Тр3	Р3			ТН		Вр	ТелЛ	
Y9								Тран	К1
Y10							СБ		К2
Y11									К3

Б.2. ВАРИАНТ 1. РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ТРАНСПОРТИРОВКИ ИЗДЕЛИЙ

Роботизированный комплекс (рис. Б.1) предназначен для переноса изделий с автоматизированных линий (транспортеров) 5 и 6 на транспортер 7.

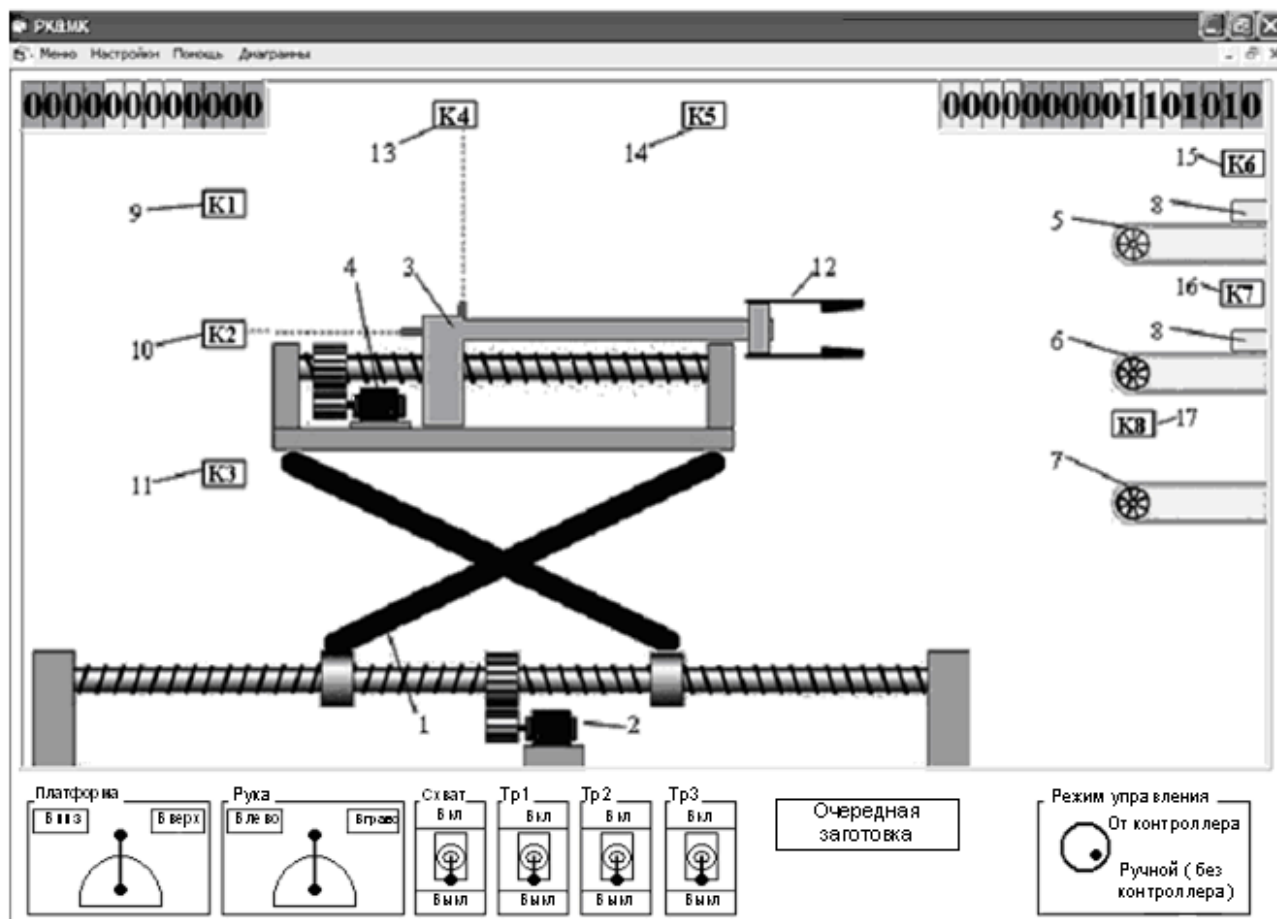


Рис. Б.1. Роботизированный комплекс транспортировки изделий

Непосредственно робот содержит механизм подъема 1, управляемый от двигателя 2, привод выдвижения руки 3 с двигателем 4, схват 12, управляемый пневмоклапаном. Вертикальные перемещения манипулятора контролируются тремя индуктивными датчиками 9, 10, 11 (датчики K1, K2, K3), установленные прямо напротив соответствующих линий подачи заготовки. По горизонтали привод руки контролируется двумя датчиками 13 и 14 (датчики K4, K5) крайних левого и правого положений. Наличие заготовок определяется срабатыванием датчиков 15, 16 и 17 (датчики K6, K7, K8). Перемещение заготовок выполняется нереверсивными транспортерами 5, 6 и 7, при этом два первых транспортера 5 и 6 включаются для подачи заготовок влево, а транспортера 7 — направо.

Цикл работы системы следующий. При нажатии кнопки «Очередная заготовка» (в нижней части экрана ПЭВМ) по закону случайных чисел появляется заготовка на подающем транспортере 5 или 6 и перемещается без участия манипуля-

тора до срабатывания датчика К6 или К7. Система должна включить соответствующий транспортер (команды Тр1 или Тр2) до отключения того же датчика. После этого происходит перемещение манипулятора по вертикали и горизонтали к данной заготовке (исходное положение схвата предполагается разжатое) до срабатывания датчиков К1/К2 и К5, зажим схвата (команда Зажим) и отход манипулятора назад до положения К4. Если на третьем транспортере 7 отсутствует заготовка, манипулятор перемещается вниз (Вн) и вправо (П) до срабатывания датчиков К3 и К5, в противном случае система ждет освобождения этого транспортера (отсутствия сигнала датчика К8). После установки руки манипулятора около третьего транспортера 7 схват разжимается (Разжим), и при наличии сигнала датчика К8 включается транспортер Тр3 и работает до исчезновения сигнала датчика К8. Далее цикл повторяется.

Подвариант 1.1. Необходимо автоматизировать работу двух механизмов – привода подъема манипулятора и привода выдвижения руки. В ручном режиме управления манипулятор устанавливается в положения К1, К4. В автоматическом режиме по команде «Пуск» с кнопки сенсорного монитора происходит перемещение только по одной координате: по горизонтали до положения К5, по вертикали до положения К3, по горизонтали до положения К4, по вертикали до положения К1 и далее повтор. Таким образом, манипулятор описывает по часовой стрелке в пространстве прямоугольник. При нажатии кнопки «Стоп» манипулятор устанавливается в положения К1, К4 и останавливается.

Подвариант 1.2. Необходимо автоматизировать работу двух механизмов – привода подъема манипулятора и схвата. При запуске манипулятор устанавливается в положение К2, К5, схват разжат. Затем происходит перемещение только по вертикали: вниз до положения К3 и затем зажать схват, по вертикали до положения К1 и затем схват разжать и так далее.

Подвариант 1.3. Автоматизировать работу двух механизмов привода подъема манипулятора и привода выдвижения руки. В ручном режиме управления манипулятор устанавливается в положения К3 и К4. При нажатии на кнопку «Пуск» в автоматическом режиме включается одновременно оба привода для движения до положений соответственно К1 и К5. При достижении этих положений формируются команды для движения обратно в положения К3 и К4. В К3 и К4 вновь формируются команды движения в положения К1 и К5 и т.д. Эти движения непрерывно продолжаются до нажатия кнопки «Стоп».

Б.3. ВАРИАНТ 2. УЧАСТОК ТРАНСПОРТИРОВКИ ЗАГОТОВОК В МЕТОДИЧЕСКУЮ ПЕЧЬ ДЛЯ ИХ НАГРЕВА ПЕРЕД ПРОКАТКОЙ (МЕТОДИЧЕСКАЯ ПЕЧЬ)

В методической печи 1 (рис. Б.2) осуществляется нагрев заготовок постоянных геометрических размеров до температуры проката.

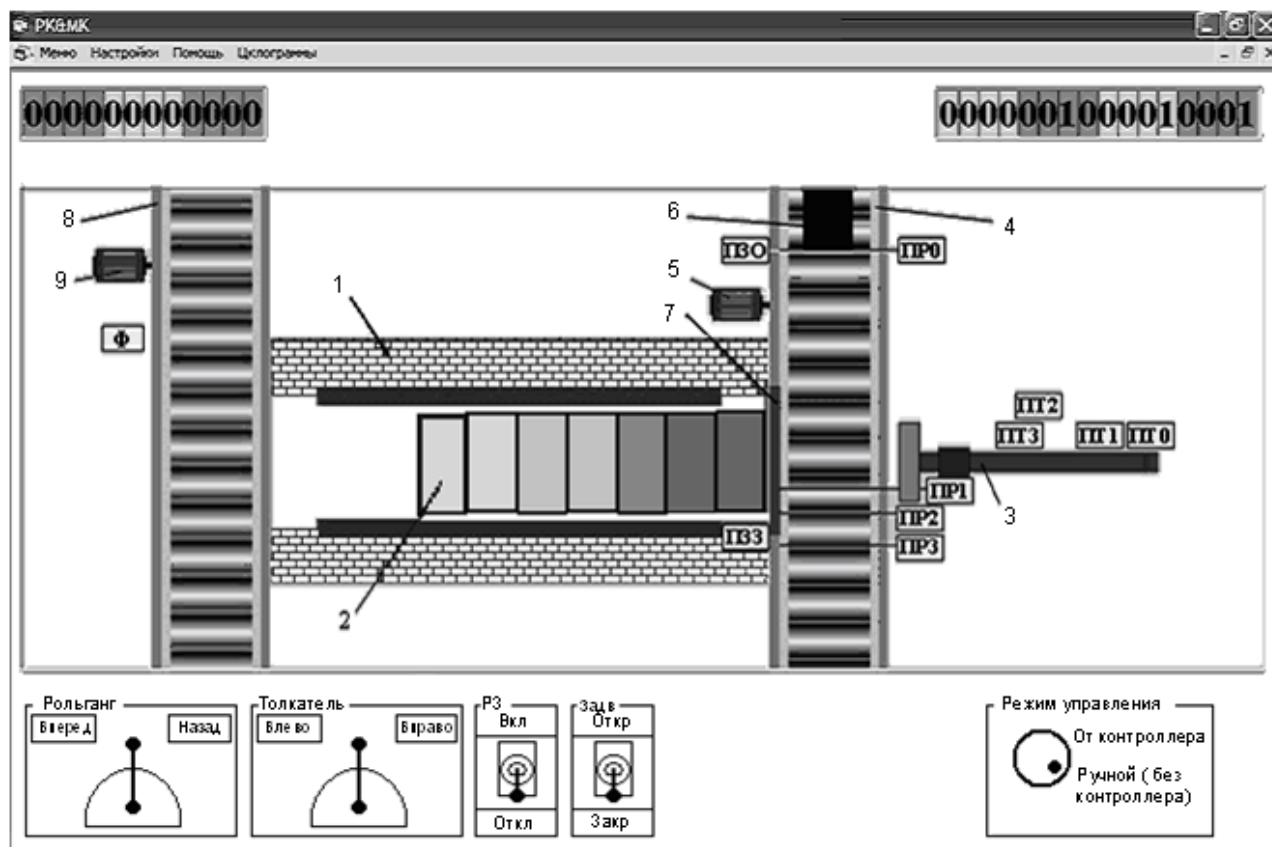


Рис. Б.2. Участок транспортировки заготовок в методическую печь

Вначале толкатель 3 находится в исходном (крайнем заднем) положении ПТО, заслонка 7 переднего окна печи закрыта (есть сигнал датчика ПЗ3), заготовка перед печью отсутствует. При появлении заготовки 6 в положении ПРО подающего рольганга 4 (Р1) включается рольганг Р2 вперед (команда Рв) и заготовка движется к переднему окну печи. При достижении передним концом заготовки положения ПР1 осуществляется снижение скорости рольганга Р2 до ползучей скорости (есть команды Рв и Рм), с которой осуществляется движение заготовки до положения ПР2. Рольганг Р2 отключается. Если по инерции передний конец дошел до положения ПР3 или перешел его, то рольганг Р2 включается для движения назад на ползучей скорости (команды Рн и Рм), движение сразу прекращается, если заготовка уйдет из положения ПР3.

Заготовка стоит перед печью до прихода сигнала (запрос) с кнопки на экране сенсорного монитора на выдачу заготовки из печи. В этом случае включается толкатель вперед (команда Тв) и движется до положения ПТ1. В этом положении

толкателя включается двигатель заслонки 7 на ее открытие (команда 30). Заслонка уходит из закрытого положения заслонки ПЗЗ и при достижении открытого положения заслонки ПЗО останавливается. Вновь включается толкатель для движения вперед. При своем движении толкатель сталкивает заготовку с рольганга и подает ее в печь 1, передвигая при этом все нагреваемые заготовки в печи. В режиме работы с полной загрузкой печи толкатель должен проделать путь, при котором крайняя заготовка выталкивается из печи и по склuzu попадает на отводящий рольганг 8 (РЗ). При этом засвечивается фотоэлектрический датчик Ф, при срабатывании которого включается отводящий рольганг (РЗ), транспортируя заготовку к прокатному стану, а толкатель реверсируется (Тн) и движется в исходное положение. При прекращении засветки датчика Ф отводящий рольганг останавливается.

Если идет еще только первоначальная загрузка печи и при движении толкателя вперед крайняя заготовка в принципе не может быть вытолкнута на отводящий рольганг, то толкатель реверсируется при достижении им положения ПТЗ.

Когда толкатель при своем ходе назад (команда Тн) проходит положение ПТ2, формируется команда на закрытие (ЗЗ) заслонки. Она закрывается до тех пор, пока заслонка не придет в положение ПЗЗ.

При остановке толкателя в положении ПТО возможна подача к печи очередной заготовки.

Рольганг Р2 приводится в движение двигателем 5. Привод заслонки условно не показан. Привод отводящего рольганга приводится в движение двигателем 9. Толкатель приводится в движение двигателем, который условно не показан.

Подвариант 2.1. Необходимо автоматизировать работу двух механизмов - толкателя и задвижки. При поступлении с экрана сенсорного монитора кратковременной команды «Запрос оператора» электропривод толкателя включается и из исходного положения ПТ0 толкатель движется к промежуточному положению ПТ1, где останавливается. В этот момент начинает открываться заслонка, и после ее открытия толкатель вновь движется вперед. При достижении толкателем положения ПТЗ происходит реверс и он возвращается в исходное состояние ПТ0. Как только толкатель при движении назад проходит положение ПТ2, заслонка закрывается. Цикл повторяется при повторном нажатии на кнопку «Запрос оператора» на экране сенсорного монитора.

Подвариант 2.2. При наличии заготовки в положении ПР0 и нажатии на экране сенсорного монитора кнопки «Пуск» происходит включение рольганга Р2 и движение заготовки до положения ПР2, где и останавливается. По сигналу со следующей кнопки сенсорного монитора осуществляется возвращение заготовки на повышенной скорости рольганга Р2 до прекращения воздействия на датчик ПР1. Происходит останов рольганга. Через 0.5 с заготовка возвращается в положение ПР2. Формируется сигнал «Конец цикла».

Подвариант 2.3. При наличии заготовки в положении ПР0 и нажатии на экране сенсорного монитора кнопки «Пуск» включается рольганг Р2 и сразу открывается заслонка. При достижении заготовкой положения ПР2 рольганг останавливается и включается привод толкателя. При достижении толкателем положения ПТ3 привод толкателя реверсируется и толкатель возвращается в исходное положение ПТ0. При движении назад и проходе толкателем положения ПТ1 подается команда на закрытие заслонки.

Б.4. ВАРИАНТ 3. УЧАСТОК НАГРЕВАТЕЛЬНОГО КОЛОДЦА ОБЖИМНОГО ПРОКАТНОГО СТАНА

Нагрев слитков перед прокаткой на обжимном прокатном стане осуществляется в нагревательных колодцах, отапливаемых смесью доменного и коксового газов или природным газом. Колодец закрывается крышкой. Для открытия и закрытия колодца крышкой существует напольно-крышечная машина (рис. Б.3), включающая в себя два механизма: механизм подъема/опускания крышки и механизм перемещения тележки, на которой располагается крышка с механизмом подъема/опускания.

При нагреве слитков 1 до температуры 1200 °С к колодцу подаются слитковоз и клещевой кран (на рис. Б.3 не показаны). По сигналу «Открыть» с кнопки сенсорного монитора включается (Вверх) двигатель 4 (Д1) механизма подъема крышки колодца, установленный на тележке 3. Двигатель Д1 через механическую передачу осуществляет подъем крышки 2 до верхнего положения ВП, контролируемого соответствующим датчиком. Затем включается двигатель 5 (Д2) и тележка, приводимая в движение указанным двигателем, движется в позицию ожидания П2 (по рис. Б.3 движение вправо (Пр)) и стоит там до тех пор, пока с сенсорного монитора не поступит сигнал «Закрыть». В этом случае тележка движется влево (команда Л). При движении влево в положении П1 осуществляется снижение скорости движения тележки до ползучей скорости (команда Мт), с которой тележка движется до положения ПО. В положении ПО происходит останов тележки и осуществляется движение крышки вниз (команда Вниз). При наличии сигнала с датчика ПС при движении вниз происходит снижение скорости опускания крышки до ползучей (команда Мк), с которой происходит затем движение до полного закрытия колодца. Нижнее положение крышки контролируется датчиком НП (закрыт колодец).

При загрузке нагревательного колодца слитками все операции осуществляются аналогично, только вместо слитковоза подается состав со слитками.

В программе ПЭВМ предусмотрена остановка движения тележки при достижении ею крайних положений КВЛ и КВП (конечный выключатель левый и конечный выключатель правый соответственно) независимо от режима работы напольно-крышечной машины.

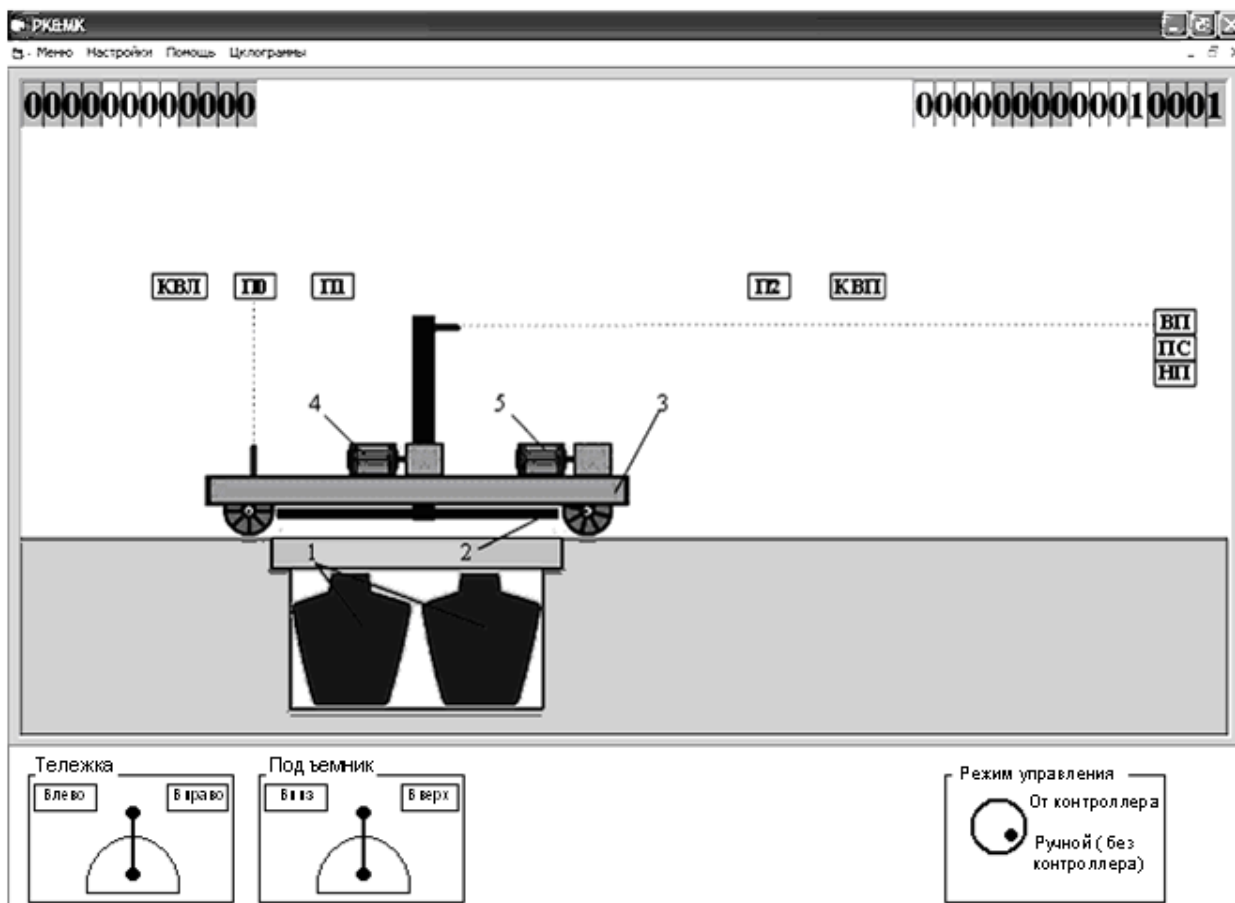


Рис. Б.3. Механизм управления крышкой нагревательных колодцев

Подвариант 3.1. Автоматизировать работу механизма управления крышкой нагревательных колодцев. При подаче сигнала «Пуск» (с кнопки на экране сенсорного монитора) открывается крышка колодца и тележка движется вправо до П2, где через 1 с происходит реверс. В положении П1 тележка переходит на малую скорость и возвращается в исходное состояние П0. Крышка колодца закрывается. При достижении крышкой положения НП цикл заканчивается.

Подвариант 3.2. При первом нажатии на кнопку «Пуск» открывается крышка нагревательного колодца до положения ВП, где останавливается на 2с и возвращается в исходное положение НП. Затем крышка доходит до положения ПС, где останавливается на 3с и возвращается в исходное положение. Движение «Вниз» от положения ПС к положению НП осуществляется на медленной скорости. Далее цикл непрерывно повторяется до нажатия на кнопку «Стоп».

Подвариант 3.3. В режиме ручного управления «Без контроллера» поставить крышку колодца в крайнее верхнее положение ВП. Установить режим управления «От контроллера». После первого нажатия на экране сенсорного монитора на выбранную кнопку «Пуск» тележка движется вправо до П2, где стоит 2 с. После окончания выдержки времени тележка перемещается влево до положения П1, пе-

переходит на ползучую скорость и подходит к П0, где останавливается до очередного нажатия кнопки «Пуск». Если в процессе работы нажималась кнопка «Стоп», то движение тележки прекращается, но если затем нажать кнопку «Пуск», то движение тележки продолжается с прерванного места.

Б.5. ВАРИАНТ 4. УЧАСТОК СОРТИРОВКИ И ПАКЕТИРОВАНИЯ ГОДНЫХ И БРАКОВАННЫХ ЛИСТОВ МЕТАЛЛА

Обработанные и нарезанные на мерные длины стальные листы металла проходят через устройство контроля качества, которое выдает информацию о качестве листа. При качественном (годном) листе выдается сигнал годности Г, при бракованном листе выдается сигнал брака Б (рис. Б.4).

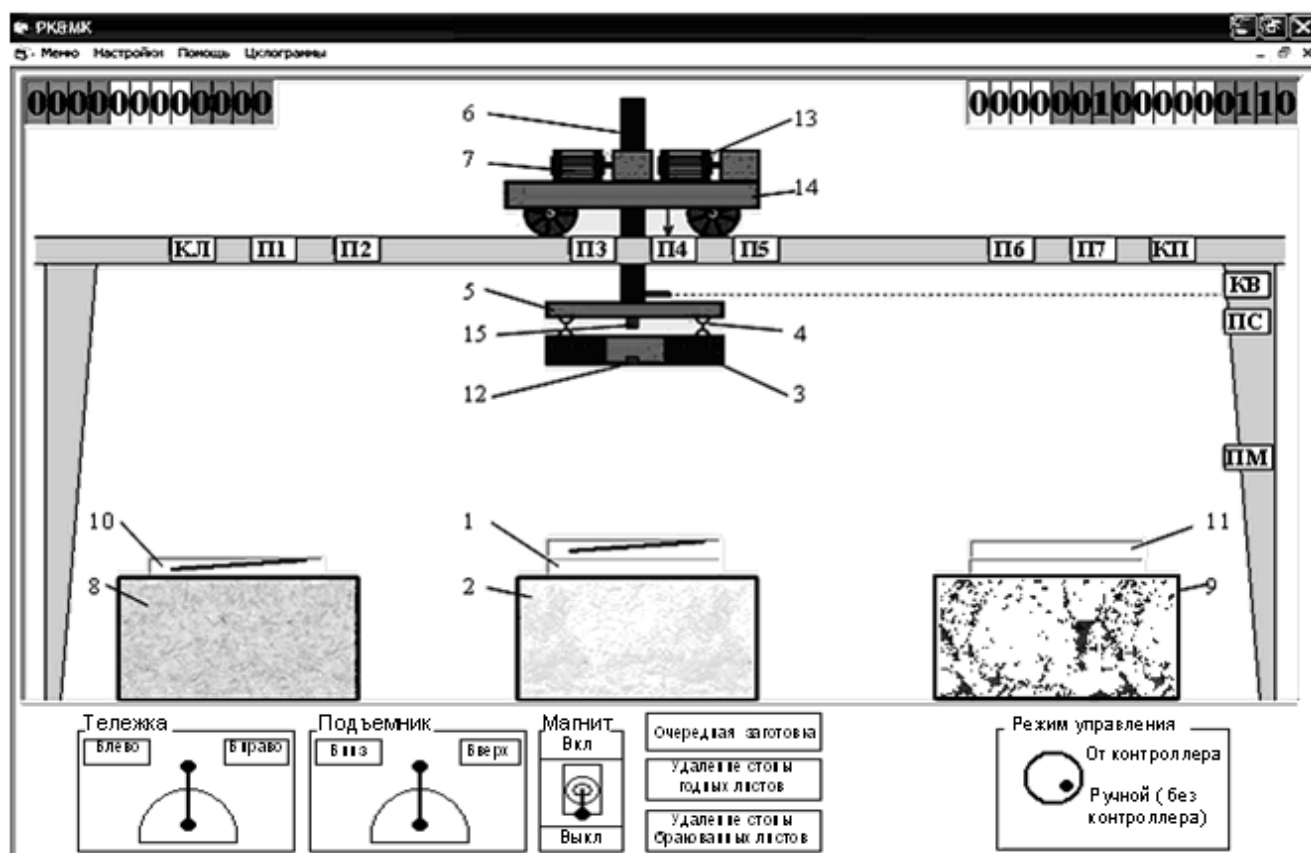


Рис. Б.4. Участок сортировки и пакетирования листов

Лист 1 подается на стол 2 раскладывателя при нажатии на кнопку «Очередная заготовка» в нижней части экрана монитора. Захват и перенос листа со стола осуществляется электромагнитом 3, подвешенном цепями 4 к траверсе 5. Если лист захвачен (есть сигнал датчика касания листа 12 (КСЛ)), то включается двигатель 7 (Д1) подъемника и осуществляется подъем (Вп) штанги 6, а следовательно, и электромагнита с листом. Подъем происходит до срабатывания датчика крайнего верхнего положения КВ. После отключения двигателя Д1 включается двигатель 13 (Д2) перемещения тележки 14 подъемника. Тележка движется влево (Тл) к

столу 8, если лист бракованный, или вправо (Тп) к столу 9, если лист годный. Тележка разгоняется до заданной скорости. При приближении к столу пакетирования по сигналу датчика П2 (или П6) происходит снижение скорости движения тележки до ползучей скорости (Тм) и по сигналу датчика П1 (или П7) происходит отключение двигателя Д2.

Подъемник опускается (Нп) для укладывания листа в стопу. При соприкосновении листа со стопой его опускание с электромагнитом прекращается, но опускание траверсы 5 продолжается. На траверсе закреплен датчик касания стопы 15 (КСС). При срабатывании этого датчика прекращается опускание подъемника и снимается питание с электромагнита. Подъемник возвращается в положение КВ.

Вновь включается привод тележки раскладывателя и тележка движется в положение П4 над столом 2. По сигналу датчиков П3 или П5 (в зависимости от направления подхода к положению П4) происходит снижение скорости движения тележки до ползучей скорости (Тм). По сигналу датчика П4 происходит останов тележки.

При поступлении очередного листа и наличии сигнала о его качестве из положения КВ подъемник опускается (Нп) до положения ПМ, в котором осуществляется снижение скорости подъемника до ползучей скорости (Мп), с которой подъемник опускается до касания листа (до срабатывания датчика КСЛ). Происходит включение электромагнита (Э) и цикл работы повторяется.

Необходимо предусмотреть формирование сигналов, выдаваемых на сигнальные лампы на экране сенсорного монитора, о переполнении стоп бракованных 10 и годных 11 листов. Максимальная высота стоп годных и бракованных листов одинаковая и контролируется датчиком переполнения ПС.

На рис. Б.4 принята некоторая условность: датчики КВ, ПС и ПМ изображены расположенными у правой стойки раскладывателя. На самом же деле они расположены на тележке 14 и перемещаются вместе с ней. Воздействие на них осуществляется флажком, закрепленным на штанге 6.

В программе ПЭВМ предусмотрено случайное генерирование информации годного или бракованного листа. Очередной лист на столе 2 появляется при нажатии кнопки «Очередная заготовка» в нижней части экрана монитора. Уборка стоп бракованных и годных листов осуществляется нажатием соответственно кнопок «Удаление стопы бракованных листов» и «Удаление стопы годных листов» в нижней части экрана монитора.

Начало автоматической работы возможно при наличии сигнала КВ и расположении тележки в положении П4. В указанные положения механизмы устанавливаются при вызове программы рассматриваемого варианта или приводятся в указанные положения в ручном режиме управления «Без контроллера».

В программе ПЭВМ предусмотрена остановка движения подъемника при достижении им положения КВ и остановка движения тележки при достижении ею крайних положений КЛ и КП независимо от режима работы установки.

Подвариант 4.1. Требуется автоматизировать процесс перемещений тележки раскладывателя. Если траверса не находится в верхнем положении, то необходимо осуществить подъем траверсы в ручном режиме работы. Исходное положение тележки П4. При первом нажатии на кнопку «Пуск» (кнопка на экране сенсорного монитора) тележка из положения П4 движется в положение П2, стоит в нем в течение 2 с и возвращается в положение П4. При втором нажатии на кнопку «Пуск» тележка из положения П4 движется в положение П7, стоит в нем в течение 3 с и возвращается в положение П4.

В момент достижения тележкой положения П4 включается сигнал «Конец цикла», который выключается очередным сигналом «Пуск» или подачей сигнала «Сброс».

Подвариант 4.2. Требуется автоматизировать процесс перемещения листа со стола раскладывателя (см. рис. Б.4) на правый стол, независимо от качества листа.

Из исходного состояния при наличии листов на столе (тележка находится в положении П4, подъемник в верхнем положении КВ) по команде «Пуск» (кнопка на экране сенсорного монитора) подъемник опускается вниз на ползучей скорости до момента срабатывания датчика касания листа КСЛ. При срабатывании этого датчика выключается опускание подъемника и включается питание электромагнита, тем самым происходит захват листа. Далее на повышенной скорости осуществляется подъем штанги и электромагнита с листом до верхнего положения КВ. Затем тележка на ползучей скорости перемещается из положения П4 в положение П7, где останавливается.

Подъемник опускает лист на стол 9 и оставляет его там (опускание осуществляется до срабатывания датчика КСС). Затем подъемник возвращается в исходное состояние КВ, а тележка в положение П4.

При возвращении раскладывателя в исходное состояние загорается сигнальная лампа «Конец цикла» на экране сенсорного монитора. Повторение цикла – при повторном нажатии кнопки «Пуск».

Подвариант 4.3. Тележка стоит в положении П4, подъемник в верхнем положении КВ. По команде «Пуск» (с экрана сенсорного монитора) тележка движется до положения П1, затем реверсируется, движется до П4, стоит 3 с, движется до положения П7 и возвращается в положение П4, в котором формируется сигнал «Конец цикла». Перед остановками обеспечивается переход на медленную скорость.

Б.6. ВАРИАНТ 5. УЧАСТОК ТРАНСПОРТИРОВКИ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Транспортировочное устройство трубоэлектросварочного участка (рис. Б.5) производит передачу труб с линии сварки (рольганги Р3 и Р4) на линию отделки (рольганги Р1 и Р2).

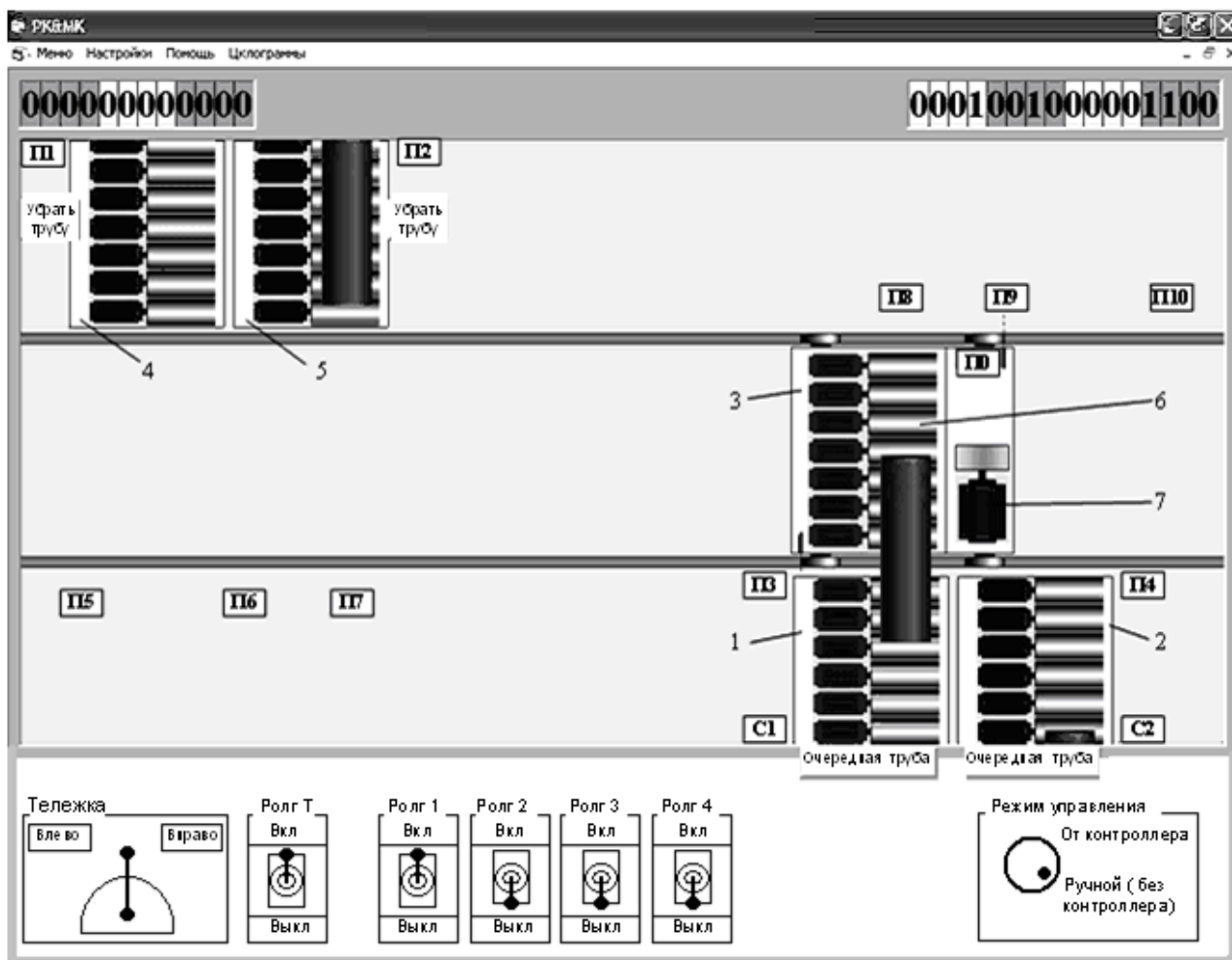


Рис. Б.5. Участок транспортировки труб большого диаметра

После сварки на трубоэлектросварочных станах трубы подаются для дальнейшей транспортировки рольгангами 1 (Р3) и 2 (Р4). К линии отделки трубы транспортируются передвижным рольгангом, представляющим собой приводную тележку 3 (Т) с рольгангом 6 (Р0) и двигателем 7 для приема и выдачи труб. Команды на движение тележки вперед (влево) обозначены ТМВ (медленно) и ТВ (быстро), а на движение тележки назад (вправо) соответственно ТМН и ТН. Команды на включение рольгангов обозначены в соответствии с номерами рольгангов следующим образом: Р0В, Р1В, Р2В, Р3В, Р4В.

Передача труб с линии сварки выполняется с той же очередностью, с которой они поступают на рольганги Р3 и Р4 (если труб на рольгангах Р3 и Р4 нет, то тележка всегда останавливается у Р4). Тележка Т останавливается против очередного выходного рольганга Р3 или Р4, включаются оба рольганга (Р0 и Р3 или Р4), и труба перемещается на передвижной рольганг Р0 до положения П0. После остановки трубы на рольганге Р0 включается двигатель привода тележки Т и она транспортирует трубу к рольгангам линии отделки.

Прием труб с передвижного рольганга в отделку производится всегда на рольганг 5 (Р2), если он свободен. Если рольганг Р2 занят, то прием осуществля-

ется свободным рольгангом 4 (Р1). При занятых рольгангах Р1 и Р2 тележка останавливается у рольганга Р2.

После останова тележки передвижного рольганга против выбранного рольганга линии отделки включается рольганг Р0 и рольганг линии отделки (Р1 или Р2). После ухода трубы с рольганга Р0, о чем свидетельствует достижение трубой положений П1 или П2 на рольгангах линии отделки, тележка направляется к выходным рольгангам линии сварки и цикл работы повторяется.

Движение тележки между рольгангами линии сварки и линии отделки осуществляется на повышенной скорости с переходом на ползучую скорость перед выбранным рольгангом. Если движение идет к рольгангу Р2, то переход на ползучую скорость происходит в положении П7, если же к рольгангу Р1, то на ползучей скорости осуществляется перемещение от положения П6 до П5. При движении к рольгангу Р3 переход движения на ползучую скорость осуществляется в положении П8, если же идет движение к рольгангу Р4, то на ползучей скорости происходит перемещение от положения П9 до П10.

В положениях П5, П6, П9 и П10 осуществляется совмещение оси передвижного рольганга с осями соответствующих рольгангов.

Сигналы С1 и С2 о выходе трубы со сварочных станков подаются кнопками «Очередная труба» у изображений рольгангов Р3 и Р4.

Команды на удаление труб с рольгангов Р1 и Р2 подаются кнопками «Убрать трубу» у изображения рольгангов Р3 и Р4.

Приводы всех рольгангов нереверсивные и нерегулируемые.

Подвариант 5.1. Тележка находится в исходном состоянии, то есть стоит у рольганга Р3 (положение П9) и трубы на ней нет. Также отсутствуют трубы на рольгангах Р3 и Р4.

Если труба вначале появляется от первого сварщика (С1), то должен включиться рольганг Р3 и затем Р0 (см. условие работы в основном варианте). Как только труба полностью заходит на тележку, должна загореться сигнальная лампочка на экране сенсорного монитора «Загрузка закончена».

Если же труба появляется вначале от второго сварщика (С2), то труба полностью заходит на рольганг Р4 (до П4), затем тележка на ползучей скорости перемещается к рольгангу Р4 и осуществляется загрузка трубы на тележку. В конце загрузки должен появиться сигнал «Загрузка закончена».

Подвариант 5.2. Из исходного положения (П9 или П10) по команде «Пуск» (кнопка на экране сенсорного монитора) тележка ускоренно перемещается до П7, переходит на ползучую скорость и доходит до положения П6, где стоит в течение 3с. После этого тележка возвращается к рольгангу Р3, если на нем есть труба и эта труба появилась раньше (то есть она первоочередная), чем труба на рольганге Р4. Если же первоочередной является труба на рольганге Р4, то тележка должна идти к этому рольгангу. Если труб на рольгангах Р3 и Р4 нет, то тележка должна занять положение у рольганга Р3 (П9).

Подвариант 5.3. При первом нажатии на кнопку «Пуск» (кнопка на экране сенсорного монитора) тележка должна из исходного положения (П9) переместиться к рольгангу Р2 (П6), при этом переход от П7 к П6 должен осуществляться на пониженной скорости. У рольганга Р2 тележка должна стоять 3 с и затем возвратиться в исходное положение (П9). Переход от П8 к П9 осуществляется также на пониженной скорости.

При втором нажатии на кнопку «Пуск» тележка осуществляет переход к рольгангу Р1 (от положения П6 до П5 на пониженной скорости), стоит также 3 с у рольганга Р1 и возвращается в исходное положение. Последующие нажатия кнопки «Пуск» не вызывают никаких действий до тех пор, пока не будет нажата кнопка «Сброс» на экране сенсорного монитора.

Б.7. ВАРИАНТ 6. СТАНОК ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

Сверление глубоких отверстий связано с периодическим выведением сверла 3 из изделия 4 для извлечения стружки (рис. Б.6).

Конструктивно станок состоит из стойки 1, по направляющим которой перемещается шпиндельная бабка 2. Привод инструмента 3 осуществляется от электродвигателя 9. Стойка установлена на основании 6. На основании устройствами 5 осуществляется зажим обрабатываемой детали 4. Подача шпиндельной бабки (ШБ) осуществляется ходовым винтом 8, приводимым в движение двигателем 10 через редуктор 7.

Контроль положения ШБ осуществляется датчиками КВ, КН, П0...П4. Датчики КВ и КН ограничивают крайнее верхнее и крайнее нижнее положения соответственно. Датчики П0...П4 контролируют промежуточные положения ШБ при сверлении детали.

В автоматическом режиме работы последовательность обработки следующая. ШБ находится в положении П0 (датчик П0 светится красным цветом). На экране сенсорного монитора нажимается кнопка, которой присвоена функция кнопки «Пуск». Включаются двигатели 9, 10. ШБ должна быстро идти к детали. В положении П1 двигатель переключается на пониженную рабочую подачу, с которой идет перемещение ШБ до положения П2. В положении П2 осуществляется реверс двигателя 10 и ШБ движется вверх до положения П1. В положении П1 вновь реверсируется двигатель 10 и ШБ ускоренно перемещается до положения П2, в котором скорость снижается до рабочей скорости подачи.

Совершается сверление до прихода ШБ в положение П3. Из положения П3 вновь поперечина ускоренно движется в положение П1, из которого ускоренно возвращается в положение П3 и затем на рабочей подаче осуществляется перемещение ШБ от положения П3 до положения П4. Нахождение ШБ в положении П4 свидетельствует о завершении сверления отверстия. Из положения П4 ШБ ускоренно перемещается в положение П0, где необходимо сформировать сигнал «Конец цикла», которым на экране монитора должна быть включена сигнальная лампа.

Для смены детали необходимо нажать кнопку «Смена детали» в нижней части экрана монитора.

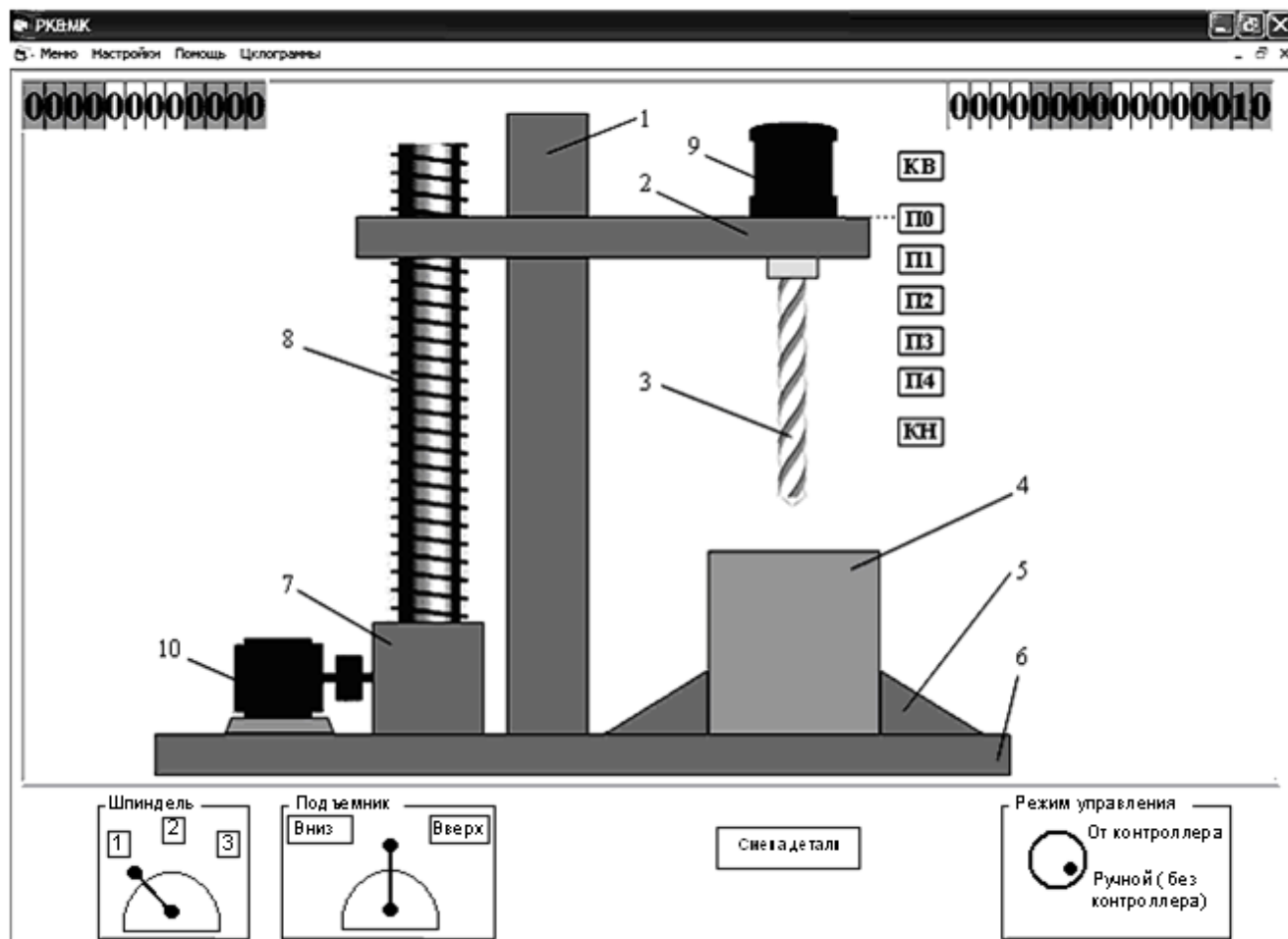


Рис. Б.6. Станок для сверления глубоких отверстий

В соответствии с табл. Б.2 введены следующие обозначения выходных команд: движение ШБ вниз – Н; вверх – В; снижение скорости – М; вращение шпинделя (сверла) медленно – Шпм; вращение шпинделя (сверла) быстро – Шпб; сигнал «Конец цикла» – КЦ.

В программе ПЭВМ предусмотрена остановка движения ШБ при достижении ею крайних положений KB и КН независимо от режима работы станка.

Подвариант 6.1. После кратковременного появления команды «Пуск» (кнопка на экране сенсорного монитора) ШБ из верхнего положения П0 ускоренно движется до положения П1. От П1 до П2 ШБ движется на малой скорости с включенным шпинделем (Шпб). В положении П2 происходит реверс двигателя 10 и шпиндельная бабка ускоренно возвращается в П0. По пути при достижении ею положения П1 отключается вращение сверла.

Повторение цикла осуществляется при следующем появлении команды «Пуск».

Подвариант 6.2. После кратковременного появления команды «Пуск» (кнопка на экране сенсорного монитора) включается двигатель 9 вращения сверла на медленную скорость и ШБ из верхнего положения П0 движется вниз до положения П2, затем возвращается в П0. Через 1 секунду ШБ из верхнего положения П0 движется вниз до П3, далее реверсируется и вновь возвращается в П0. Двигатели 9 и 10 отключаются и система готова к новому циклу работы.

Подвариант 6.3. После кратковременного появления команды «Пуск» с выбранной кнопки блока управления из верхнего положения П0 ускоренно движется до положения П2. От П2 до П4 ШБ движется на малой скорости с включенным шпинделем с малой скоростью (Шпм). В положении П4 происходит реверс двигателя 10 и шпиндельная бабка ускоренно возвращается в П0. По пути при достижении ею положения П2 отключается вращение сверла.

Повторение цикла осуществляется при следующем появлении команды «Пуск».

Б.8. ВАРИАНТ 7. ЛИНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Линия химической обработки деталей предназначена для последовательной обработки деталей в ваннах 1...5 с химическими растворами (рис. Б.7), а также для сушки деталей в сушильной камере 8. Подача нагретого воздуха осуществляется вентилятором 7 с приводом от двигателя 6.

Обрабатываемые детали вручную загружаются оператором в барабан 10, когда он находится на ложементе 9 (положение ПЭ). На тележке 11 расположены механизм подъема и опускания барабана 12 и механизм передвижения тележки 13. С целью ускорения химической обработки деталей, а также улучшения качества обработки предусмотрен привод вращения барабана 14.

Для улучшения наглядности работы механизмов здесь и далее будем считать, что 1 мин. реального технологического процесса будет соответствовать 1-3 с на лабораторном комплексе.

После ручной загрузки барабана и нажатии на кнопку «Пуск» (кнопка на экране сенсорного монитора) барабан с ложементов поднимается (команда В) в крайнее верхнее положение (КВ). Затем тележка 11 перемещается (команда П) к ванне 1 (положение П1). Барабан опускается вниз (Н).

При достижении крайнего нижнего положения (КН) включается вращение барабана (Вр) на 3 с в обезжиривающем растворе. После паузы 2 с вращение барабана возобновляется еще на 3 с. По окончании операции барабан переносится (команда Л) к ванне 2. Движение тележки вправо (П) или влево (Л) возможно только при нахождении барабана в крайнем верхнем положении (КВ).

В ванне 2 производится промывка деталей в проточной промышленной воде в течение 2 с. После промывки барабан перемещается к следующей ванне.

В ванне 3 осуществляется процесс травления деталей в течение 8 с. Барабан вращается в течение 2 с с паузами 2 с.

В следующей ванне 4 детали промываются в проточной холодной воде в течение 2 с с неподвижным барабаном.

В ванне 5 производится покрытие деталей оксидной пленкой в течение 5 с. Во время этой операции производится постоянное вращение барабана.

Затем производится промывка деталей в проточной воде (ванна 4) в течение 2 с. По окончании промывки барабан поднимается над ванной и стоит без вращения 2 с для стекания воды.

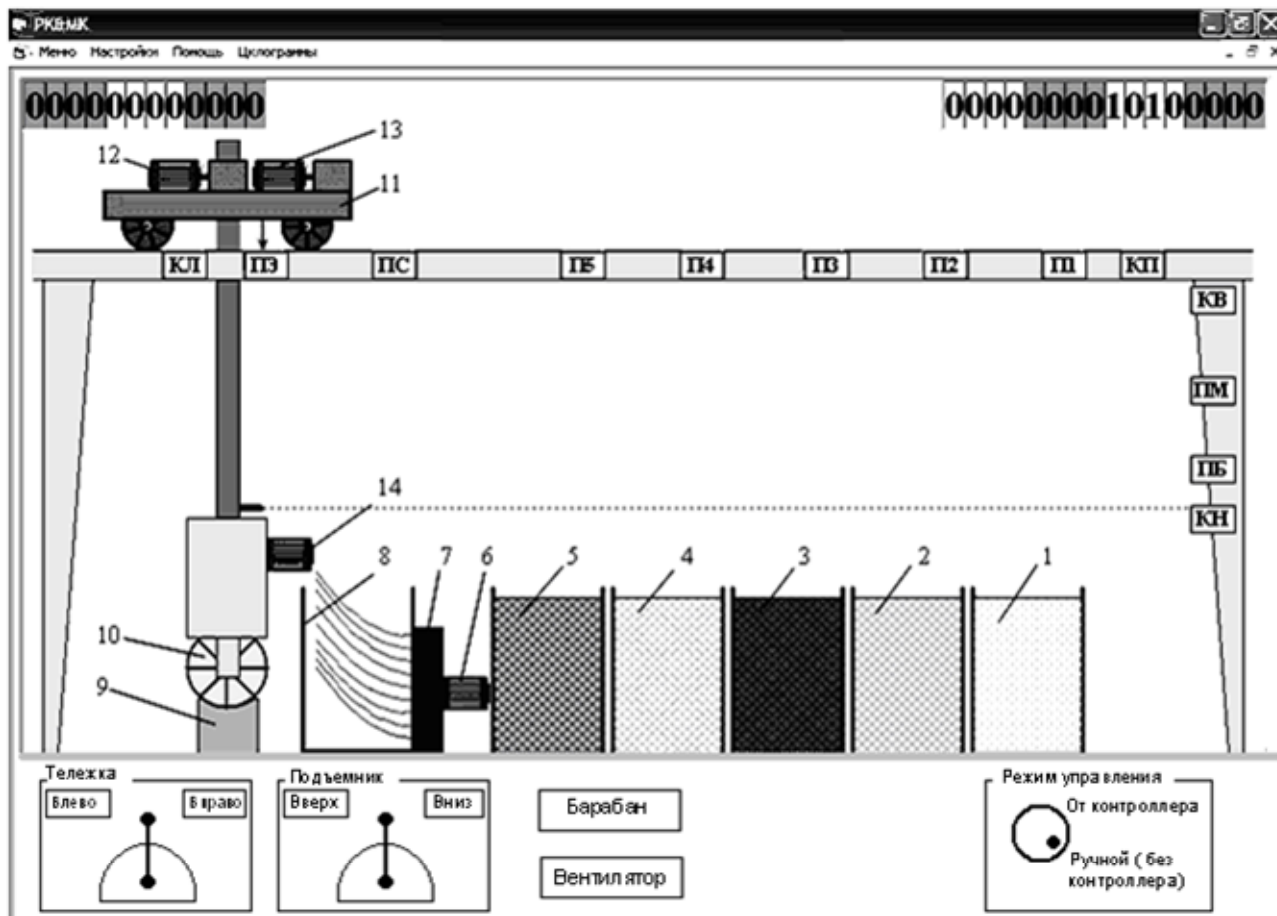


Рис. Б.7. Линия химической обработки деталей

Промытые детали переносятся в камеру сушки. Вентилятор включается командой СБ. Время сушки 3 с. Затем барабан в верхнем положении остывает в течение 2 с и переносится к месту разгрузки на ложемент. С окончанием последней операции формируется сигнал «Конец цикла» и выдается на сигнальную лампу на экране сенсорного монитора.

При нажатии на кнопку «Стоп» (на экране сенсорного монитора) система автоматически должна прекратить свою работу в том состоянии, в котором находится. Окончание работы с прерванного места осуществляется только вручную. Для включения системы в автоматическом режиме надо привести механизмы в исходное состояние, то есть барабан должен находиться на ложементе.

Положения ПМ и ПБ дают преподавателю возможность разнообразить работу рассматриваемой линии.

Подвариант 7.1. После кратковременного появления команды «Пуск» (кнопка на экране сенсорного монитора) барабан с деталями поднимается до положения КВ и переносится до ванны 3 (положение ПЗ). Далее барабан погружается в ванну и вращается в растворе по 2 с с паузой 2 с в течение 8 с. Затем барабан переносится в зону сушки. Включается двигатель вентилятора на 4 с. После чего барабан возвращается в исходное положение и зажигается лампа «Конец цикла» на экране сенсорного монитора. Система готова к новому циклу работы.

Подвариант 7.2. Требуется автоматизировать процесс контроля работоспособности всех элементов линии химической обработки. В режиме «Тест» после нажатия кнопки «Пуск-Т» (кнопка на экране сенсорного монитора) барабан поднимается механизмом подъема до положения КВ. Затем тележка перемещается вправо до датчика КП и возвращается в положение сушки ПС. Здесь барабан опускается в нишу с вентилятором. Вентилятор командой СБ включается на 2 с. После отключения вентилятора барабан поднимается до положения КВ и перемещается влево до датчика КЛ, а затем возвращается в исходное состояние. При исправности всех датчиков и работоспособности всех механизмов загорается сигнал «Конец цикла проверки» на экране сенсорного монитора. При составлении программы для контроллера считать, что команды на включение вентилятора и привода вращения барабана являются подтверждением их работоспособности.

Подвариант 7.3. Имеется два типа деталей с различными химическими процессами обработки. Тип деталей задается переключателем (можно использовать кнопку с отключением при повторном нажатии) на экране сенсорного монитора. При нажатии на кнопку «Пуск» (на экране сенсорного монитора) барабан с деталями первого типа поднимается до положения КВ и перемещается в положение ПЗ. Барабан опускается в ванну 3 на 3 с, а затем возвращается в исходное состояние.

Для второго типа деталей после нажатия кнопки «Пуск» барабан поднимается до положения КВ и движется к ванне 1 (П1). Далее барабан опускается на 4 с в химический раствор и затем возвращается в исходное положение.

Цикл обработки данного типа деталей должен заканчиваться независимо от изменения задания типа детали.

Б.9. ВАРИАНТ 8. УЧАСТОК УПАКОВКИ

Упаковочная машина предназначена для установки заготовок или коробок (например, коробок с обувью) друг на друга и дальнейшей укладке полученной стопы в емкость (рис. Б.8). Установка содержит толкатель 4, перемещающий коробки 1 в горизонтальной плоскости, подъемник 5, подъемник стопы с захватом 2,

перемещаемый по горизонтали и вертикали тележкой 3 с двигателями 6 и 7, транспортер 8. При работе системы необходимо сложить заготовки (коробки) друг на друга по 3 штуки, переместить полученную стопу с помощью захвата на транспортер для дальнейшей упаковки.

Упаковочная машина работает следующим образом. Исходное положение толкателя КЛТ, подъемника КВ, захват разжат и находится в положении П1, тележка находится в положении ПЗ. На транспортере установлена пустая емкость 9 для размещения в ней коробок.

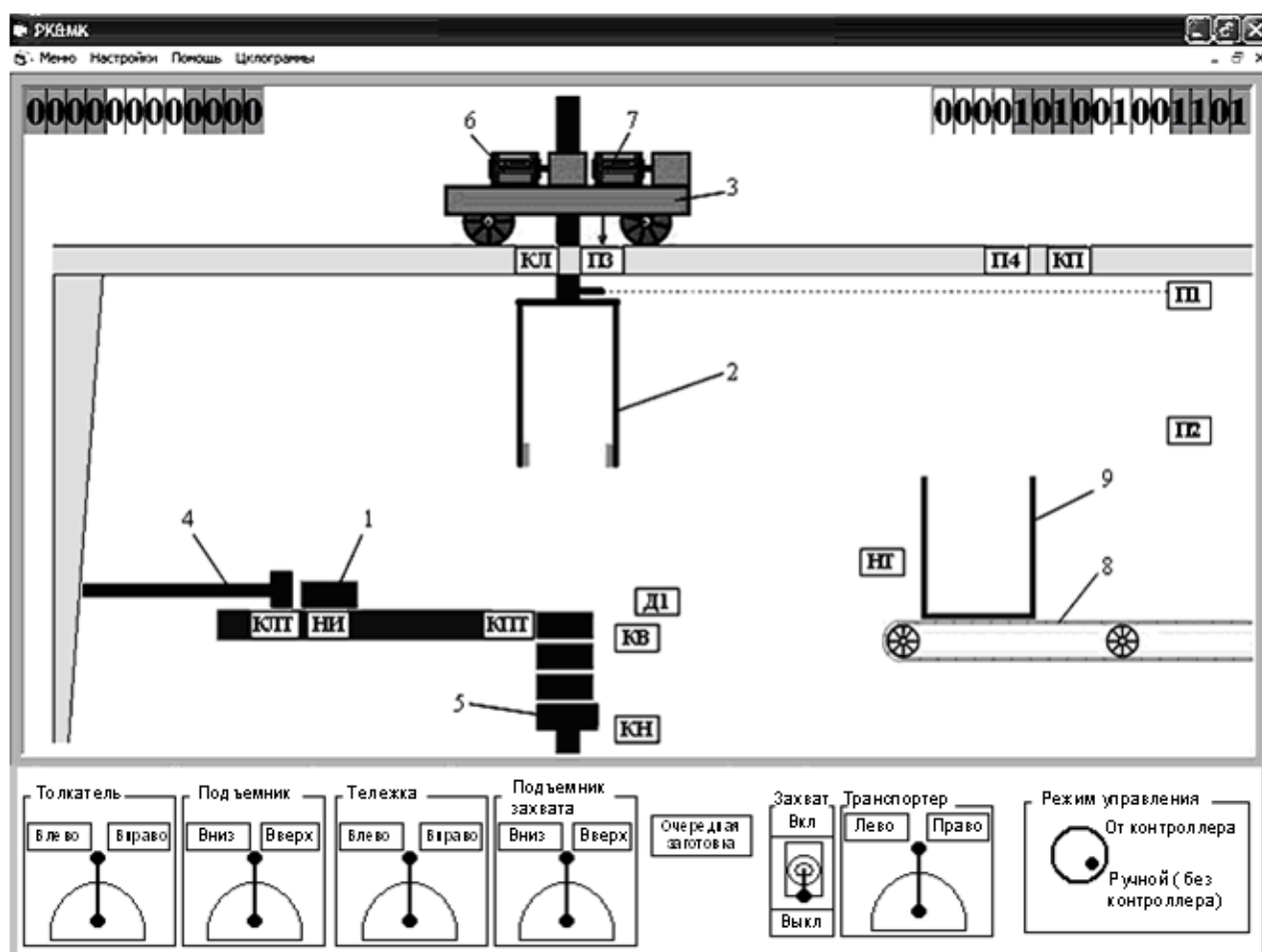


Рис. Б.8. Участок упаковки

При нажатии кнопки «Очередная заготовка» в нижней части монитора ПЭВМ на столе подачи появляется заготовка 1, наличие которой контролируется датчиком НИ. Толкатель 4 движется (ТолП) в крайнее правое положение КПТ, перемещая коробку на подъемник 5. Далее толкатель по команде ТолЛ возвращается в исходное крайнее левое положение КЛТ. Заготовки опускаются (ПодВн) на высоту заготовки (пока не отключится датчик Д1). Далее работа повторяется до получения на подъемнике 5 стопы максимум из 3 заготовок. Подъемник 5 с тремя заготовками по команде ПодВв поднимается до положения КВ. После этого опускается захват (ШтВн) до положения П2, происходит его зажатие (Зажим), подъем

(ШтВв) до положения П1. Далее по команде ТелП тележка из положения П3 перемещается в положение П4. Происходит опускание (ШтВн) захвата и его разжатие – заготовки размещаются в емкости (таре) 9. Наличие тары контролируется датчиком НТ. Захват поднимается (ШтВв) в верхнее положение П1. Включается транспортер 8 (Тран) и емкость с заготовками увозится транспортером. Включается тележка для движения влево (ТелЛ) и устанавливается в исходное положение П3. В дальнейшем цикл повторяется.

Конечные выключатели КЛ и КП контролируют крайние соответственно левое и правое положения тележки 3. При нормальной работе автоматики движение тележки ограничивается датчиками П3 и П4. В положениях КЛ и КП тележка может оказываться только при сбоях автоматики.

Подвариант 8.1. Автоматизация захвата. Исходное положение: захват разжат и находится в положении П1, тележка – в положении П3. После нажатия кнопки «Пуск» (на экране сенсорного монитора) захват перемещается вниз в положение П2, далее происходит его зажим. После этого захват поднимается до верхнего положения П1 и затем его разжим. Далее цикл работы непрерывно повторяется до нажатия кнопки «Сброс» (на экране сенсорного монитора).

Подвариант 8.2. Автоматизация толкателя, захвата, тележки и транспортера (не работает только привод подъемника 5, т.е. происходит перемещение коробок по одной). При нажатии кнопки «Очередная заготовка» в нижней части монитора ПЭВМ появляется заготовка. Толкатель переносит ее на подъемник, находящийся в верхнем положении. Опускается захват в разжатом состоянии, происходит зажим заготовки, подъем захвата до верхнего положения. Далее включается тележка для движения направо до положения П4 и опускание захвата с заготовкой на транспортер. После подъема захвата транспортер включается и увозит заготовку. В верхнем положении захвата включается тележка для движения налево до П3. Цикл закончен и далее он повторяется при нажатии кнопки «Очередная заготовка» в нижней части монитора ПЭВМ. На экране сенсорного монитора располагаются кнопки «Пуск», «Стоп» и сигнальная лампа о движении тележки вправо.

Подвариант 8.3. Тестовый контроль приводов датчиков тележки с захватом. Остальные механизмы не работают.

Исходное положение тележки 3 в положении П3, разжатый захват 2 в положении П1. При нажатии кнопки пуска теста на экране сенсорного монитора, захват опускается до положения П2. Происходит зажатие захвата и затем подъем его до положения П1. Далее тележка из положения П3 движется в положение П4. Происходит опускание захвата до положения П2 и его разжим. Захват поднимается в верхнее положение. Включается тележка и устанавливается в исходное положение П3. Если все движения прошли в полном соответствии с заданием, то на экране сенсорного монитора загорается сигнальная лампа. Если же были сбои в работе, то через 10с после нажатия на кнопку пуска теста загорается другая сиг-

нальная лампа. Исправность датчиков КЛ и КП в данном подварианте не проверяется.

Б.10. ВАРИАНТ 9. ЛИФТ ПАССАЖИРСКИЙ

Пассажирский лифт – хорошо знакомый всем объект, не требующий пояснений по назначению и работе. В рассматриваемом варианте лифт (рис. Б.9) рассчитан на 3 этажа.

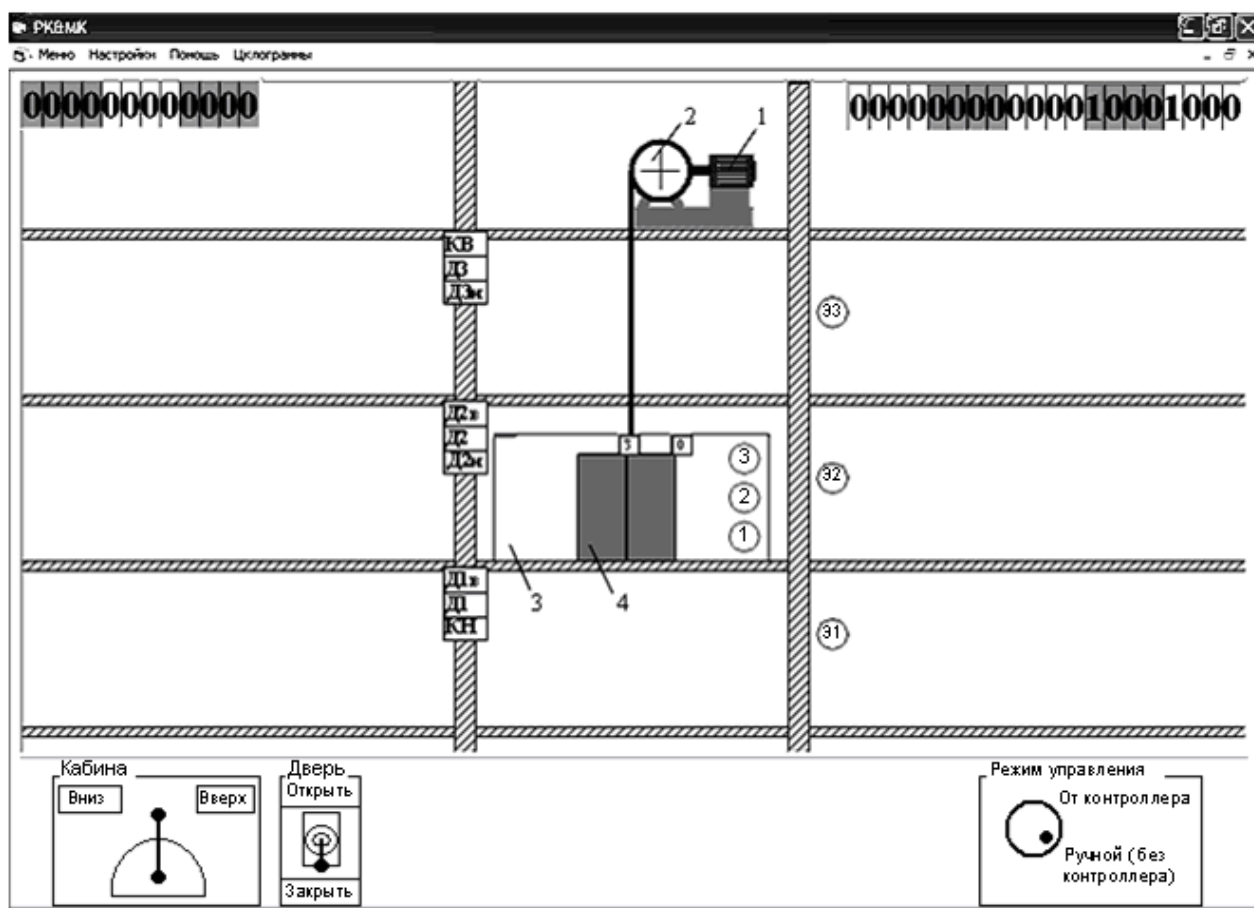


Рис. Б.9. Пассажирский лифт

В машинном отделении располагается силовая установка для подъема/опускания кабины: двигатель 1 и шкив 2. Кабина лифта 3 имеет двухстворчатую дверь 4, приводимую в движение двигателем, который условно не показан. Крайние положения кабины контролируются конечными выключателями верхним и нижним соответственно КВ и КН. Точная остановка кабины на этажах обеспечивается по сигналам от этажных датчиков Д1, Д2, Д3. При подходе к заданному этажу скорость кабины лифта снижается до ползучей. Снижение скорости при подходе к 3-му этажу происходит по сигналу датчика ДЗн, при подходе к 1-му этажу – по сигналу датчика Д1в. На втором этаже установлены два датчика для организации снижения скорости, если кабина движется на заданный второй этаж.

Датчик Д2в снижает скорость кабины при ее движении на второй этаж сверху, а Д2н – при движении снизу.

Управление лифтом осуществляется кнопками Э1, Э2, Э3, расположенными на этажных площадках соответственного 1-го, 2-го и 3-го этажей. Они служат для вызова кабины на заданный этаж.

Кнопки 1, 2 и 3 расположены в кабине и являются кнопками приказов движения кабины на требуемый этаж.

Система управления лифтом должна формировать управляющие команды на приводы кабины и двери. На привод кабины система управления должна вырабатывать команды движения «Вверх» (В), «Вниз» (Н) и замедления скорости (М).

При одновременном наличии команд В и М осуществляется движение вверх медленно, при одновременном наличии команд Н и М – движение вниз медленно. На привод двери подаются команды «Открыть» (ОД) и «Закрыть» (ЗД). Положение двери контролируется датчиками открытого и закрытого положения двери соответственно О и З. Команды вызова Э1, Э2, Э3 и команды приказов 1, 2, 3 подаются обучаемым с кнопок на экране сенсорного монитора. Команды вызовов и приказов обеспечивают подсветку кнопок на экране монитора ПЭВМ.

Алгоритм управления лифтом предполагается следующим. Движение кабины возможно лишь при закрытой двери, т.е. при наличии сигнала З. Кабина идет на тот этаж, на котором раньше нажали кнопку вызова с этажной площадки. При подходе на заданный этаж кабина автоматически замедляет свой ход и на ползучей скорости подходит к месту остановки. При останове кабины дверь автоматически открывается. Пассажир входит в кабину и нажимает кнопку приказа. Дверь кабины закрывается, включается привод кабины и кабина движется на заданный этаж (с замедлением перед остановкой). При остановке кабины дверь автоматически открывается, пассажир выходит из кабины. Через запрограммированную задержку времени дверь автоматически закрывается. Дверь автоматически закроется и в случае, если пассажир зашел в кабину и долго не нажимает на кнопку приказа. Если дверь кабины закрылась, а кнопка приказа не нажата, но есть сигнал запроса с какого-то этажа, то лифт будет идти на этаж, с которого поступил запрос. Таким образом, пассажир, вошедший в кабину, должен нажать кнопку приказа до закрытия двери.

На экране сенсорного монитора должны быть представлены кнопки вызовов на этажи и кнопки приказов из кабины лифта. Изображение лифта на мониторе ПЭВМ также имеет кнопки вызовов и приказов, и подавать команды вызовов и приказов можно, щелкая левой клавишей мыши по соответствующей кнопке. То есть кнопки на экране сенсорного монитора и кнопки на изображении виртуального лифта как бы соединены параллельно.

Подвариант 9.1. При нажатии и отпускании кнопки Э1 кабина совершает непрерывные движения вверх и вниз (от Д1 до Д3 и обратно), останавливаясь на 1...2 с на каждом этаже. Движение осуществляется на малой скорости. При нажатии на кнопку Э2 движение прекращается.

Подвариант 9.2. При нажатии на кнопку Э3 кабина совершает непрерывные движения на медленной скорости вверх и вниз (от Д1 до Д3 и обратно) без остановки на 2-м этаже. При нажатии на кнопку Э2 движение кабины прекращается. При нажатии на кнопку Э1 кабина должна идти на 1-ый этаж и там остановиться. При повторном нажатии кнопки Э3 описанная работа лифта повторяется.

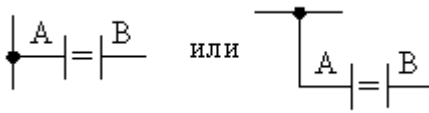
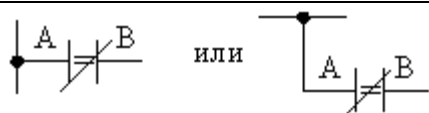
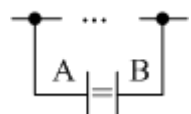
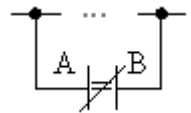
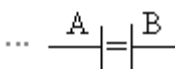
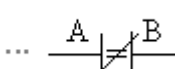
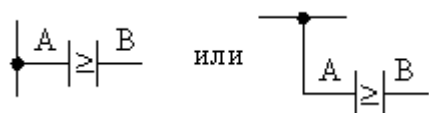
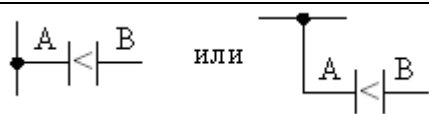
Подвариант 9.3. При включении системы в работу кабина, где бы она ни была, движется автоматически до 1-го этажа и останавливается. При первом нажатии на кнопку Э1 кабина движется на 2-й этаж, стоит там в течение времени t_1 и возвращается на 1-й этаж. При втором нажатии на кнопку Э1 кабина движется на 3-й этаж, стоит там в течение времени t_2 и возвращается на 1-й этаж. При третьем нажатии на кнопку Э1 кабина движется на 2-й этаж, стоит там в течение времени t_1 и возвращается на 1-й этаж. При четвертом нажатии на кнопку Э1 кабина движется на 3-й этаж, стоит там в течение времени t_2 и возвращается на 1-й этаж. То есть при каждом нечетном нажатии кнопки Э1 кабина совершает «ходку» на 2-й этаж, а при каждом четном нажатии – на 3-й этаж. Движение кабины осуществляется на малой скорости.

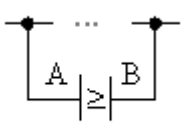
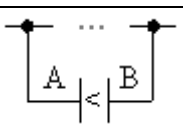
ПРИЛОЖЕНИЕ В. СИСТЕМА КОМАНД МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Представленная ниже система команд ориентирована на программирование как с использованием пакета Direct Soft, так и ручного программатора.

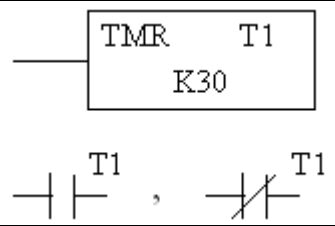
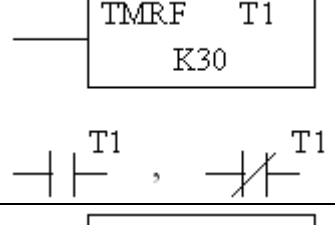
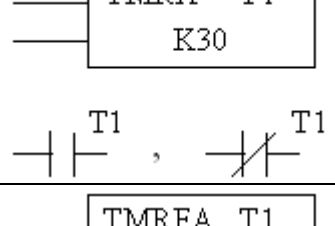
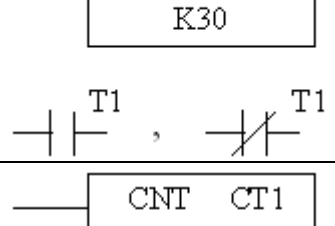
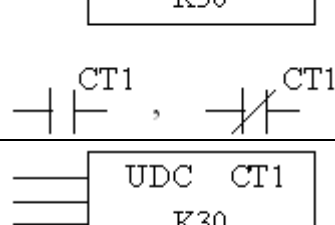
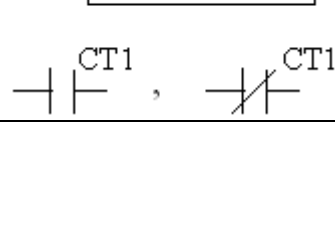
Булевы команды

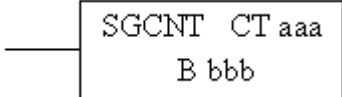
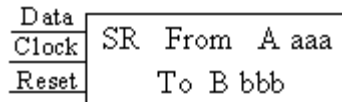
Мнемоника	Обозначения в DirectSoft32	Описание
STR, STRI		Начинает новое звено или следующую цепь с замыкающим контактом.
STRN, STRNI		То же, но с размыкающим контактом
OR, ORI		Присоединение замыкающего контакта параллельно другому контакту в звене
ORN, ORNI		То же, но с размыкающим контактом
AND, ANDI		Последовательное включение замыкающего контакта
ANDN, ANDNI		То же, но с размыкающим контактом
ANDSTR		Последовательное соединение двух звеньев
ORSTR		Параллельное соединение двух звеньев
OUT	-(OUT)	Вывод состояния звена в регистр состояния
OUTI	-(OUTI)	Вывод состояния звена немедленный (при выполнении команды в ходе сканирования)
OROUT	-(OROUT)	Выводит состояние звена в регистр состояния. Можно многократно ссылаться на один и тот же канал

OROUTI	-(OROUTI)	Вывод состояния звена немедленный при выполнении команды в ходе сканирования. Можно многократно ссылаться на один и тот же канал
SET, SETI	-(SET), -(SETI)	Установить (включить) и зафиксировать канал или группу каналов
RST, RSTI	-(RST), -(RSTI)	Сбросить (отключить) канал или группу каналов, которые были установлены (включены) командой SET, SETI
PAUSE	-(PAUSE)	Прекращает обновление заданных сигналов вывода
STRE		Начинает новое звено или следующую ветвь с замыкающим контактом. Контакт замкнут, если A=B
STRENE		То же, но с размыкающим контактом. Контакт замкнут, если A≠B
ORE		Присоединение замыкающего контакта параллельно другому контакту. Контакт замкнут, если A=B
ORNE		То же, но с размыкающим контактом. Контакт замкнут, если A≠B
ANDE		Последовательное включение замыкающего контакта. Контакт замкнут, если A=B
ANDNE		То же, но с размыкающим контактом. Контакт замкнут, если A≠B
STR		Начинает новое звено или следующую цепь, с замыкающим контактом. Контакт замкнут, если A≥B
STRN		То же. Контакт замкнут, если A<B

OR		Присоединение замыкающего контакта параллельно другому контакту. Контакт замкнут, если $A \geq B$
ORN		То же. Контакт замкнут, если $A < B$

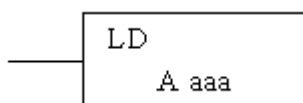
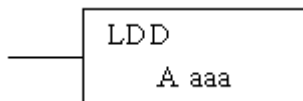
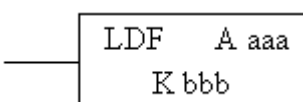
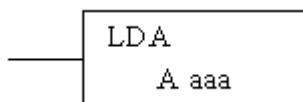
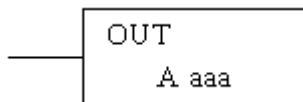
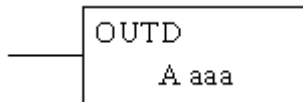
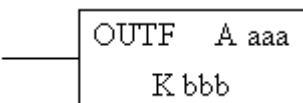
Команды таймеров и счетчиков

Мнемоника	Обозначения в DirectSoft32	Описание
TMR		Таймер с дискретностью 0,1 с. Максимальная установка 999,9 с (при K=9999). Номер таймера T0...T377 (T0...T177)
TMRF		Быстрый таймер с дискретностью 0,01 с. Максимальная установка 99,9 с (при K=9999). Номер таймера T0...T377 (T0...T177)
TMRA		Накапливающий (аккумулирующий) таймер с дискретностью 0,1 с. Максимальная установка 9999999,9 с (при K=99999999). Номер таймера T0...T377 (T0...T177)
TMRFA		Накапливающий (аккумулирующий) быстрый таймер с дискретностью 0,01 с. Максимальная установка 999999,9 с (при K=99999999). Номер таймера T0...T377 (T0...T177)
CNT		Суммирующий счетчик. Уставка счетчика 0...9999. Номер счетчика CT0...CT377 (CT0...CT177)
UDC		Реверсивный счетчик. Уставка счетчика 0...99999999. Номер счетчика CT0...CT377 (CT0...CT177)

SGCNT		Счетчик стадий (суммирующий)
SR		Сдвиг регистра

В средней колонке таблицы для всех элементов условно указан один и тот же номер 1 и задание уставки константой K=30.

Команды загрузки аккумулятора и вывода данных

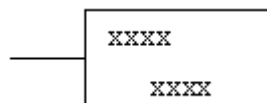
Мнемоника	Обозначения в DirectSoft32	Описание
LD		Загрузка 16-битного слова из ячейки V _{xxxx} в аккумулятор
LDD		Загрузка двойная. Загружает 32-битное слово из ячеек V _{xxxx} и V _(xxxx+1) в аккумулятор
LDF		Загрузка форматированная. Загружает в аккумулятор заданное количество последовательных дискретных битов памяти
LDA		Загрузка адреса. Загружает аккумулятор 16-ричным значением восьмеричной константы (адреса)
OUT		Вывод. Копирует младшие 16 бит аккумулятора в ячейку с адресом V _{xxxx}
OUTD		Вывод двойной. Копирует значения в аккумуляторе в ячейки с адресами V _{xxxx} и V _(xxxx+1)
OUTF		Вывод форматированный. Выводит заданное число бит (1-32) из аккумулятора в заданные дискретные области памяти
POP		Выталкивание из стека аккумулятора. Все значения в стеке сдвигаются вверх на один уровень. Вытолкнутое значение записывается в аккумулятор, а значение, бывшее в аккумуляторе, удаляется

Логические и математические команды

Логические и математические команды реализуют операции с числами (данными). Числа могут располагаться в аккумуляторе A, ячейках V-памяти, представляться константами K.

В командах указывается, где храниться первое число, где храниться второе число и куда помещается результат. Как правило, первое число хранится в А и там же в А сохраняется результат операции.

Ниже в таблице не указывается обозначение команды в программном пакете Direct Soft, так как они имеют один и тот же следующий вид:



В левом верхнем углу пишется мнемоника команды, а внизу посередине — адрес ячейки V-памяти V_{xxxx} или константа K_{xxxx} .

Мнемоника	Наименование	Описание
AND	Логическое И	Логическое И для младших 16 бит А и содержимого V-памяти. Результат в А
ANDD	Логическое И двойное	Логическое И значения в А и 8-значной константы. Результат в А
OR	Логическое ИЛИ	Логическое ИЛИ младших 16 бит А и содержимого V-памяти. Результат в А
ORD	Логическое ИЛИ двойное	Логическое ИЛИ значения в А и 8-значной константы. Результат в А
XOR	Исключающее ИЛИ	Логическое исключающее ИЛИ младших 16 бит А и содержимого V-памяти. Результат в А
XORD	Исключающее ИЛИ двойное	Логическое исключающее ИЛИ значения в А и 8-значной константы. Результат в А
CMP	Сравнить	Сравнивает значение младших 16 бит А с содержимым V-памяти. Устанавливает признаки: равно (=), больше (>), меньше (<)
CMPD	Сравнить двойное	То же, но 32 бита А с двумя последовательными ячейками V-памяти или 8-значной константой
ADD	Сложение	Суммирует значение 16 бит А в BCD (двоично-десятичном) формате с содержимым V-памяти. Результат в А
SUB	Вычитание	Вычитает из значения 16 бит А в BCD формате содержимое V-памяти или 4-значную BCD константу. Результат в А
MUL	Умножение	Умножает значение младших 16 бит А в BCD формате на содержимое ячейки V-памяти или 4-значную BCD константу. Результат в А
DIV	Деление	Делит значение младших 16 бит А в BCD формате на содержимое ячейки V-памяти или 4-значную BCD константу. Результат в А

ADDD SUBD MULD DIVD	Сложение двойное Вычитание двойное Умножение двойное Деление двойное	Эти команды аналогичны командам ADD, SUB, MUL и DIV, но операции осуществляются с 32 разрядами A в BCD формате и с двумя последовательными ячейками V-памяти или 8-значной константой
ADDB SUBB MULB DIVB	Сложение двойное Вычитание двойное Умножение двойное Деление двойное	Эти команды аналогичны командам ADD, SUB, MUL и DIV, но информация в A, ячейках V-памяти и константы – в двоичном представлении

Команды работы с разрядами и преобразования чисел

Мнемоника	Наименование	Описание
INC	Инкремент	Увеличивает величину, хранящуюся в BCD формате в ячейке V-памяти, на 1 при каждом вызове команды
DEC	Декремент	Уменьшает величину, хранящуюся в BCD формате в ячейке V-памяти, на 1 при каждом вызове команды
INCB DECB	Инкремент двоичный Декремент двоичный	Команды аналогичны командам INC и DEC, но информация в ячейках V-памяти в двоичном представлении
BIN	Команда двоичная	Преобразует число в A в BCD формате двоичное представление. Результат в A
BCD	Двоично-десятичное кодирование	Преобразует число в A в двоичном представлении в BCD формате. Результат в A
INV	Инверсия	Дает дополнительный код 32-битного значения A. Результат в A
GRAY	Из кода Грея в BCD	Преобразует число в 16-битном формате Грея в BCD формате. Результат в A
SUM	Сумма	Вычисляет число бит равных 1 в A. Результат в формате HEX помещается в A
SHFL	Сдвиг влево	Сдвигает биты в A влево на заданное число разрядов
SHFR	Сдвиг вправо	То же, но сдвиг вправо

Табличные команды

Мнемоника	Наименование	Описание
MOV	MOVE	Перемещает значения из одной области V-памяти в другую область V-памяти с такой же длиной.
MOVMC LDLBL	Move Memory Cartridge Load Label	Копирование данных между V-памятью и памятью программы
LDLBL MOVMC	Copy Data From a Data Label Area to	Данные копируются из области метки данных (Data Label Area) в V-память

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Работа №1. Методические указания по программированию контроллера Simatic S7-300	
1.1. Цель работы.....	4
1.2. Содержание работы.....	4
1.3. Описание лабораторного стенда.....	4
1.4. Конфигурирование в STEP 7 v 5.3.....	8
1.5. Программирование пользовательской задачи	13
1.6. Операции с таймерами.....	18
1.7. Операции счета.....	20
1.8. Операции с аналоговыми сигналами.....	21
1.9. Программирование функциональных блоков и функций.....	23
1.10. Пример программирования контроллера SIMATIC S7-300.....	29
1.11. Загрузка программы в контроллер и запуск программы.....	32
1.12. Выполнение лабораторной работы.....	32
1.13. Требования к отчёту.....	37
1.14. Контрольные вопросы.....	37
2. Работа №2. Изучение промышленной сети PROFIBUS-DP	
2.1. Цель работы.....	38
2.2. Содержание работы.....	38
2.3. Описание лабораторного стенда.....	38
2.4. Конфигурирование сети в STEP7 v 5.3.....	40
2.5. Программирование контроллеров.....	45
2.6. Загрузка программ в программируемые контроллеры и включение в работу.....	49
2.7. Выполнение лабораторной работы.....	51
2.8. Требования к отчёту.....	61
2.9. Контрольные вопросы.....	61
3. Работа №3. Изучение сенсорной панели оператора Siemens TP177A и ее использования в системах автоматизации	
3.1. Цель работы.....	62
3.2. Содержание работы.....	62
3.3. Описание лабораторного стенда.....	62
3.4. Технические характеристики панели оператора TP177A.....	67
3.5. Операционная система сенсорной панели SIMATIC TP 177A.....	69
3.6. Программирование сенсорного монитора SIEMENS TP177A.....	71
3.6.1. Общие положения.....	71
3.6.2. Начало работы с WinCC flexible. Создание нового проекта.....	72
3.6.3. Работа с тегам.....	77

3.6.4.	Создание объектов на экране панели оператора.....	79
3.6.5.	Загрузка проекта в сенсорный монитор SIEMENS TP177A.....	85
3.7.	Выполнение лабораторной работы	86
3.8.	Требования к отчёту.....	87
3.9.	Контрольные вопросы.....	87
4.	Работа №4. Изучение сенсорного монитора OMRON NT21	
4.1.	Цель работы.....	89
4.2.	Программа работы.....	89
4.3.	Технические характеристики сенсорного монитора NT21.....	89
4.4.	Операционная система сенсорного монитора NT21.....	93
4.5.	Программирование сенсорного монитора OMRON NT21.....	94
4.6.	Работа с программой NT-series Support Tool.....	97
4.7.	Примеры программирования сенсорного монитора NT21.....	103
4.8.	Загрузка проекта в сенсорный монитор OMRON NT21.....	105
4.9.	Выполнение лабораторной работы.....	107
4.10.	Требования к отчёту.....	109
4.11.	Контрольные вопросы.....	109
5.	Работа №5. Программирование микроконтроллеров DL05 и DL06 программируемых контроллеров фирмы AUTOMATION DIRECT	
5.1.	Цель работы.....	111
5.2.	Содержание работы.....	111
5.3.	Технические характеристики изучаемых микроконтроллеров.....	111
5.3.1.	Общие положения.....	111
5.3.2.	Устройство микроконтроллеров DL06.....	112
5.3.3.	Общие характеристики микроконтроллеров DL06.....	113
5.3.4.	Входы и выходы микроконтроллеров DL06.....	114
5.3.5.	Распределение памяти микроконтроллеров.....	116
5.4.	Программирование микроконтроллеров.....	118
5.4.1.	Общие положения.....	118
5.4.2.	Программирование на языке RLL.....	118
5.4.3.	Примеры программирования контроллера на языке RLL.....	128
5.4.4.	Программирование на языке RLL ^{PLUS}	130
5.5.	Подготовка программы с помощью пакета программирования DirectSoft32.....	132
5.6.	Ввод программы в микроконтроллер	136
5.7.	Вывод программы на печать	138
5.8.	Дополнительные возможности микроконтроллеров.....	139
5.9.	Выполнение лабораторной работы	139
5.10.	Требования к отчёту.....	145
5.11.	Контрольные вопросы.....	145

Приложения

Приложение А. Адресация сигналов и команд программируемых контроллеров SIMATIC S7-300.....	147
Приложение Б. Варианты технологических объектов управления	
Б.1. Общие положения.....	152
Б.2. Вариант 1. Роботизированный комплекс транспортировки изделий.....	155
Б.3. Вариант 2. Участок транспортировки заготовок в методическую печь для их нагрева перед прокаткой (методическая печь).....	157
Б.4. Вариант 3. Участок нагревательного колодца обжимного прокатного стана.....	159
Б.5. Вариант 4. Участок сортировки и пакетирования годных и бракованных листов металла.....	161
Б.6. Вариант 5. Участок транспортировки труб большого диаметра.....	163
Б.7. Вариант 6. Станок для сверления глубоких отверстий.....	166
Б.8. Вариант 7. Линия химической обработки деталей.....	168
Б.9. Вариант 8. Участок упаковки.....	170
Б.10. Вариант 9. Лифт пассажирский.....	173
Приложение В. Система команд микроконтроллеров	176

А.М. Борисов, А.С. Нестеров, Н.А. Логинова

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОГРАММИРУЕМЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

Учебное пособие

Техн. редактор

Издательство Южно-Уральского государственного
университета

УОП Издательства. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76