

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра «Электропривод и автоматизация
промышленных установок»

681.5(07)
Б825

А.М. Борисов, А.С. Нестеров

СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Учебное пособие

Челябинск
Издательство ЮУрГУ
2007

УДК 658.564(075.8) + 681.51(075.8)
Б825

*Одобрено
учебно-методической комиссией энергетического факультета.*

Рецензенты:
В.М. Попов, В.Я. Слепнёв

Борисов, А.М.
Б825 Средства автоматизации и управления: учебное пособие / А.М. Борисов, А.С. Нестеров. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 207 с.

Учебное пособие предназначено для студентов различных специальностей, изучающих автоматизацию производственных установок различного технологического назначения.

В пособии рассмотрены принципы работы и программирования различных современных средств автоматизации (программируемый логический контроллер, сенсорный монитор, интеллектуальное реле и т. п.). Описан лабораторный стенд для изучения программируемых устройств автоматики и даны схемы подключения к ним входных и выходных сигналов и команд, которые могут оказать помощь студентам при выполнении курсового и дипломного проектирований.

УДК 658.564(075.8) + 681.51(075.8)

© Издательство ЮУрГУ, 2007

А.М. Борисов, А.С. Нестеров

СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Учебное пособие

Техн. редактор

Издательство Южно-Уральского государственного
университета

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

1. ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД «СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ»

1.1. Назначение и состав стенда

Лабораторный стенд «Средства автоматизации и управления» (далее лабораторный стенд) предназначен для обучения студентов различных специальностей, изучающих дисциплины, связанные с автоматизацией различных отраслей промышленности и программированием промышленных средств автоматизации (сенсорного монитора, контроллера, реле, пультового оборудования, датчиков технологической информации и температурного контроллера).

Лабораторный стенд выполнен в настольном исполнении в стоечном варианте. В состав стенда (рис. 1.1), расположенного на столе 1, входит ПЭВМ, включающая в себя системный блок 2, монитор 3, клавиатуру 4 и мышь 5, стойку 6, в которой размещены шесть модулей:

- модуль устройства преобразования кодов (модуль УПК) 7;
- модуль питания и аппаратуры управления (модуль ПАУ) 8;
- модуль программируемого контроллера СРМ2А (модуль ПК) 9;
- модуль сенсорного монитора NT31С (модуль СМ) 10;
- модуль пультового оборудования (модуль ПО) 11;
- модуль интеллектуального реле ZEN (модуль ИР) 12.

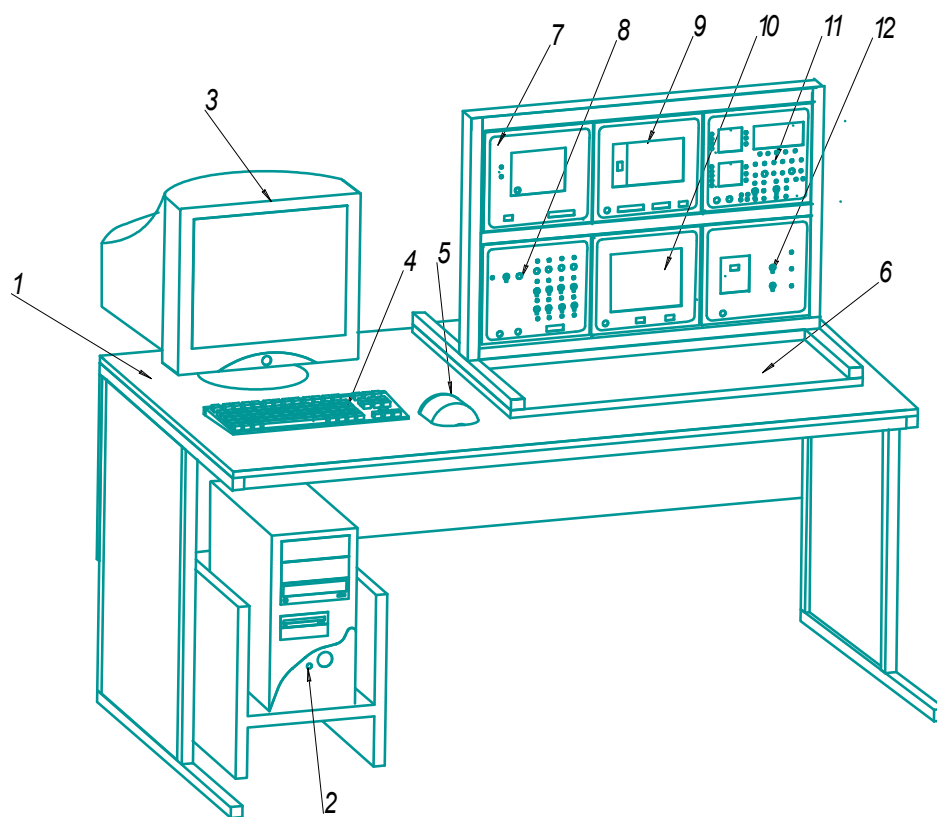


Рис. 1.1. Внешний вид лабораторного стенда

Дополнительно имеется модуль датчиков технологической информации ДТИ и модуль температурного контроллера ТК, которые на рис. 1.1 не показаны.

Весь лабораторный стенд вместе с монитором ПЭВМ размещается на стандартном столе. Системный блок персонального компьютера устанавливается на специальную подставку под столом.

1.2. Структурная схема лабораторного стенда

На структурной схеме лабораторного стенда (рис. 1.2) представлены все перечисленные выше составляющие стенда.

Сплошными линиями на структурной схеме показаны кабели, не переключаемые во время проведения лабораторной работы. Штриховыми линиями изображены кабели, снимаемые или переключаемые при выполнении лабораторных работ. На рис. 1.2 не изображены модули датчиков технологической информации и температурного контроллера.

На стенде предусмотрена возможность реализации систем автоматизации при использовании программируемого контроллера и сенсорного монитора (пульта оператора–технолога). Для этого используются виртуальные объекты автоматизации.

Объект автоматизации представляется на экране монитора ПЭВМ в виде мультипликации. Обучающийся в соответствии с поставленной задачей разрабатывает алгоритм автоматизации управления объектом, составляет программы, записывает их в ПК и в сенсорный монитор. Далее с пульта оператора (сенсорного монитора) дает команду на выполнение автоматической работы. При необходимости обучающийся корректирует программу ПК и сенсорного монитора, добиваясь полного выполнения требований задачи. Программы ПК и сенсорного монитора должны обеспечивать также и ручной режим управления работой механизмов объекта автоматизации.

При работе механизмов объекта на экране монитора ПЭВМ их электроприводы выделяются цветом.

При неправильной работе механизмов (их «соударения») в случае неправильно реализованной системы автоматизации включается сигнализация об ошибке.

В памяти ПЭВМ стенда хранятся 9 вариантов виртуальных объектов:

- 1) упаковочная машина (упаковка);
- 2) участок транспортировки заготовок в методическую печь (методическая печь);
- 3) механизмы управления крышкой нагревательных колодцев обжимного прокатного стана (нагревательный колодец);
- 4) участок сортировки и пакетирования годных и бракованных листов металла (сортировка листов);
- 5) участок транспортировки труб большого диаметра;
- 6) станок для сверления глубоких отверстий (станок);
- 7) линия химической обработки деталей (химическая линия);
- 8) пассажирский лифт (лифт);
- 9) роботизированный участок транспортировки изделий (манипулятор);

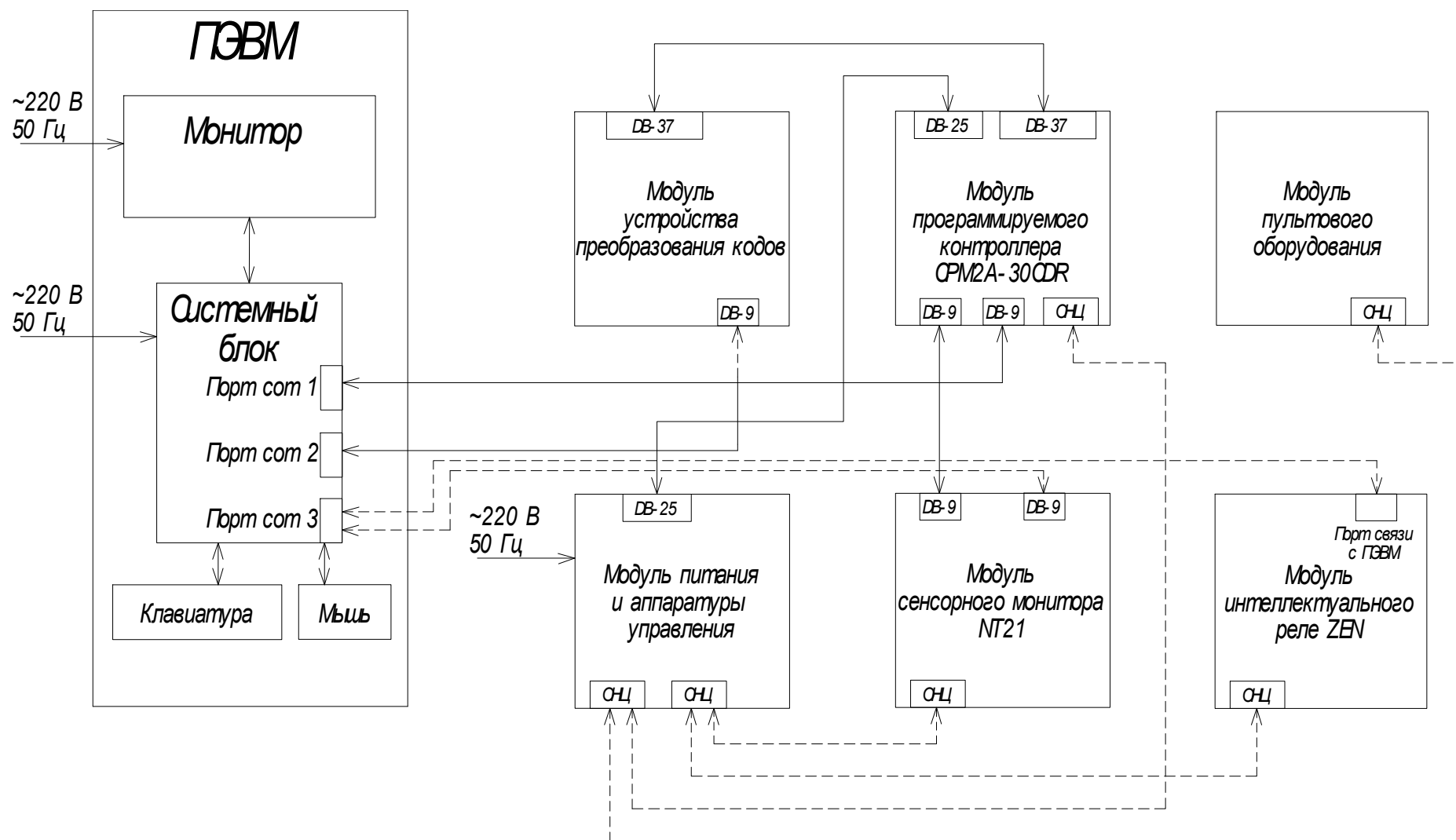


Рис. 1.2. Структурная схема лабораторного стенда

Через порт COM1 ПЭВМ идёт программирование промышленного контроллера. При работе с виртуальными объектами через порт COM2 подключается устройство преобразования кодов. Через порт COM3 осуществляется программирование как сенсорного монитора, так интеллектуального реле ZEN.

При работе с виртуальными объектами автоматизации сенсорный монитор подключается к ПК, который в свою очередь подключается к модулю УПК. А модуль УПК, в свою очередь, соединяется с портом COM2 ПЭВМ.

В зависимости от проводимой лабораторной работы необходимо питать различные модули лабораторного стенда.

В лабораторном стенде на ПЭВМ возлагаются 4 функции:

- 1) подготовка программы для ПК, её компиляция и запись в контроллер;
- 2) подготовка программы для сенсорного монитора и её запись в сенсорный монитор;
- 3) подготовка программы для интеллектуального реле, её компиляция и запись в реле;
- 4) реализация на экране монитора виртуального объекта автоматизации, управляемого ПК по записанной в него программе.

1.3. Модуль питания и аппаратуры управления

Модуль питания и аппаратуры управления (ПАУ), представленный на рис. 1.3 является неизменяемой частью стенда и используется при проведении большинства лабораторных работ.

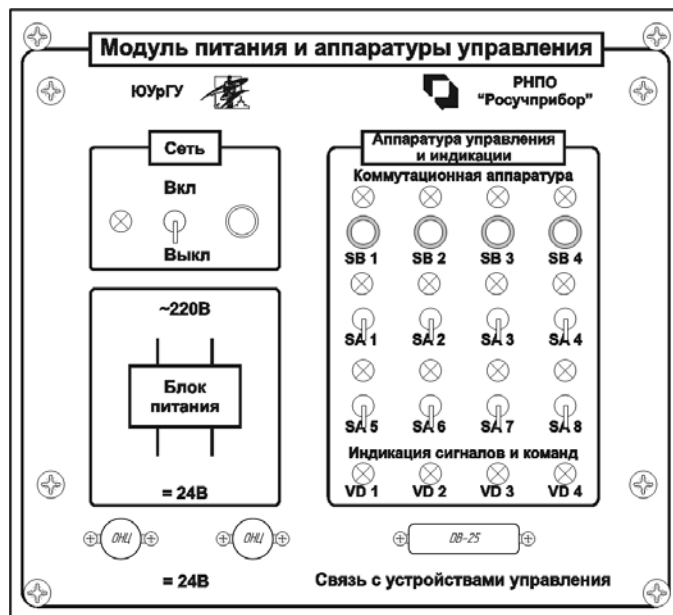


Рис. 1.3. Модуль питания и аппаратуры управления

Его основной функцией является питание соответствующих модулей стенда. Также этот модуль содержит сигнальную и коммутационную аппаратуру, имитирующую аппаратно реализованный пульт управления оператора. Реальные пульты

ты управления индивидуальны, имеют разнообразный набор органов управления и индикации. В модуле ПАУ лабораторного стенда содержится фиксированный набор кнопок, тумблеров и светодиодов, достаточный для подачи сигналов (команд) в ПК и отображения на индикаторах команд, формируемых ПК при выполнении записанной в него программы.

Стоит отметить, что модуль ПАУ используется в качестве пульта управления только при изучении ПК, а при управлении виртуальными объектами он не используется. Его функции выполняет сенсорный монитор.

Модуль питания и аппаратуры управления (рис. 1.4) включает в себя блок питания G1 с выходным напряжением 24 В постоянного тока. Он используется для питания сенсорного монитора, программируемого контроллера, его входных/выходных цепей, пультового оборудования, интеллектуального реле и датчиков технологической информации. Все выше перечисленные устройства получают питание кабелями через разъемы на лицевой панели ПАУ. На лицевой панели расположено всего 2 таких разъёма XS1 и XS2, поэтому напряжение подается только на те модули, которые необходимы для проведения конкретной лабораторной работы. Модуль ПАУ получает питание от сети 220 В переменного тока. Подача питания происходит включением тумблера SA1. Включенное питание модуля индицируется свечением светодиода VD1.

На лицевой панели модуля в зоне пульта управления располагается 4 кнопки без фиксации SB1 – SB4 и 8 двухпозиционных тумблеров SA2 – SA9 (см. рис. 1.4). Подача сигналов на входы контроллера индицируется свечением соответствующих светодиодов VD3 – VD14, расположенных над тумблерами и кнопками. Светодиоды VD15 – VD18 загораются при появлении выходных сигналов контроллера.

Для ограничения тока в цепи светодиодов установлены ограничивающие резисторы R1 – R17.

Для передачи входных сигналов на контроллер и получения выходных команд от него установлен разъем XS3.

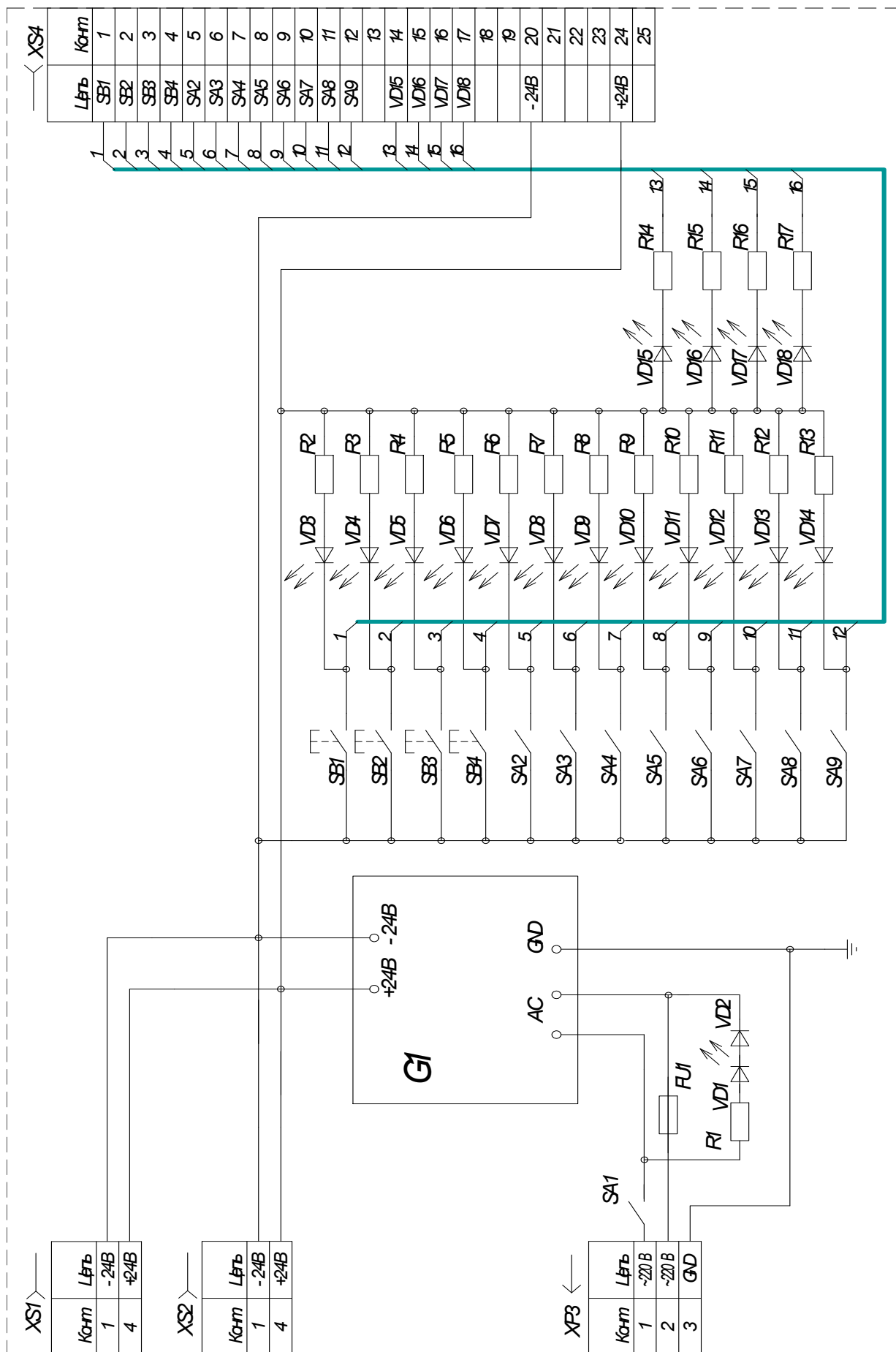


Рис. 1.4. Схема электрическая принципиальная модуля ПАУ

1.4. Модуль устройства преобразования кодов

Модуль устройства преобразования кодов (УПК) (рис. 1.5) обеспечивает связь ПЭВМ с ПК при управлении виртуальными объектами. При управлении этими объектами используется до 18 сигналов датчиков и до 12 управляющих команд. Сигналы с датчиков виртуальных объектов подаются на входы ПК (рис. 1.6), который, используя их и команды с сенсорного монитора, формирует управляющие воздействия, подаваемые на исполнительные устройства виртуального объекта. При этом функцией УПК является преобразование последовательного кода ПЭВМ в параллельный код ПК и наоборот.

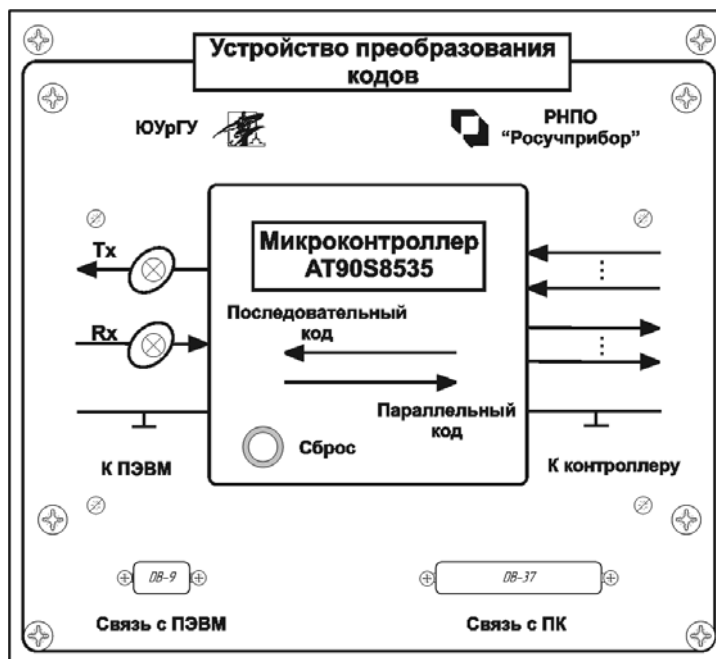


Рис. 1.5. Модуль устройства преобразования кодов

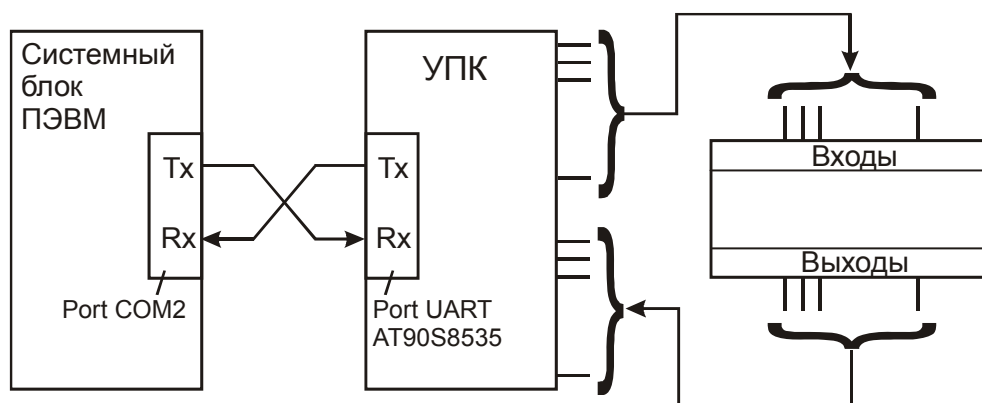


Рис. 1.6. Передача сигналов и команд при управлении виртуальными объектами

На рис. 1.7 представлена схема электрическая принципиальная модуля устройства преобразования кодов. В состав УПК входит плата А1 с четырьмя разъёмами

X2 – X4, X7. Через эти разъёмы осуществляется связь платы с элементами на лицевой панели модуля. На лицевой панели установлены:

- кнопка SB1 сброса УПК. При нажатии этой кнопки микроконтроллер УПК начинает выполнение программы с нулевого адреса;
- светодиоды VD1 и VD2, которые индицируют наличие передачи между УПК и ПЭВМ;
- вилка разъёма XP1 (типа DB-9) для связи УПК с портом COM2 ПЭВМ;
- вилка разъёма XP9 (типа DB-37) для связи УПК с модулем контроллера.

Основой УПК является микроконтроллер DD4 AT90S8535 производства фирмы Atmel, который осуществляет приём, преобразование и передачу информации. Связь последовательного порта UART микроконтроллера AT90S8535 и порта COM2 ПЭВМ осуществляется через микросхему DD2 типа MAX232. Тактовая частота микроконтроллера определяется кварцевым резонатором ZQ1 и составляет 8 МГц. УПК готов к работе при подаче на него питания. Факт обмена информацией между ПЭВМ и ПК индицируется ранее упомянутыми светодиодами, подключенными к каналам Tx и Rx порта UART микроконтроллера.

Инициатором обмена информацией выступает ПЭВМ. ПЭВМ через порт COM2 посылает в УПК друг за другом три байта информации с датчиков виртуального объекта. Микроконтроллер УПК принимает эту информацию и записывает в соответствующие ячейки своего ОЗУ. Из указанных ячеек информация выводится на соответствующие каналы вывода параллельных портов микроконтроллера, к которым подключены входы ПК через транзисторы VT1–VT18. Затем микроконтроллер снимает информацию с соответствующих каналов ввода своих параллельных портов, к которым подключены выходы ПК, и друг за другом посылает два байта информации в ПЭВМ.

На этом цикл обмена заканчивается до очередной выдачи трех байт информации ПЭВМ. Резисторные сборки DR1–DR4 и транзисторы VT1–VT18 служат для согласования уровней напряжений сигналов ПК и микроконтроллера (у ПК напряжение входов-выходов 24 В, а уровень напряжения, соответствующий логической единице микроконтроллера, составляет 5В).

Инверторы DD3.1, DD3.2, резистор R5 и конденсатор C9 формируют кратковременно уровень логического нуля на входе $\overline{\text{Reset}}$ микроконтроллера (импульс сброса) при подаче питания на УПК. Резисторы R1, R2 и стабилитрон VD3 образуют параметрический стабилизатор напряжения +5В для питания микроконтроллера.

Микроконтроллер AT90S8535 может программироваться на месте его установки, благодаря наличию в УПК микросхемы MAX232 (DD1), которая через устанавливаемые при программировании три перемычки (1-2, 3-4, 5-6), может подключаться к последовательному порту SPI микроконтроллера.

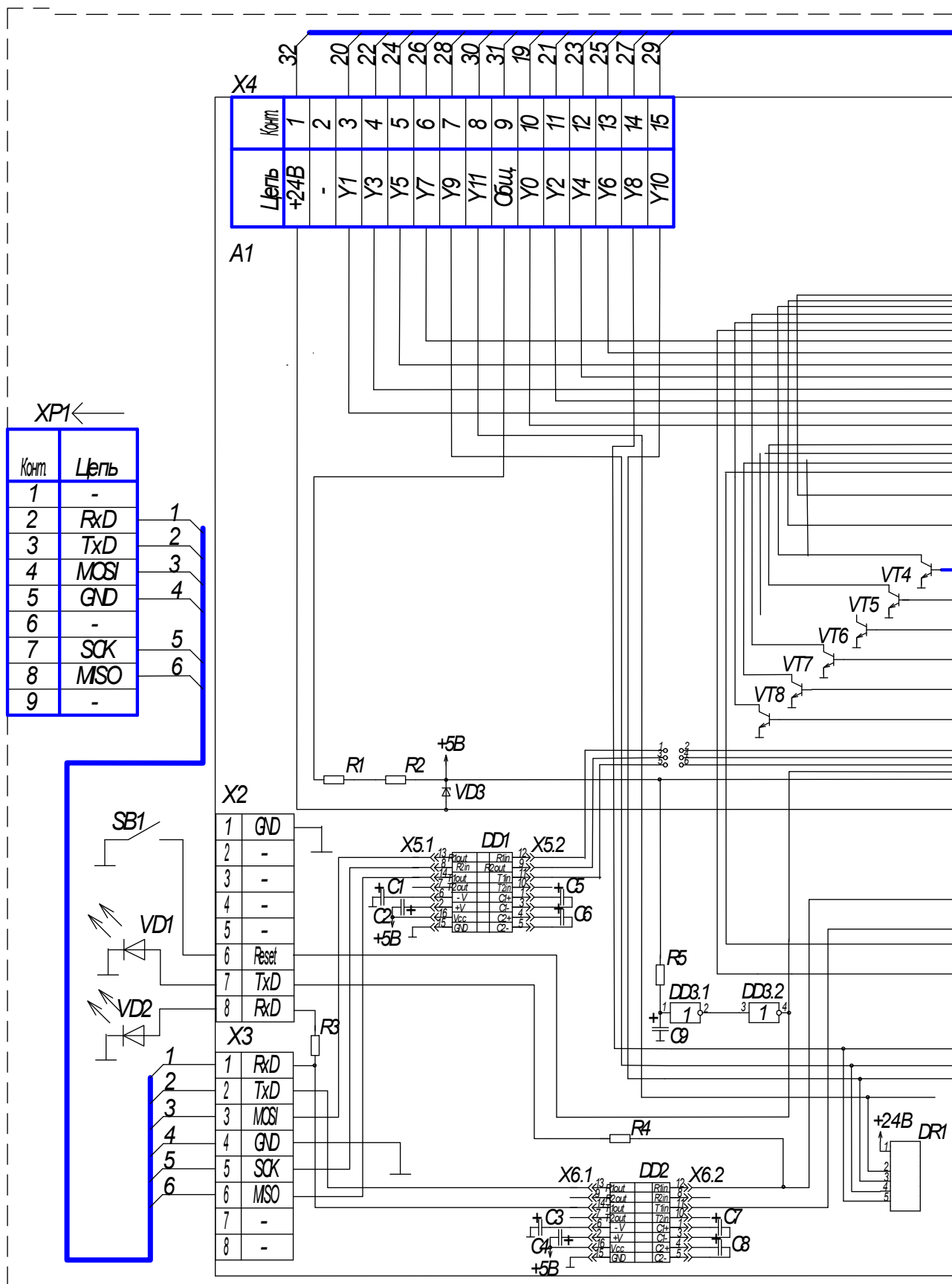
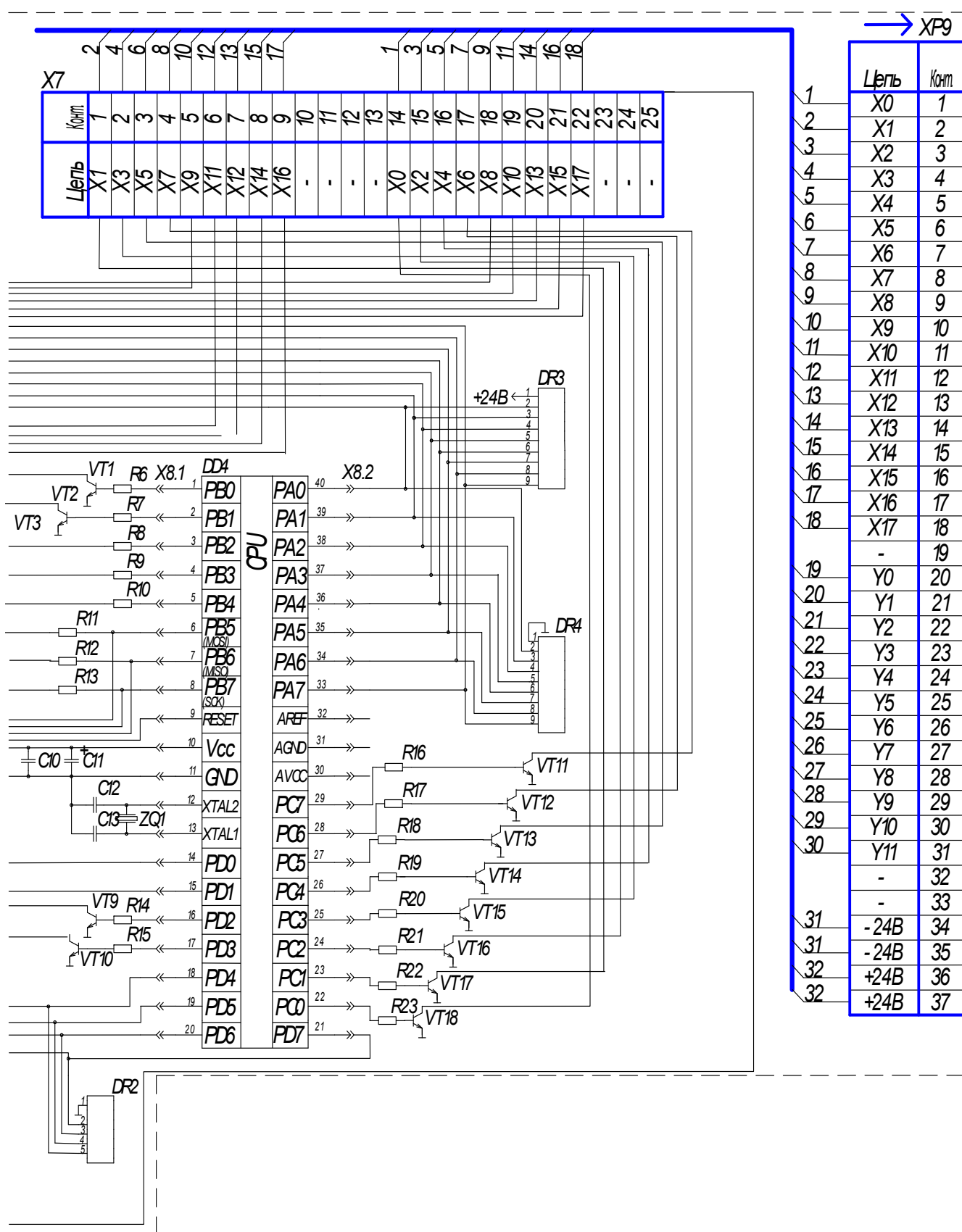


Рис. 1.7. Схема электрическая



принципиальная модуля УПК

2. РАБОТА №1. ИЗУЧЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО КОНТРОЛЛЕРА OMRON SYSMAC CPM2A-30CDR

2.1. Цель работы

Ознакомиться с устройством и техническими характеристиками программируемого контроллера OMRON SYSMAC CPM2A-30CDR, приобрести навыки программирования, изучить основные функции и операции.

2.2. Содержание работы

1. Изучить назначение, технические характеристики контроллера OMRON SYSMAC CPM2A-30CDR, основные узлы и возможности лабораторного стенда.
2. Изучить систему команд и принципы программирования контроллера.
3. Дома при подготовке к работе выполнить синтез системы автоматизации согласно выданного варианта задачи. Составить программу для ввода в контроллер.
4. В лаборатории:
 - пройти тестирование по системе команд и принципу программирования на контроллере CPM2A-30CDR;
 - освоить графическую среду программного обеспечения;
 - набрать на компьютере подготовленную программу, откомпилировать ее и ввести в контроллер. Убедиться в правильности работы программы.

2.3. Общие технические характеристики ПК CPM2A-30CDR

В лабораторном стенде используется промышленный контроллер CPM2A-30CDR семейства CPM2A японской фирмы OMRON. Он представляет собой компактный промышленный контроллер класса «микро» с большим числом встроенных функций. Этот контроллер идеально подходит для встраивания в объект управления. На рис. 2.1 показан внешний вид контроллера.

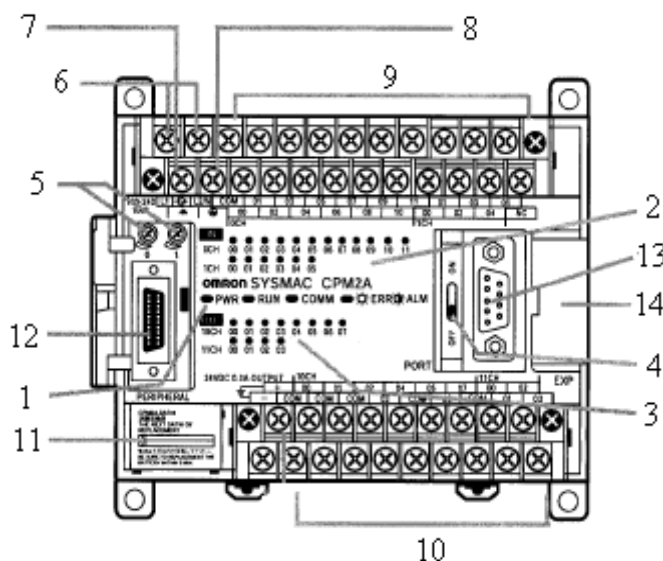


Рис. 2.1. Программируемый контроллер CPM2A-30CDR

Пояснения к позиционным обозначениям рис. 2.1 даны в табл. 2.1.

Таблица 2.1

№ п/п	Объект		Описание	
1	Индикаторы состояния контроллера	Индикатор питания (PWR)	1	Есть питание контроллера
			0	Питания контроллера нет
		Индикатор работы (RUN)	1	ПК находится в режиме RUN или MONITOR
			0	ПК находится в режиме PROGRAM или случилась фатальная ошибка
		Индикатор связи (COMM)	1	Связь с внешними устройствами есть
			0	Нет связи с внешними устройствами
		Индикатор ошибки (ERR) или опасности (ALM)	1	Произошла фатальная ошибка (работа ПК прекращается)
			мигает	Произошла нефатальная ошибка (работа ПК продолжается)
0	Нормальная работа			
2	Индикаторы входов		Отображают состояние входов	
3	Индикаторы выходов		Отображают состояние выходов	
4	Переключатель связи		Переключает режимы связи с периферийными устройствами	
5	Аналоговые регуляторы		Позволяют регулировать уставку аналогового таймера	
6	Входные клеммы питания		Подключение питания 24 В постоянного тока	
7	Клемма функционального заземления		Заземление для защиты от помех и уменьшения риска поражения током.	
8	Клемма защитного заземления		Заземление для уменьшения риска поражения током.	
9	Входные клеммы		Подключаются к входным цепям	
10	Выходные клеммы		Подключаются к выходным цепям	
11	Отсек для батареи		В нем находится батарея	
12	Периферийный порт		Подключение стандартных устройств для программирования и связь по протоколу Host Link или связь без протокола	
13	Порт RS-232C		Используется для связи по протоколам Host Link, 1:1 PC Link, 1:1 NT Link или для связи без протокола	
14	Гнездо расширения		Гнездо для подключения дополнительных модулей расширения	

Примечания:

1. Протокол Host Link используется для связи с компьютером. Осуществляется через адаптеры RS-232 и RS-422.

2. Связь 1:1 NT Link осуществляется через адаптер RS-232C. При этом контроллер можно подключить к программируемому терминалу.

3. Протокол 1:1 PC Link осуществляет связь с другими контроллерами CPM2*, CPM1*, CQM1, SRM1(-V2), C200HS/HX/HG/HE. При этом используется адаптер RS-232C.

4. Связь без протокола обеспечивает связь с компьютером без адаптеров.

В табл. 2.2 представлены общие характеристики контроллера CPM2A-30CDR.

Таблица 2.2

Параметр	Характеристика
Тип процессора	CMP2A
Высота/глубина модуля процессора	90/90 мм (АС220В)
Число входов/выходов	30 (увеличивается до 100 за счет подключения дополнительных модулей)
Метод управления входами/выходами	Циклическое сканирование с прямым входом. Обработка с непосредственным обновлением
Объем программной памяти	4096 двухбайтных слов
Длина команды	1 шаг на команду, 1...5 слов на команду
Типы команд	Базовые: 14. Специальные: 105 типов, 185 команд
Время исполнения	Базовой команды: 0,64 мкс. Специальной команды: 7,8 мкс.
Язык программирования	Релейно-контактные схемы. Язык инструкций
Счетчики/таймеры	До 256 (общее количество): 1-мс таймеры ТМНН; 10-мс таймеры ТИМН(15); 100-мс таймеры ТИМ; 1-с/10-с таймеры (в зависимости от установленного флага) ТИМЛ; декрементирующие счетчики CNT; реверсивные счетчики CNTR(12)
Часы реального времени	Показывают год, месяц, день недели, час, минуты и секунды (питается от встроенной батареи резервного питания)
Энергонезависимое питание	Память FLASH: программа и память DM только для чтения. Батарея резервного питания – срок службы – 5 лет
Аналоговые уставки	Две уставки (от 0 до 200 – двоично-десятичные)
Диагностика	Есть
Защита паролем	Есть
Журнал ошибок	Есть
Встроенные RS-232C и периферийный порты	Есть
Сетевые протоколы	Host Link, 1:1 PC Link, 1:1 NT Link, CompoBus/S (Slave)
Специальные функции (за счет подключения дополнительных модулей)	Аналоговый ввод/вывод; Модуль температурных датчиков; Высокоскоростные счетчики (до 20 кГц) Импульсный выход (до 10 кГц)

2.4. Подключение входных сигналов

Общая характеристика входов контроллера представлена в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Параметр	Входы	Значение
Входное напряжение	Все	24В, постоянный ток
Входной ток	00000 – 00001	8 мА
	00002 – 00006	6 мА
	00007 и другие	5 мА
Напряжение уровня логической 1	00000 – 00001	Минимум 17 В, 5 мА
	00002 и другие	Минимум 14,5 В, 1 мА
Напряжение уровня логического 0	Все	Максимум 5 В, 1 мА

На рис. 2.2 представлены функциональные схемы входов контроллера.

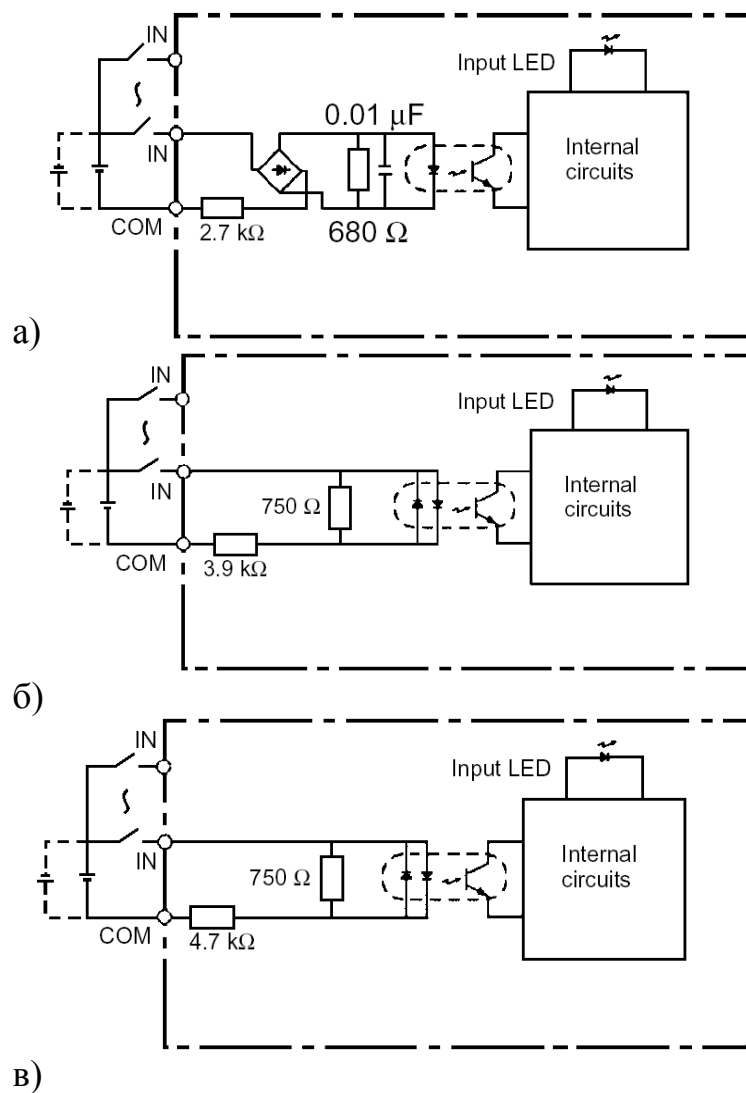


Рис. 2.2. Функциональные схемы входов 00000 – 00001 (а), 00002 – 00006 (б), 00007 – 00011 и 00100 – 00105 (в)

На рис. 2.3 дана схема подключения входов к клеммнику контроллера.

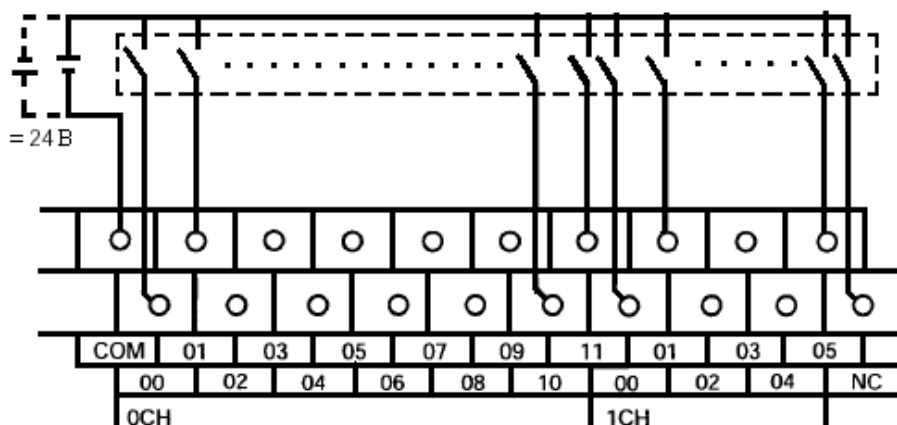


Рис. 2.3. Схема подключения входных сигналов для СРМ2А-30СДР

На 24 входа имеется только одна общая точка. При этом внешний источник питания подсоединяется одним полюсом к общей точке COM1, а другим – к используемому входу контроллера (полярность не имеет значения).

2.5. Подключение выходных сигналов

Общая характеристика выходов контроллера представлена в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Параметр	Значение
Тип выхода	Все выходы релейные
Максимальная нагрузка	2 А, 5 В постоянного тока
Минимальная нагрузка	10 мА, 5 В постоянного тока
Прочность реле	Электрическая: 300 000 операций. Механическая: 20 000 000 операций
Задержка включения в 1	Максимум 15 мс.
Задержка выключения в 0	Максимум 15 мс.

Выходы имеют функциональную схему, представленную на рис. 2.4. На рис. 2.5 приведена схема подключения выходных сигналов к клеммнику контроллера.

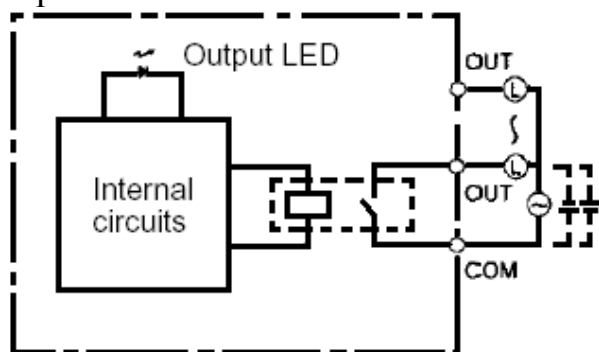


Рис. 2.4. Функциональная схема выходов

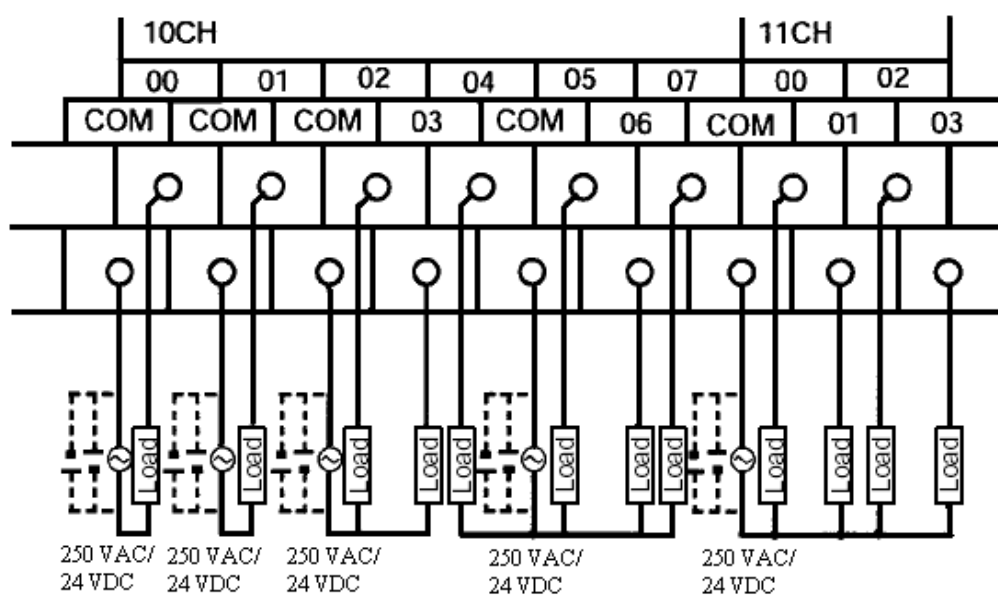


Рис. 2.5. Схема подключения выходных сигналов контроллера CPM2A

У выходов есть свои общие точки (см. рис. 2.5):

COM1 – выход 01000;

COM2 – выход 01001;

COM3 – выходы 01002, 01003;

COM4 – выходы 01004 – 01007;

COM5 – выходы 01100 – 01103;

COM6 – выходы 01104 – 01107.

2.6. Распределение памяти контроллера

В табл. 2.5 представлена карта памяти контроллера.

Таблица 2.5

Область памяти		Слова	Биты	Пояснения
IR ¹	Область входов	IR000 – IR009 (10 слов)	IR00000 – IR00915 (160 бит)	По этим адресам можно обращаться к внешним входам/выходам
	Область выходов	IR010 – IR019 (10 слов)	IR01000 – IR01915 (160 бит)	
	Рабочая область	IR020 – IR049 IR200 – IR227 (58 слов)	IR02000 – IR04915 IR20000 – IR22715 (928 бит)	Эти биты можно использовать в программе как внутренние переменные
SR		SR228 – SR255 (28 слов)	SR22800 – SR25515 (448 бит)	Флаги и биты контроля
TR		–	TR0 – TR7	Для временного хранения информации при ветвлении в одном шаге программы
HR ²		HR00 – HR19	HR0000 – HR1915 (320 бит)	Энергонезависимая память (сохраняет данные после выключения питания)
AR ²		AR00 – AR23	AR0000 – AR2315 (384 бит)	Флаги и биты контроля
LR ¹		LR00 – LR15	LR0000 – LR1515 (256 бит)	Для прямой связи контроллеров между собой
Таймеры /счетчики ²		TC000 – TC255 (номера таймеров/счетчиков) ³		Одни и те же номера используются для таймеров и счетчиков
DM	Чтение /запись ²	DM0000 – DM1999 DM2022 – DM 2047 (2026 слов)	–	В памяти данных можно обращаться только к словам. При выключении питания данные теряются
	Журнал ошибок ²	DM2000 – DM2001 (22 слова)	–	Используется для хранения информации об ошибках
	Только чтение ⁴	DM6144 – DM6599 (456 слов)	–	Информация не может быть изменена программой
	Установки ПК ⁴	DM6600 – DM6655 (56 слов)	–	Используется для хранения различных установок контроллера

Примечания:

1. Слова из областей памяти IR и LR могут использоваться как рабочие переменные программ, если они не используются по прямому назначению.
2. Содержимое областей памяти HR, AR, TC (таймеры/счетчики), DM (чтение/запись) сохраняются за счет батарейки, встроенной в контроллер. В ее отсутствие данные теряются и при включении принимаются значения по умолчанию.
3. Когда к области TC (таймеры/счетчики) обращаются как к слову, происходит обращение к регистру, в котором хранится текущее значение таймера/счетчика, а если как к биту, то к флагу завершения (Completion Flag).
4. Данные из области DM6144 – DM6655 не могут быть изменены из программы, но их можно редактировать с помощью устройства для программирования. Программа и данные из области DM6144 – DM6655 сохраняются во Flash-памяти.
5. Если используется символ #, то это означает, что используется константа в выбранном формате (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Обозначение	Размер	Формат	Примечания
BOOL	1 бит	двоичный	Используется для обозначения контактов и катушек
CHANNEL	≥1 слова	любой	Одиночное слово или более длинное значение без знака
DINT	2 слова	двоичный	Двоичное целое число
INT	1 слово	двоичный	Целое число
LINT	4 слова	двоичный	Длинное целое число
REAL	2 слова	IEEE	Числа с плавающей точкой. 32-разрядный формат IEEE
NUMBER	–	десятичный	Используется для числовых операндов, которые обозначаются с «#», «&», «+» или «-». Они могут использоваться в двоичном или BCD-формате
UDINT	2 слова	двоичный	Двоичное целое число без знака
UDINT_BCD	2 слова	двоично-десятичный	Двоичное целое число BCD-формата без знака
UINT	1 слово	двоичный	Целое число без знака
UINT_BCD	1 слово	двоично-десятичный	Целое число BCD-формата без знака
ULINT	4 слова	двоичный	Длинное целое число без знака
ULINT_BCD	4 слова	двоично-десятичный	Длинное целое число BCD-формата без знака

2.7. Система команд контроллера CPM2A

Ниже приводятся команды, используемые при программировании контроллера. Для команд, перед которыми есть символ @, есть модификация, срабатывающая по переднему фронту управляющего сигнала. Если перед такой командой поставить символ @, то она будет срабатывать при поступлении переднего фронта управляющего сигнала в течение одного скана программы. Команды, имеющие код, представлены в табл. 2.7. В табл. 2.8 представлены команды, не имеющие кода.

Таблица 2.7

Лев. разр.	Правый разряд									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	NOP	END	IL	ILC1	JMP	JMC	@FAL	FALS	STEP	SNXT
1	SET	KEEP	CNTR	DIFU	DIFD	TIMH	@WSFT	@ASFT	–	–
2	CMP	@MOV	@MVN	@BIN	@BCD	@ASL	@ASR	@ROL	@ROR	@COM
3	@ADD	@SUB	@MUL	@DIV	@ANDW	@ORW	@XORW	@XNRW	@INC	@DEC
4	@STC	@CLC	–	–	–	–	@MSG	@RXD	@TXD	–
5	@ADB	@SBB	@MLB	@DVB	@ADDL	@SUBL	@MULL	@DIVL	@BINL	@BCDL
6	CMPL	@INI	@PRV	@CTBL	@SPED	@PULS	@SCL	@BCNT	@BCMP	@STIM
7	@XFER	@BSET	–	@XCHG	@SLD	@SRD	@MLPX	@DMPX	@SDEC	–
8	@DIST	@COLL	@MOVB	@MOVD	@SFTR	@TCMP	@ASC	–	–	@INT
9	–	@SBS	SBN	RET	–	–	–	@IORF	–	@MCRO

Таблица 2.8

AND	AND	AVG	AVERAGE VALUE
AND NOT	AND NOT	@FCS	FCS CALCULATE
AND LD	AND LOAD	@MAX	FIND MAXIMUM
CNT	COUNTER	@MIN	FIND MINIMUM
LD	LOAD	@NEG	2'S COMPLEMENT
LD NOT	LOAD NOT	PID	PID CONTROL
OR	OR	@PWM	PULSE WITH VARIABLE DUTY RATIO
OR LD	OR LOAD	@SCL2	SIGNED BINARY TO BCD SCALLING
OR NOT	OR NOT	@SCL3	BCD TO SIGNED BINARY SCALLING
OUT	OUTPUT	@SEC	HOURS TO SECONDS
OUT NOT	OUTPUT NOT	@SRCH	DATA SEARCH
RSET	RESET	@SUM	SUM
SET	SET	@XFRB	TRANSFER BITS
TIM	TIMER	ZCP	AREA RANGE COMPARE
TIML	LONG TIMER	ZCPL	DOUBLE AREA RANGE COMPARE
TMHH	VERY HIGHSPEED TIMER	@STUP	CHANGE RS-232 SETUP
@ACC	ACCELERATION CON- TROL	SYNC	SYNHRONIZED PULSE CONTROL

2.8. Примеры использования команд

Далее приведены примеры использования некоторых команд (для более полного изучения системы команд необходимо воспользоваться руководством по программированию контроллеров SYSMAC CPM2A).

AND, ANDLD, ANDNOT, LD, LDNOT, OR, ORLD, ORNOT – команды релейно-контактной схемы

Области операндов

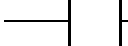
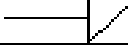
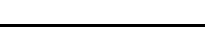
В	Бит	IR, SR, AR, HR, TC, LR, TR
---	-----	----------------------------

Ограничений количества любой из этих команд или порядка их применения нет, если программа вмещается в отведенную память. Ниже приведены примеры использования этих команд.

Контроллер использует два языка программирования: язык релейно-контактных схем РКС (лестничных диаграмм) и язык инструкций.

В табл. 2.9 представлен внешний вид элементов, используемых при составлении релейно-контактных схем.

Таблица 2.9

Элемент	Описание
	Замыкающий контакт
	Размыкающий контакт
	Соединительная вертикальная линия
	Соединительная вертикальная линия
	Выход
	Выход с инверсией
	Функциональный блок

На рис. 2.6 приведен пример использования рассматриваемых команд на языке РКС, а в табл. 2.10 представлена та же программа на языке инструкций.

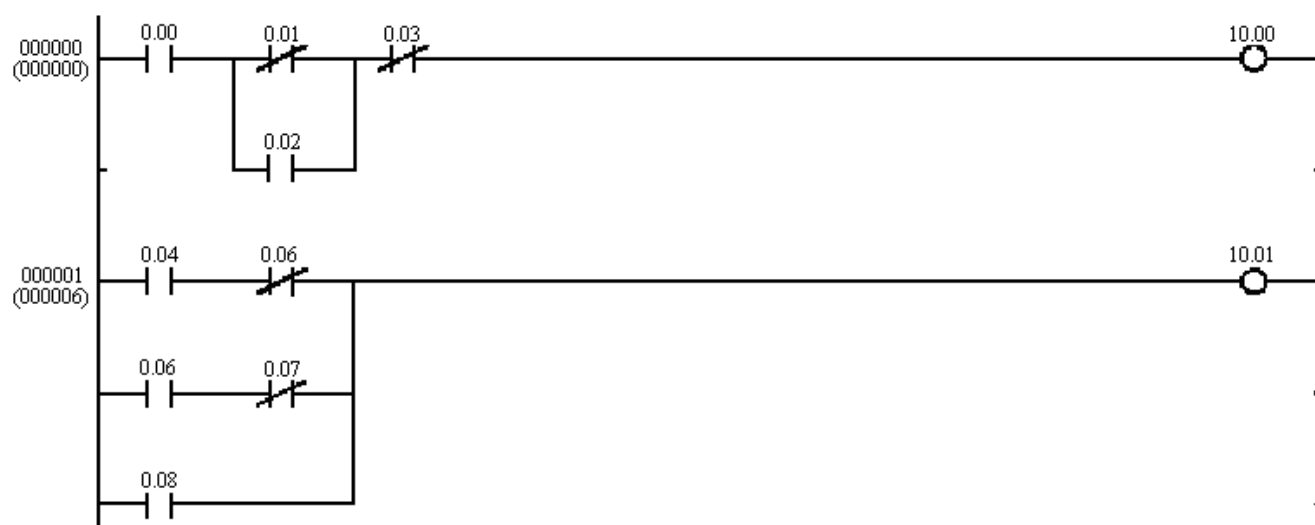
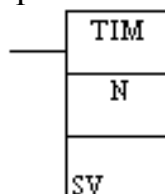


Рис. 2.6. Пример программы на языке РКС

Таблица 2.10

Адрес	Инструкция	Операнд	Адрес	Инструкция	Операнд
00000	LD	0.00	00007	ANDNOT	0.06
00001	LDNOT	0.01	00008	LD	0.06
00002	OR	0.02	00009	ANDNOT	0.07
00003	ANDLD		00010	ORLD	
00004	ANDNOT	0.03	00011	OR	0.08
00005	OUT	10.00	00012	OUT	10.01
00006	LD	0.04			

Обозначение таймера TIM в программе имеет вид:



Области операндов

N	Номер таймера	#
SV	Заданное значение (слово BCD)	IR, SR, AR, HR, LR, DM, #

Если время включения входного сигнала меньше времени уставки (рис. 2.7), то выход таймера не включается.

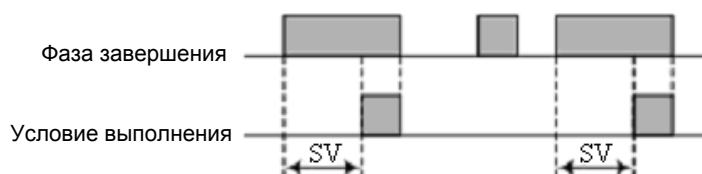
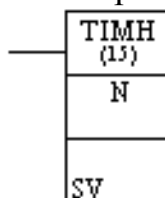


Рис. 2.7. Циклограмма работы таймера

Заданные значения лежат в диапазоне 000,0...999,9. Десятичная точка не вводится. Каждый номер ТС от 000 до 255 (номер записывается в десятичном формате) можно использовать в качестве определителя только для одной команды таймера или счетчика. ТС 000–ТС 015 рекомендуется использовать в команде задания TIM, только если они не требуются для команды TIMH(15).

Обозначение высокоскоростного таймера TIMH(15) в программе имеет вид:



Области операндов

N	Номер таймера	#
SV	Заданное значение (слово BCD)	IR, SR, AR, HR, LR, DM, #

Заданные значения лежат в диапазоне 00,00...99,99 (хотя можно ввести 00,00 и 00,01. 00,00 запретит таймер, т.е. сразу включает флаг завершения, а 00,01 не будет надежно считан). Десятичная точка не вводится.

В следующем примере (рис. 2.8) показан таймер с заданием, установленным как константа. 016.00 станет = 1 только после того, как 000.00 примет значение 1 минимум на 1,5 с. Когда 000.00 примет значение 0, таймер сбросится и 016.00 установится в 0.

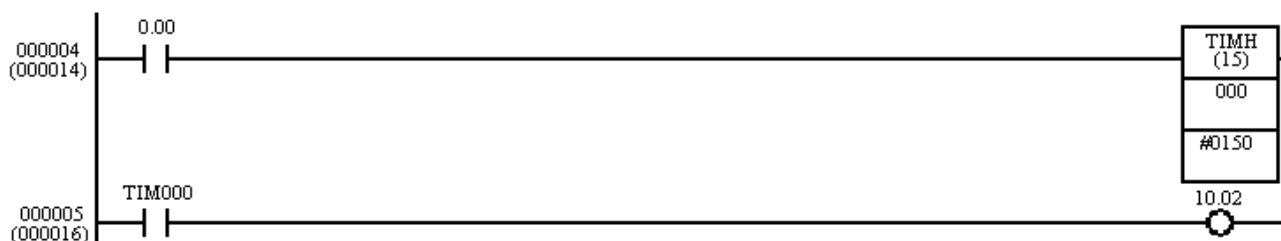


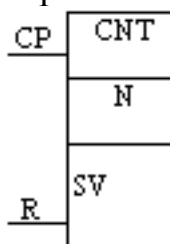
Рис. 2.8. Пример использования таймера T1M1

На языке инструкций эта программа представлена в табл. 2.11.

Таблица 2.11

Адрес	Инструкция	Операнд
00014	LD	0.00
00015	T1M1(15)	000
		#0150
00016	LD	T1M000
00017	OUT	10.02

Обозначение счетчика CNT в программе имеет вид:



Области операндов

N	Номер таймера	#
SV	Заданное значение (слово BCD)	IR, SR, AR, HR, LR, DM, #

Каждый номер ТС в диапазоне 000–255 можно использовать в качестве определителя только для одного таймера или счетчика.

CNT (рис. 2.9) служит для отсчета вниз от заданного значения, когда сигнал на счетном входе (CP) изменяется из 0 в 1, т.е. текущее значение будет декрементировано (уменьшено на 1).

Счетчик сбрасывается входом сброса (R). Когда R изменяется из 0 в 1, текущее значение сбрасывается до задания. Пока R = 1, текущее значение не декрементируется. Отсчет вниз от задания начнется снова, если R станет = 0.

В следующем примере (рис. 2.10) CNT служит для создания расширенных таймеров путем счета битов импульсов часов в области SR.

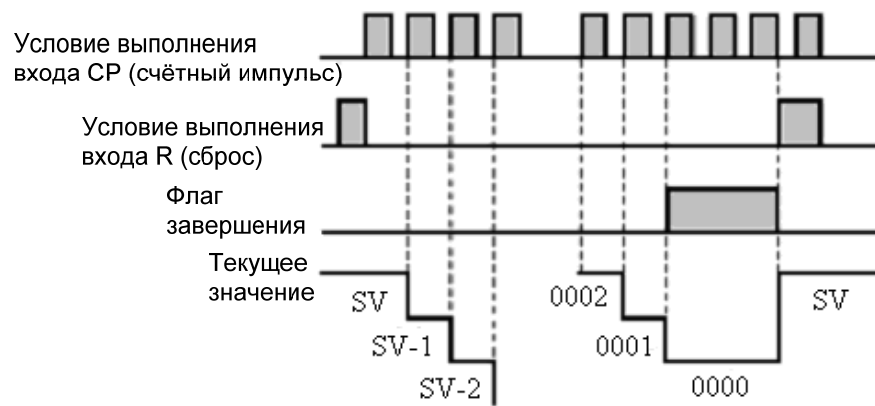


Рис. 2.9. Циклограмма работы счетчика

CNT001 считает сколько раз бит часов частотой 1 с (SR255.02) переключается из 0 в 1. Здесь IR00000 используется для управления числом импульсов при работе CNT.

Поскольку в данном примере задание для CNT001 = 700, флаг завершения для CNT001 включается в 1, когда истекут 1×700 раз или 11 минут и 40 секунд. Это приведет к включению IR016.02 в 1.

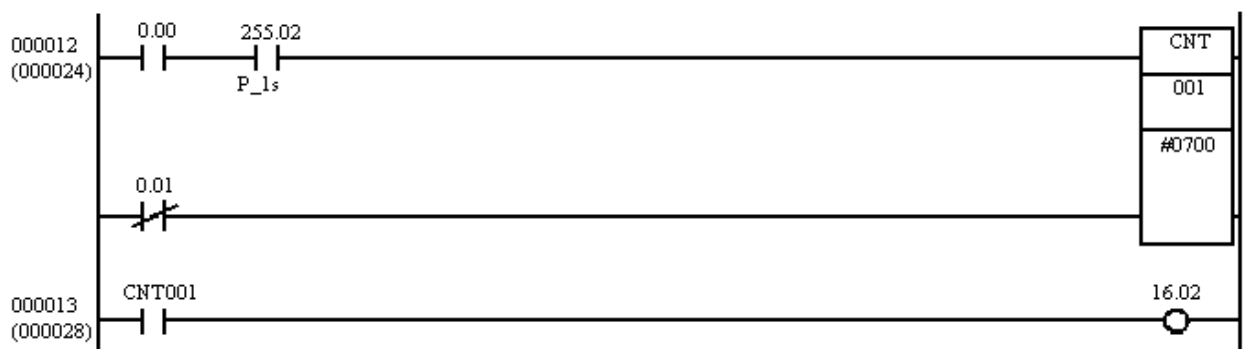
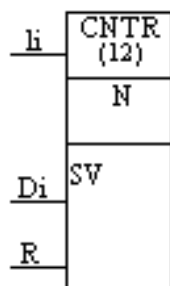


Рис. 2.10. Пример использования команды CNT

Обозначение реверсивного счетчика CNTR(12) в программе имеет вид:



Области операндов

N	Номер таймера	#
SV	Заданное значение (слово BCD)	IR, SR, AR, HR, LR, DM, #

Каждый номер ТС в диапазоне 000 – 255 можно использовать в качестве определителя только для одного таймера или счетчика.

CNTR(12) - реверсивный, двухсторонний кольцевой счетчик, т.е. он служит для счета от 0 до задания (SV) в зависимости от изменений условий исполнения на входе инкрементирования (Ii) и входе декрементирования (Di) (рис. 2.11).

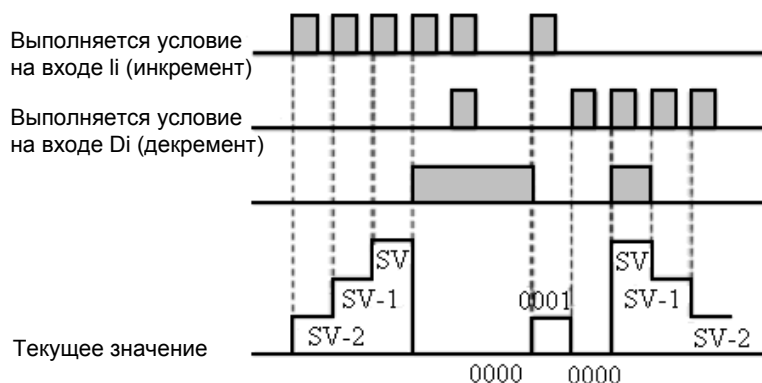
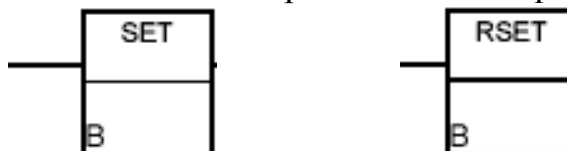


Рис. 2.11. Циклограмма работы реверсивного счетчика

Текущее значение (PV) будет инкрементироваться на 1 при изменении сигнала на входе Ii CNTR(12) с 0 на 1. Текущее значение (PV) будет декрементироваться на 1 при изменении сигнала на входе Di CNTR(12) с 0 на 1. Если сигналы на обоих входах не изменяются или изменяются синхронно, текущее значение счетчика не изменяется.

CNTR(12) срабатывает входом R. Когда R изменяется из 0 в 1, текущее значение сбрасывается в 0. Пока R=1, текущее значение счетчика не изменяется. Счет снова начинается когда R станет равным 0.

Обозначения команд установки SET и сброса RESET в программе имеют вид:

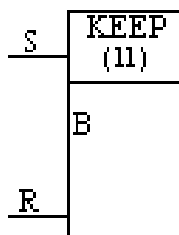


Области операндов

B	Бит	IR, SR, AR, HR, LR
---	-----	--------------------

SET включает битовый операнд в 1, когда условие исполнения = 1 и не влияет на состояние операнда, когда условие исполнения = 0. RESET устанавливает битовый операнд в 0, когда условие исполнения = 1 и не влияет на состояние операнда, когда условие исполнения = 0.

Обозначения команды KEEP(11) в программе имеет вид:



Области операндов

B	Бит	IR, SR, AR, HR, LR
---	-----	--------------------

Любой выходной бит можно использовать только с одной командой, которая управляет его состоянием.

KEEP (11) служит для поддержания состояния заданного бита, исходя из двух условий. Данные условия обозначаются S и R. S – вход установки в 1, R – вход сброса. KEEP (11) работает как реле с защелкой (рис. 2.12), которое устанавливается сигналом S и сбрасывается сигналом R.

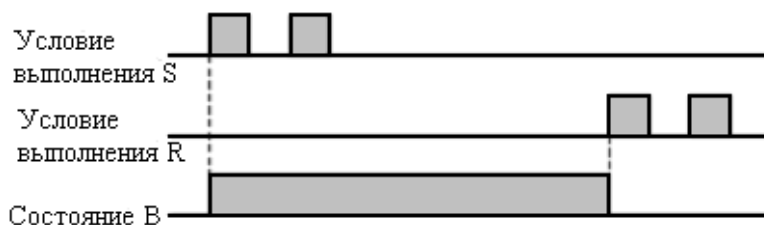
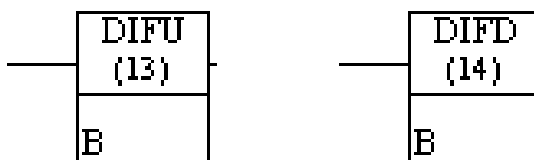


Рис. 2.12. Циклограмма работы команды KEEP(11)

Обозначения команд DIFU(13) и DIFD(14) в программе имеют вид:



Области операндов

В	Бит	IR, SR, AR, HR, LR

В следующем примере (рис. 2.13) IR00014 установится в 1 на один цикл, когда IR 00000 переходит из 0 в 1, IR00015 установится в 1 на один цикл, когда IR 00000 переходит из 1 в 0.

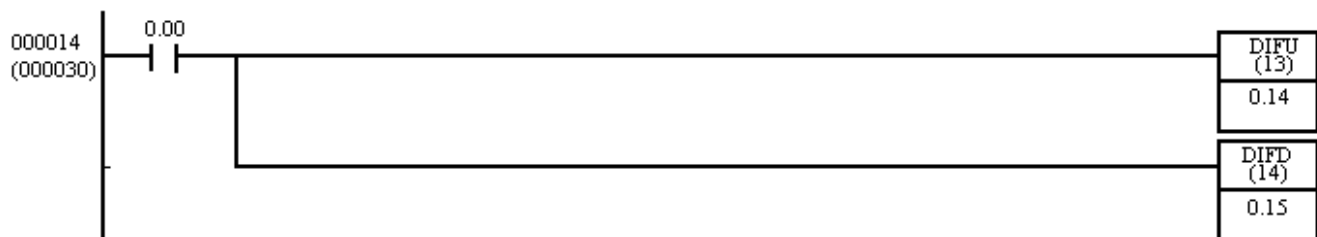


Рис. 2.13. Пример использования команд DIFU и DIFD

Обозначения команд IL(02) и ILC (03) в программе имеют вид:



IL(02) всегда используется совместно с ILC(03) для создания секции INTER-LOCK, которая служит для разрешения ветвления. Если условие исполнения для IL(02) = 1, то программа будет выполняться, как написано, т.е. это условие служит для работы всех строк программы после того места, где расположена команда IL(02) до того места, где расположена ближайшая ILC(03).

Если условие исполнения для IL(02) = 0, секция INTERLOCK между IL(02) и ILC(03) будет обрабатываться, как указано в табл. 2.12.

Таблица 2.12

Команда	Обработка
OUT и OUT NO	Задание и бит устанавливается в 0
TIM и TIMH(15)	Сброс
CNT, CNTR(12)	Сохраняется текущее значение
KEEP(11)	Сохраняется состояние бита
DIFU(13), и DIFD(14)	Не выполняются (см. ниже)
Все другие команды	Команды не выполняются

IL(02) и ILC(03) не обязательно использовать в паре. IL(02) можно использовать несколько раз, каждая IL(02) создает секцию INTERLOCK до ближайшей ILC(03). ILC(03) можно использовать только тогда, когда для нее имеется хотя бы одна IL(02) между ней и любой предыдущей ILC(03).

На рис. 2.14 представлен фрагмент программы с двумя командами IL(02) и одной командой ILC(03).

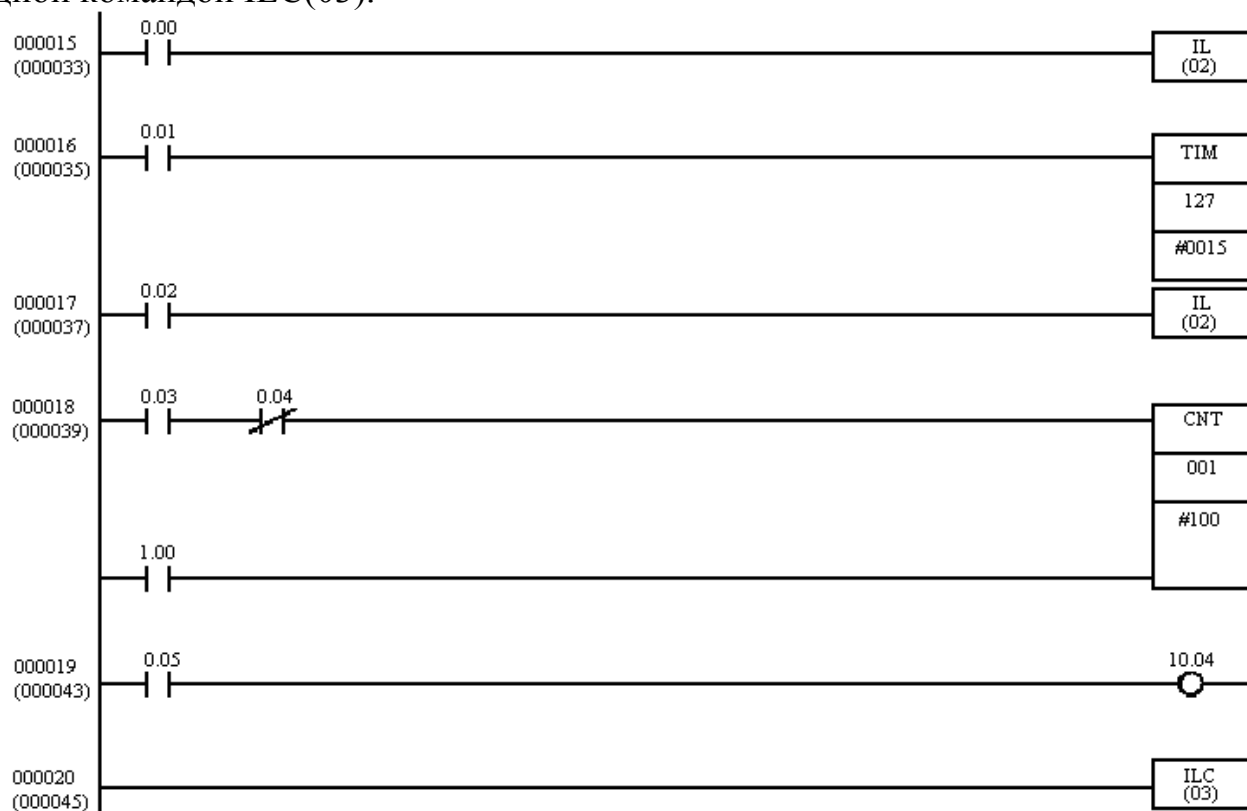


Рис. 2.14. Пример использования команд IL(02) и ILC(03)

Когда условие исполнения для первой IL(02) = 0, в TIM127 будет занесено значение 1,5 с., CNT 001 не изменится, 005.02 станет = 0. Когда условие исполнения для первой IL(02) = 1, а условие исполнения для второй IL(02) = 0, тогда TIM127 будет отработывать в зависимости от состояния 00.01, CNT 001 не изменится, 005.02 станет = 0. Когда условие исполнения для второй IL(02) = 1, программа будет исполняться, как написана.

На языке инструкций рассматриваемая программа представлена в табл. 2.13.

Таблица 2.13

Адрес	Инструкция	Операнд	Адрес	Инструкция	Операнд
00033	LD	0.00	00040	ANDNOT	0.04
00034	IL(02)	—	00041	LD	1.00
00035	LD	0.01	00042	CNT	001
00036	TIM	127			#100
		#0015	00043	LD	0.05
00037	LD	0.02	00044	OUT	10.04
00038	IL(02)	—	00045	ILC(03)	—
00039	LD	0.03			

Команды математических вычислений

В табл. 2.14 и 2.15 представлены соответственно команды двоично-десятичных (BCD) и двоичных вычислений.

Таблица 2.14

Команда	Описание	Команда	Описание
ADD (30)	Сложение	ADDL (54)	Сложение чисел двойной длины
SUB (31)	Вычитание	SUBL (55)	Вычитание чисел двойной длины
MUL (32)	Умножение	MULL (56)	Умножение чисел двойной длины
DIV (33)	Деление	DIVL (57)	Деление чисел двойной длины
DEC (39)	Декремент	ROOT (72)	Квадратный корень
INC (38)	Инкремент		

Обозначения команд математических выражений в программе имеют вид:

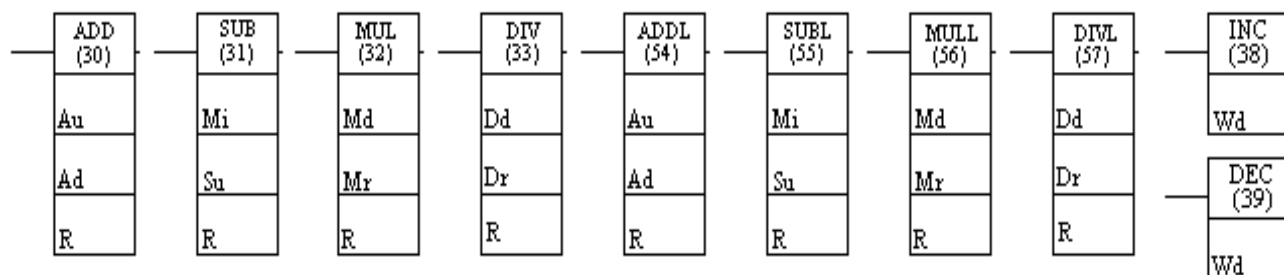
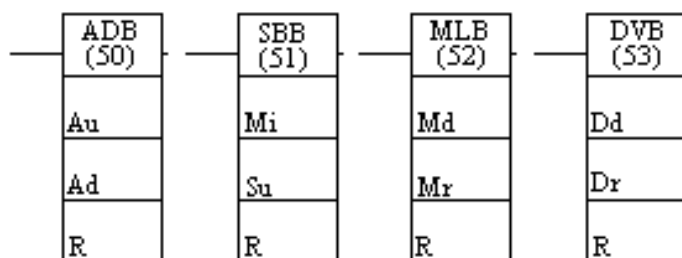


Таблица 2.15

Команда	Описание	Команда	Описание
ADB (50)	Сложение	MLB (52)	Умножение
SBB (51)	Вычитание	DVB (53)	Деление

Обозначения команд представленных в табл. 2.15 в программе имеют вид:



Область операндов (в формате BCD)

Au и Ad (первое и второе слагаемое), Mi и Su (уменьшаемое и вычитаемое), Md и Mr (множитель и множимое), Dd и Dr (делимое и делитель)	IR, SR, AR, HR, TC, LR, DM, #
R (слово результат)	IR, SR, AR, HR, LR, DM
Wd (изменяемое слово)	IO, AR, DM, HR, LR

Область операндов для команд, оперирующих с двойными словами (в формате BCD)

Au и Ad (первое слово первого и второго слагаемого), Mi и Su (первое слово уменьшаемого и первое слово вычитаемого), Md и Mr (первое слово множителя и первое слово множимого), Dd и Dr (первое слово делимого и первое слово делителя)	IR, SR, AR, HR, TC, LR, DM
R (слово результат)	IR, SR, AR, HR, LR, DM

На рис. 2.15 представлена программа, реализующая вычисления выражения вида $X = \frac{(A+15) \cdot B}{C}$ и выводит результат вычисления на выходы 10.00 – 10.07. В нашем случае $A = 15$, $B = 10$, $C = 5$ (все числа в формате BCD).

Командами MOV(21) засылаются в ячейки памяти IR030 – 032 значения A, B и C. Далее командой CLC(41) обнуляется флаг переноса CY (Carry), расположенный по адресу 255.04. Потом производится двоично-десятичное сложение ADD(30). При возникновении переполнения по адресу DM100, куда отправляется результат суммирования, в ячейку DM101 заносится 1. Затем производится умножение MUL(32) и деление DIV(33). Далее командой BIN(23) производится перевод числа из BCD-формата в двоичный, и результат отправляется по адресу IR010.

В конце программы обязательно ставится инструкция END(01).

В табл. 2.16 эта же программа представлена на языке инструкций.

Таблица 2.16

Адрес	Инструкция	Операнд	Адрес	Инструкция	Операнд
00047	LD	0.00	00056	LD	TR0
00048	OUT	TR0	00057	ANDNOT	P_CY
00049	MOV(21)	#15	00058	MOV(21)	#0000
		30			DM101
00050	MOV(21)	#10	00059	LD	TR0
		31			DM100
00051	MOV(21)	#5	00060	MUL(32)	31
		32			DM102
00052	CLC(41)		00061	DIV(33)	DM102
00053	ADD(30)	30			32
		#15	00062	BIN(23)	DM103
		DM100			DM103
00054	AND	P_CY	00063	END(01)	10
00055	MOV(21)	#0001			
		DM101			

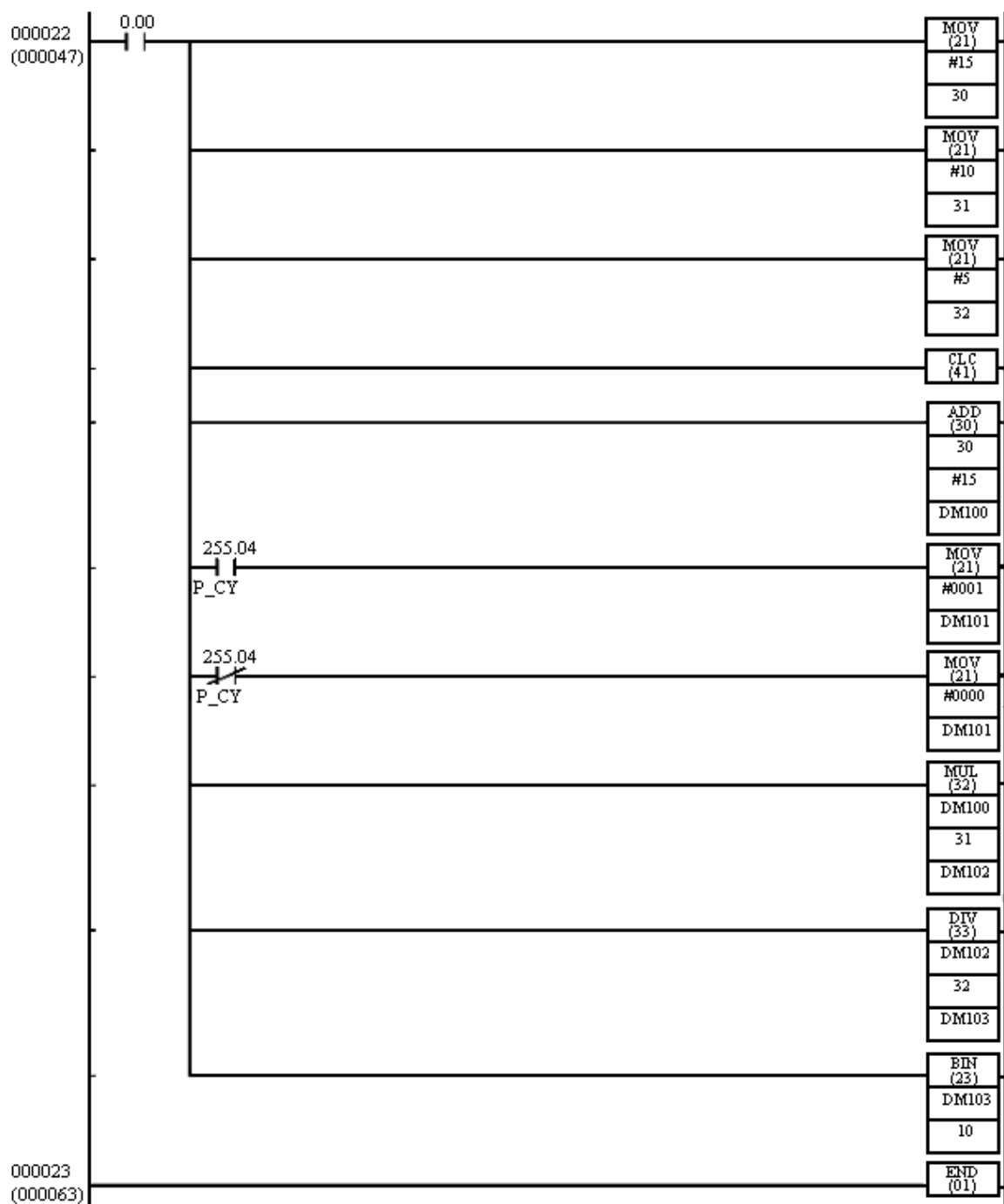


Рис. 2.15. Пример использования команд математических вычислений

Ниже представлен пример использования аналогового таймера. На рис. 2.16 изображена программа, реализующая бегущий огонь на выходных клеммах контроллера, а в табл. 2.17 она представлена на языке инструкций. Первыми тремя командными линиями реализуется аналоговый генератор. При замыкании контакта 0.00 таймер с номером 000 начинает вычитать значение, находящееся по адресу 250 (адрес аналогового таймера), которое мы можем регулировать вручную с помощью аналоговой уставки. При срабатывании таймера 000, начинает работать таймер 001. Бегущий огонь осуществляется следующим образом. При замыкании контакта 0.00 по адресу 010 посылается слово 8080, по адресам 010.15 и 010.07

записывается 1. Далее при замыкании контакта TIM 000 выход 019.00 принимает значение, равное 1, и при этом осуществляется операция циклического сдвига влево, т.е. по адресам 010.00 и 010.08 появляется 1. Одновременно с этим начинает работать таймер 001. При его срабатывании аналогично происходит сдвиг и запускается таймер 000. Далее все происходит аналогично описанному выше процессу.

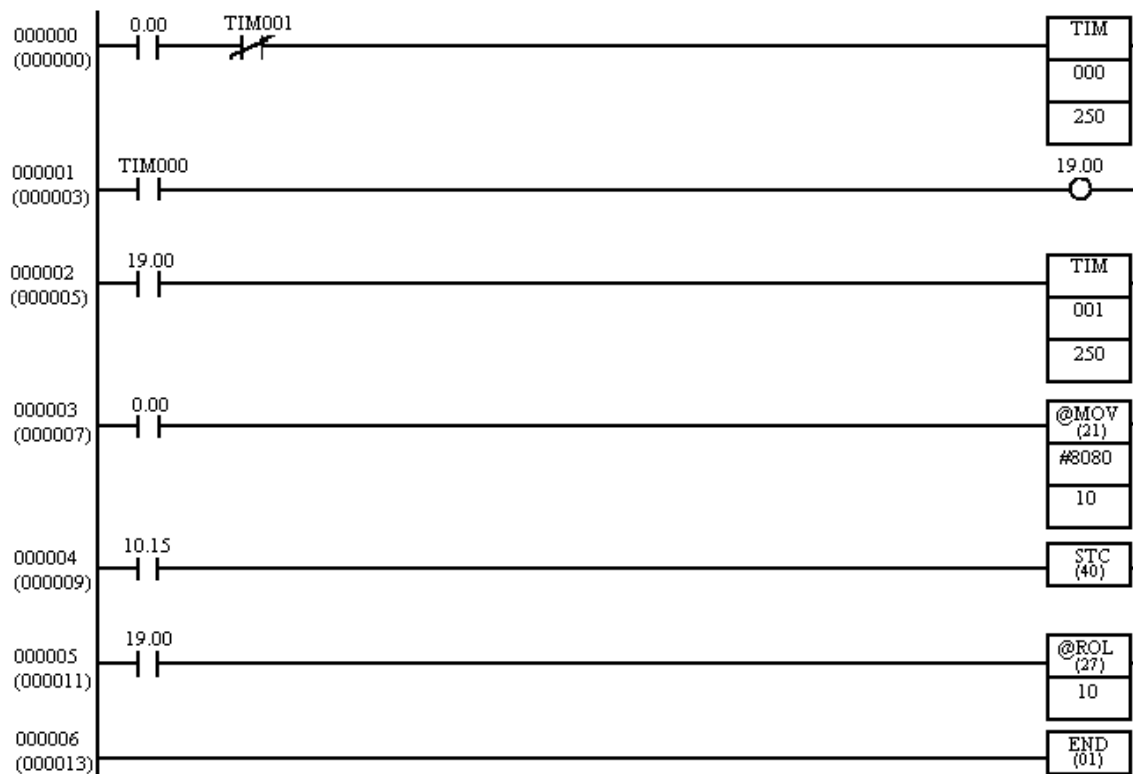


Рис. 2.16. Программа, реализующая бегущий огонь

Таблица 2.17

Адрес	Инструкция	Операнд	Адрес	Инструкция	Операнд
00001	LD	0.00	00008	LD	0.00
00002	ANDNOT	TIM001	00009	@MOV(21)	#8080
00003	TIM	000	00010	LD	10
		250			10.15
00004	LD	TIM000	00011	STC(40)	
00005	OUT	19.00	00012	LD	19.00
00006	LD	19.00	00013	@ROL(27)	10
00007	TIM	001		END(01)	
		250			

2.9. Программирование контроллера CPM2A

2.9.1. Общие положения

Программирование контроллера может производиться при помощи ручного программатора, сенсорного монитора или на ПЭВМ с помощью пакета программирования CX-Programmer в системах Windows95/98/NT/2000/XP. Программиро-

вание с помощью CX-Programmer производится через COM-порт ПЭВМ при помощи удлинительного кабеля и специального адаптера CPM1-CIF01.

Минимальные требования к ПЭВМ:

- процессор Pentium 90 МГц и выше;
- минимум 16 Мб оперативной памяти;
- минимум 40 Мб памяти на жестком диске;
- флоппи-дисковод;
- CD-дисковод;
- VGA-совместимый дисплей с минимальным разрешением 800x600;
- клавиатура и мышь;
- операционные системы Microsoft Windows 95/98/NT/2000/XP.

Программное обеспечение CX-Programmer имеет следующие возможности:

- выбор типа программируемого контроллера;
- установка системных параметров контроллера;
- установка параметров портов связи;
- создание и редактирование программ;
- просмотр программы в виде релейно-контактных схем, перекрёстных ссылок или мнемоник;
- просмотр комментариев к программе, областей памяти ПК;
- компиляция, запись в ПК и выгрузка из него программ;
- редактирование программы в ПК без его останова.

2.9.2. Подготовка программы

Для подготовки программ при проведении лабораторных работ служит программа CX-Programmer. Её запуск осуществляется через соответствующий ярлык на рабочем столе или по пути меню «Пуск/Программы/Omron/CX-Programmer/CX-Programmer».

После запуска программы появляется окно, представленное на рис. 2.17.

Для того чтобы создать новый файл объекта, необходимо выбрать в главном окне программы пункт New в меню File. При этом должно появиться окно (рис. 2.18а), в котором необходимо задать нужное имя контроллера (поле «Device Name»), который необходимо выбрать тип контроллера CPM2* (поле «Device Type»), а также тип связи с контроллером SYSMAC WAY (поле «Network Type»). В закладке «Driver» меню «Network Setting» (рис. 2.18б) необходимо выбрать номер порта, через который осуществляется связь с контроллером (в нашем случае COM1). Установить Band Rate 9600, Data Bits 7, Parity Even, Stop Bits 2. Выбрав нужные параметры, следует нажать кнопку «ОК» для подтверждения выбора или «Cancel» – для отмены. После этого вид программы должен измениться – появилось окно проекта и окно редактирования программы (рис. 2.19), представляющее чистое поле. В последующем можно изменить параметры проекта, нажав дважды правой кнопкой мыши в окне проекта (левое поле на экране) на имя контроллера.

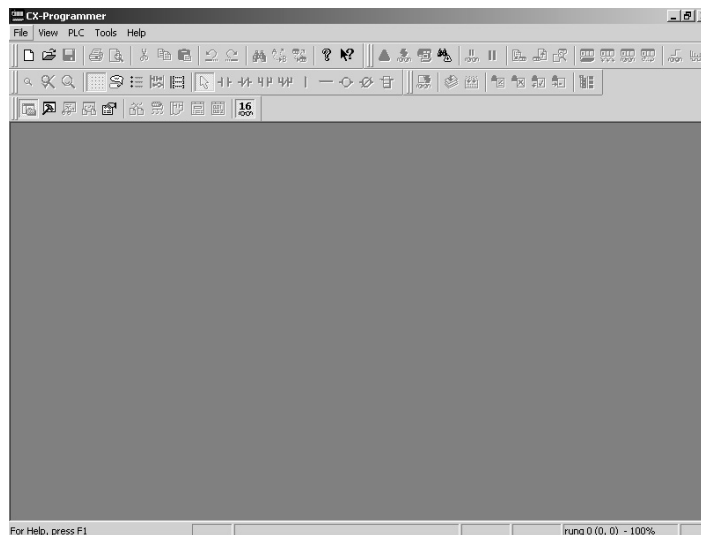


Рис. 2.17. Окно программы CX-Programmer

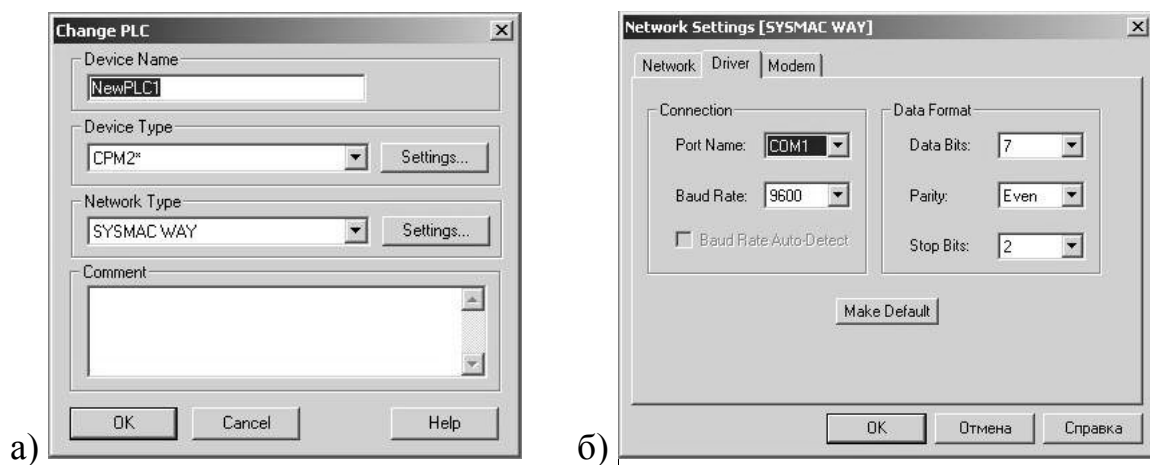


Рис. 2.18. Окна выбора параметров контроллера

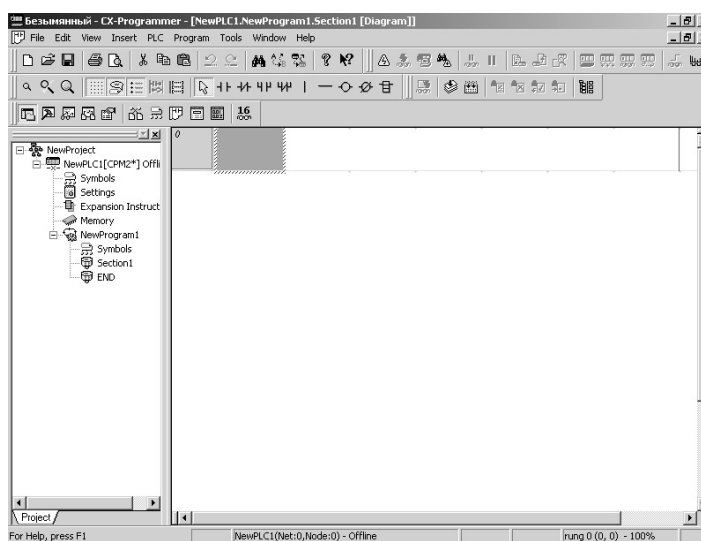


Рис. 2.19. Главное окно программы

Для открытия уже существующего проекта необходимо в меню File выбрать пункт Open. Появится окно выбора проекта (рис. 2.20).

Для выбора необходимо выделить указателем мыши нужный проект и нажать кнопку «Открыть» для подтверждения или «Отмена» – для отмены выбора.

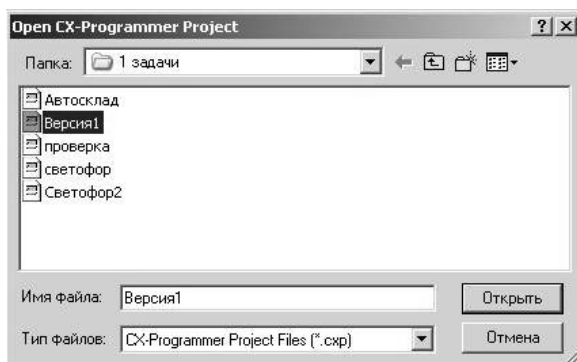


Рис. 2.20. Окно выбора существующего проекта

В окне проекта расположено дерево проекта. В пункте «Setting» (рис. 2.21) можно выбрать режим работы контроллера, в который он переходит при подаче питания. Для этого надо в закладке «Startup» выбрать требуемый режим работы.

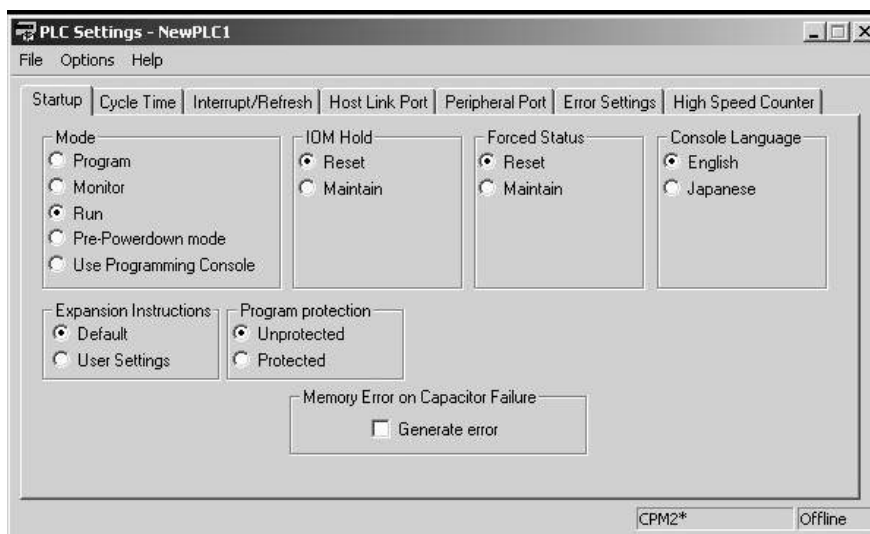


Рис. 2.21

Выше главного окна программы расположены панели инструментов (рис. 2.22).

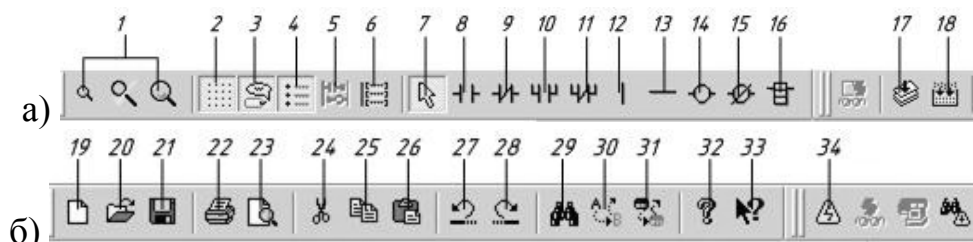


Рис. 2.22. Панели инструментов CX-Programmer

В табл.2.18 приведено краткое описание элементов панелей инструментов.

Таблица 2.18

№ п/п	Описание	№ п/п	Описание
1	Выбор масштаба	18	Компиляция программы в ПК
2	Сетка на поле редактирования программы	19	Создать новый проект
3	Показать подписи к элементам программы	20	Открыть проект
4	Показать подписи к командным линиям	21	Сохранить проект
5	Наблюдение за командными линиями	22	Печать программы
6	Показать комментарии к программе/секции	23	Предварительный просмотр
7	Стрелочка	24	Вырезать (с запоминанием)
8	Замыкающий контакт	25	Копировать
9	Размыкающий контакт	26	Вставить
10	Замыкающий контакт ИЛИ	27	Отменить операцию
11	Размыкающий контакт ИЛИ	28	Повторно выполнить операцию
12	Вертикальная соединительная линия	29	Поиск элемента программы
13	Горизонтальная соединительная линия	30	Изменить адреса в программе
14	Выход	31	Изменить все адреса в программе
15	Выход с инверсией	32	Справка о программе
16	Инструкция	33	Справка
17	Компиляция программы	34	Связь с ПК

Для того чтобы начать программирование в дереве проекта необходимо выбрать пункт «Section1», при этом активизируется окно редактирования программы представляющее собой поле, ограниченное левой и правой шинами, а также панель инструментов, представленная на рис. 2.22.

При вводе команд «Замыкающий контакт», «Размыкающий контакт», «Замыкающий контакт ИЛИ», «Размыкающий контакт ИЛИ», «Выход» или «Выход с инверсией» появляется окно (например, как на рис. 2.23), в котором необходимо ввести адрес новой переменной и задать соответствующие параметры. Для задания области памяти перед адресом пишется сокращенное название нужной области (например, SR, IR, DM и т.д.). Если перед адресом ничего нет, то по умолчанию воспринимается как адрес в области IR. Также в этом окне можно выбрать фронт сигнала, по которому будет срабатывать контакт («Differentiation»). Далее нужно нажать «OK» для подтверждения или «Cancel» – для отмены. Далее появляется окно, в котором можно ввести комментарий к выбранному контакту или выходу. После этого необходимо опять нажать «OK» для подтверждения своих действий или «Cancel» – для их отмены.

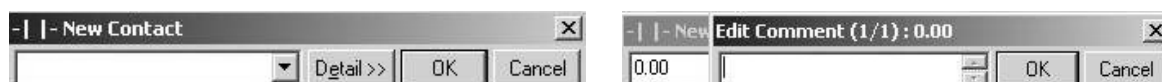


Рис. 2.23. окно выбора параметров элементов РКС

При вводе функционального блока появляется диалог другого вида (рис. 2.24). В поле «Instruction» необходимо ввести имя инструкции или соответствующий цифровой код. В поле «Operands» вводятся параметры для инструкции. Для того чтобы число воспринималось как константа, перед ним нужно поставить символ

«#». С помощью «Find Instruction» также можно ввести необходимую инструкцию. Для этого надо найти ее в списке, и нажать кнопки «OK» или «Cancel». Здесь также можно ввести необходимый комментарий. Краткую справку по инструкции можно получить, нажав кнопку «Instruction Help». После ввода всех необходимых параметров нужно нажать кнопку «OK».

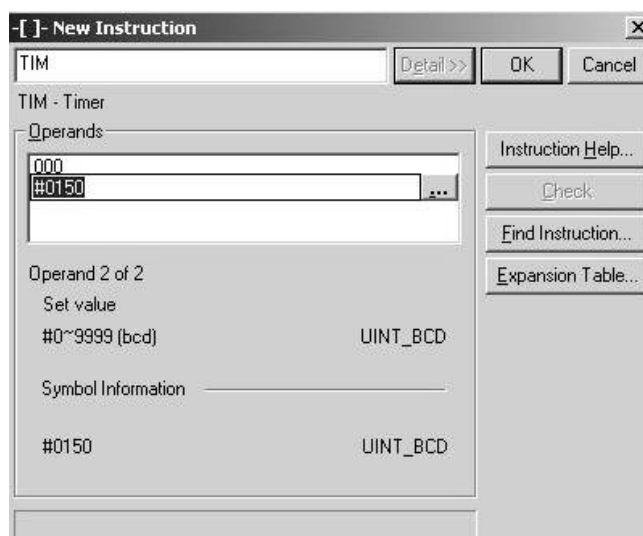


Рис. 2.24. Выбор параметров инструкции

Для перехода на следующую строку программы необходимо курсором перейти на неё.

В случае неправильного составления строки программы, слева появляется красная линия напротив неправильной строки.

В конце любой программы должна обязательно присутствовать инструкция «END(01)»



Установку необходимых элементов также можно производить с клавиатуры, используя «горячие» клавиши (см. пункт меню «Insert»).

При редактировании программы можно производить следующие операции:

а) можно выделять необходимые области программы и производить с ними действия (через контекстное меню, появляющейся при нажатии правой кнопки мыши или через панель инструментов), представленные в табл. 2.18;

б) при перемещении объекта с нажатой левой клавишей мыши происходит его перемещение (не копирование) на новое место;

в) есть возможность отменять предыдущие действия.

При необходимости можно изменить любые параметры ранее установленных элементов программы, нажав на него два раза левой кнопкой мыши.

Выделение части программы производится курсором мыши при нажатой её левой кнопке.

Для удаления какого-либо элемента необходимо выделить его, нажав на него один раз левой кнопкой мыши и нажать клавишу «Delete». Для удаления строки

программы целиком нужно увести курсор до предела влево и нажать клавишу «Delete».

Для сохранения проекта служат кнопки Save и Save as... в меню File.

2.9.3. Компиляция программы

Перед записью программы в контроллер её необходимо откомпилировать. Для этого надо нажать кнопку «Compile program» (номер 17 на рис. 2.22).

Если в программе обнаружены ошибки или предупреждения, то внизу окна проекта (рис. 2.25) появится сообщение с их перечислением. В описании ошибок указывается расположение объекта (строка и столбец), который и вызвал ошибку.

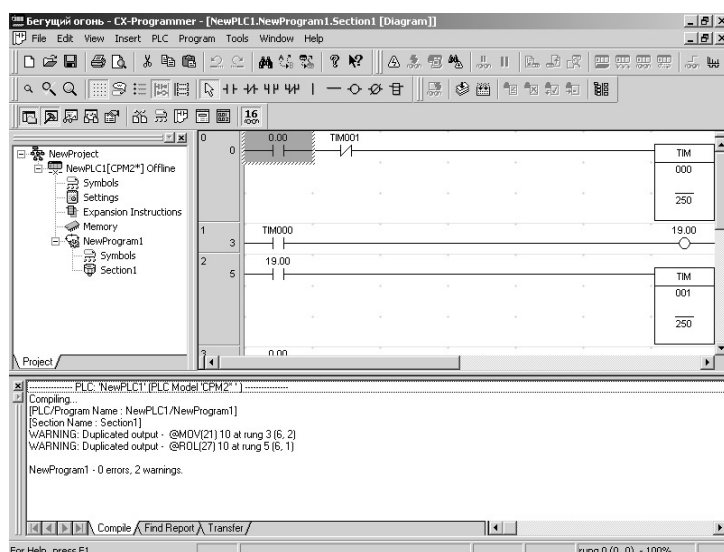


Рис. 2.25. Вид окна проекта после компиляции программы

2.9.4. Подключение к контроллеру, запись и отладка программ

Модуль ПК (рис. 2.26) включает в себя непосредственно программируемый контроллер CPM2A-30CDR, крепящийся к лицевой панели модуля.

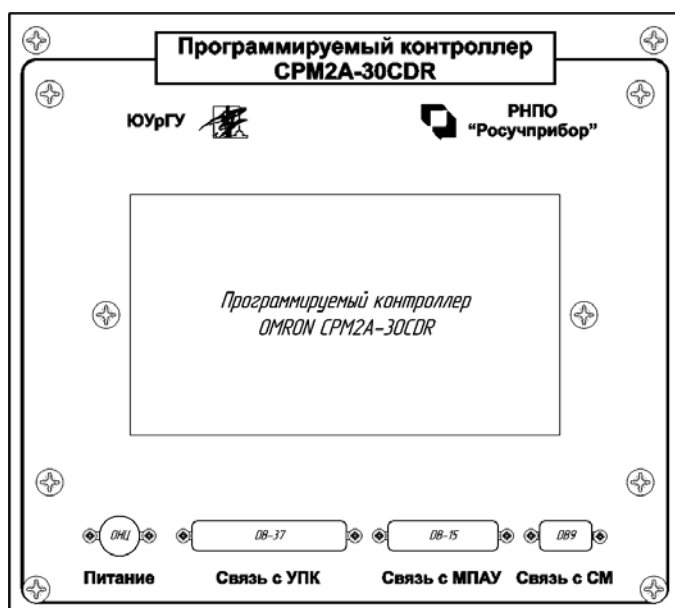


Рис. 2.26. Внешний вид модуля программируемого контроллера

Также на лицевую панель вынесены разъёмы связи с модулем ПАУ, модулем УПК, сенсорным монитором, персональным компьютером и разъём питания, через который осуществляется соединение с блоком питания.

Программируемый контроллер А2 (рис. 2.27) получает питание 24 В постоянного тока через разъём XS2 от модуля ПАУ. Индикация включенного состояния контроллера осуществляется свечением светодиода, расположенного на лицевой панели контроллера. Также там расположен светодиод, сигнализирующий об осуществлении обмена данными между ПК и сенсорным монитором или ПЭВМ. Через разъём XP1 осуществляется связь с пультом управления, расположенным в модуле ПАУ. Через разъём XS3 происходит обмен данными с сенсорным монитором. Для связи контроллера с ПЭВМ в модуле ПК установлен адаптер А1 CPM1-CIF01 фирмы OMRON. Он осуществляет переход с периферийного порта контроллера на стандартный RS-232 (разъём XS4), через который происходит обмен данными с ПЭВМ. Для связи с модулем УПК, который будет использоваться при проведении лабораторной работы №3, на лицевой панели расположен разъём XS6. Через этот разъём также осуществляется питание платы устройства преобразования кодов.

Перед подключением ПЭВМ к контроллеру необходимо обеспечить связь контроллера с персональным компьютером через адаптер ПК и СОМ-порт ПЭВМ с помощью соединительного кабеля. Номер этого порта необходимо выбрать в начале работы с программой CX-Programmer при открытии нового файла, но есть возможность выбрать СОМ-порт и в существующем файле, нажав правой кнопкой мыши в окне проекта на имя контроллера, вызвав тем самым меню свойств.

Для связи ПЭВМ с контроллером необходимо нажать кнопку  («Work Online»). При этом появляется окно (рис. 2.28), в котором предлагается связаться с ПК. Нажав «Да», мы переходим в режим связи с контроллером. При этом фон программы становится серым. При этом автоматически активизируются новые панели инструментов (рис. 2.29). В табл. 2.19 приведено описание функций кнопок на этих панелях.

Таблица 2.19

Номер элемента	Описание
1	Загрузка данных в ПК
2	Выгрузка данных из ПК
3	Сравнение данных в ПК с данными в ПЭВМ
4	Выбор режима программирования
5	Выбор режима отладки
6	Выбор режима наблюдения
7	Выбор рабочего режима
8	Начать редактирования программы без останова ПК
9	Окончить редактирования программы без останова ПК
10	Утвердить изменения
11	Начать редактирование строки без останова ПК

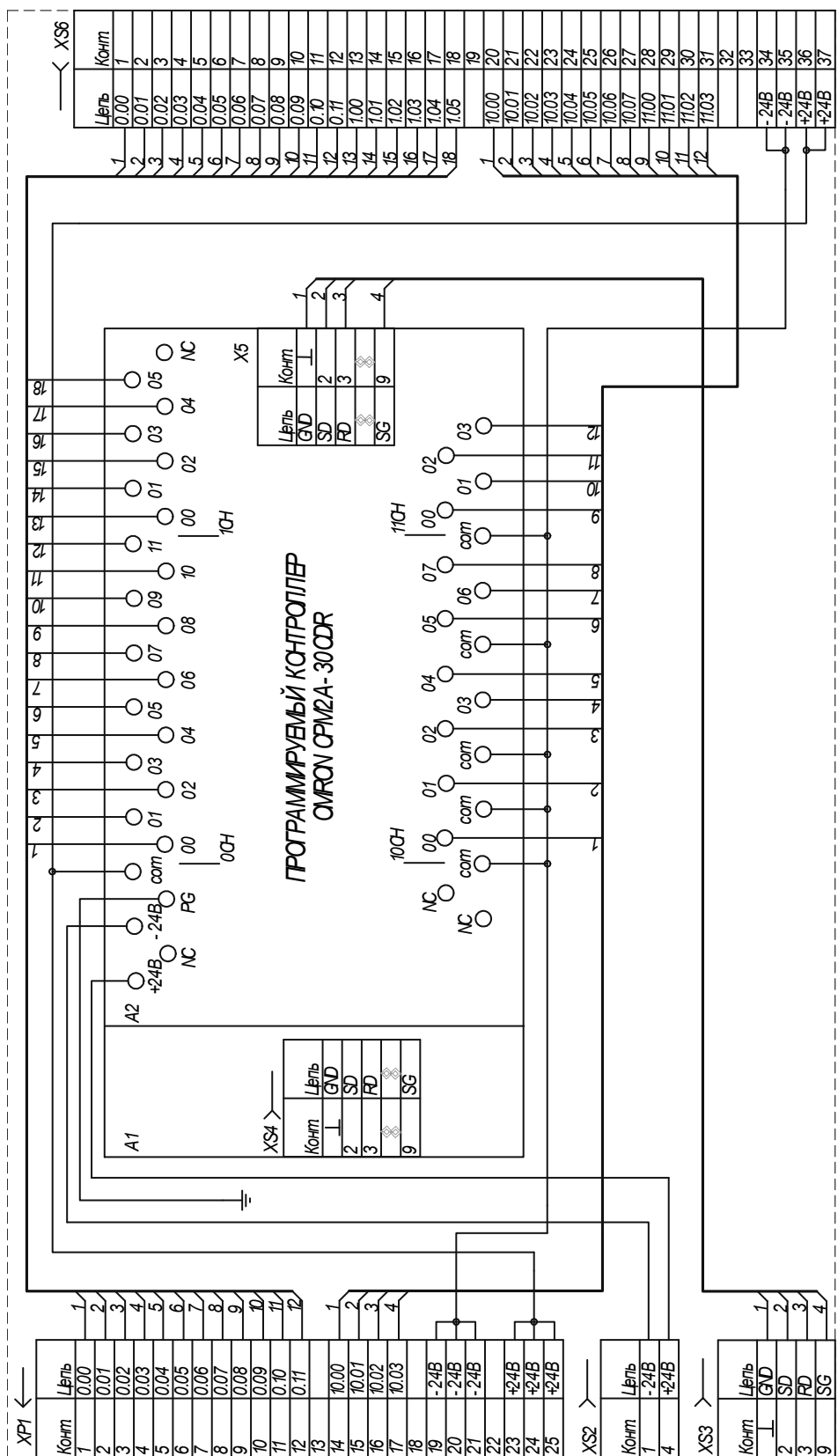


Рис. 2.27. Схема электрическая принципиальная



Рис. 2.28. Диалоговое окно связи с ПК

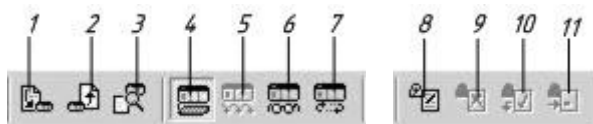


Рис. 2.29. Панели инструментов для работы с ПК

Для записи программы и установок в контроллер необходимо нажать кнопку 1 «Transfer to PLC». При этом появится окно, в котором будет предложено сменить режим работы ПК (рис. 2.30а). Здесь также надо выбрать «Да». Далее появится окно (рис. 2.30б), в котором нужно выбрать, что необходимо отправить, и нажать кнопку «ОК».

После этого появится окно, показывающее степень загрузки проекта в ПК (рис. 2.31а). Когда загрузка завершится, окно примет вид, представленный на рис. 2.31б.

Далее будет предложено вернуться в режим работы, который был до соединения с ПЭВМ.

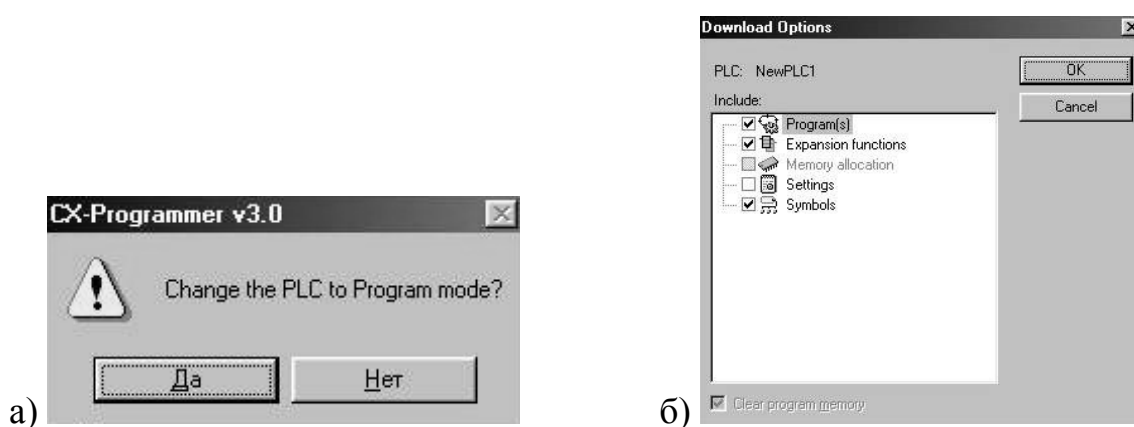


Рис. 2.30. Окна смены режима работы и выбора опций загрузки программы

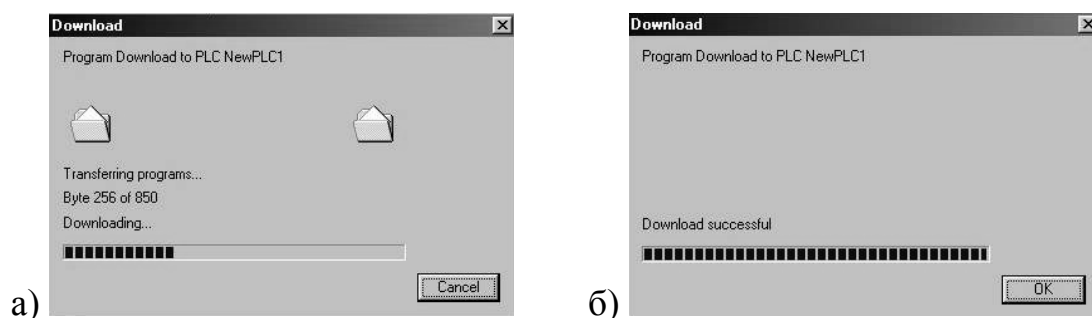


Рис. 2.31. Окно демонстрации процесса загрузки программы в ПК

В случае установки неправильных параметров связи или параметров ПЭВМ и ПК или неправильных действий пользователя связь с контроллером не будет установлена и появится окно предупреждения (рис. 2.32). В нём предложено повторить операцию связи, а также перечислены возможные причины ошибки связи (нет питания у ПК, не совпадает тип ПК с типом, выбранным в проекте, нет связи между ПЭВМ и ПК).

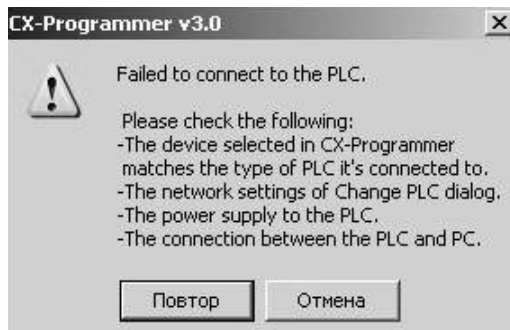


Рис. 2.32. Окно предупреждения об ошибке связи с ПК

Для переключения обратно в режим редактирования, нужно опять нажать кнопку «Work Online». Чтобы получить данные из контроллера, необходимо нажать кнопку 2 «Transfer from PLC». При этом в окне редактирования должна появиться программа, которая была записана в контроллер. Также можно сравнить программу, набираемую в данный момент, с данными, находящимися в контроллере. Для этого нужно нажать кнопку 3 «Compare with PLC».

Для редактирования программы без останова контроллера необходимо нажать кнопку 8 «On-Line Edit Rungs». При этом осуществляется переход в режим редактирования On-Line. Далее можно внести какие-то изменения в программу, а потом отправить эти изменения в контроллер, нажав кнопку 10 «Send On-Line Edit Changes», а также отменить сделанные ранее изменения. В конце редактирования необходимо нажать кнопку 9 «Cancel On-Line Edit», чтобы выйти из режима редактирования.

2.9.5. Дополнительные функции

Ниже представлены некоторые дополнительные функции, которые предлагает пользователю программа CX-Programmer.

При активизации окна редактирования программы также активизируется дополнительное меню (рис. 2.33).

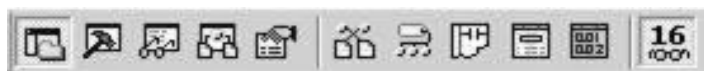


Рис. 2.33. Панель дополнительных инструментов.

Чтобы увидеть программу в виде мнемоник необходимо нажать кнопку  «View Mnemonics».

Кнопкой  «Cross-Reference Report» можно вызвать окно, в котором выдается информация об областях памяти контроллера;

Кнопкой  «View Diagram» активизируется основное окно, в котором ведется программирование, а редактируемая программа представлена на языке релейно-контактных схем.

Также есть возможность просмотреть информацию о входах/выходах, используемых в программе. Для этого нужно активизировать окно, нажав кнопку  «I/O Comment».

Кнопкой  «Toggle Project Workspace» можно активизировать проектное окно. В этом окне можно выбрать окна программ, изменить некоторые параметры проекта и основные установки контроллера (с помощью пункта «Setting»).

Кнопкой  «Toggle Output Window» активизируется окно сообщений, в котором можно просмотреть информацию, появляющуюся при компиляции программы, а кнопкой  «Toggle Watch Window» – окно, в котором можно просмотреть информацию о выбранных контактах, входах и выходах. Также кнопкой  - «Show Address Reference Tool» можно активизировать окно, в котором есть возможность увидеть информацию о выбранном адресе. Нажав на кнопку  «Show Properties», можно увидеть свойства любого выбранного элемента, находящегося в различных окнах программы.

Также есть возможность вывода программы в виде лестничных диаграмм на печать. При нажатии кнопки  «Print» появится окно выбора параметров печати (рис. 2.34).



Рис. 2.34. Окно выбора области печати

В этом окне можно выбрать печатать все строки программы или определённые пользователем строки. Далее появляется окно настройки печати принтера, в котором пользователь сам выбирает установки принтера.

2.10. Выполнение лабораторной работы

При выполнении рассматриваемой лабораторной работы используются только два модуля: модуль ПАУ и модуль контроллера СРМ2А.

Включение стенда в работу осуществляется включением сетевого выключателя. Наличие питания модуля ПАУ индицируется светодиодом, расположенным непосредственно над ним. Наличие питания контроллера сигнализирует светодиод PWR на лицевой стороне контроллера. Контроллер через разъём «Связь с

ПЭВМ» должен быть подключен к порту COM1 ПЭВМ. Все переключения кабелей связи во избежание выхода из строя его составляющих необходимо производить при отключенном питании стенда.

Нажатие кнопок и постановка тумблеров пульта оператора во включенное состояние должно индцироваться загоранием соответствующих светодиодов на панели пульта и соответствующих светодиодов на лицевой панели контроллера. При этом легко устанавливается соответствие между кнопкой (тумблером) и адресом входа на контроллере.

Варианты заданий подобраны таким образом, чтобы кнопок и тумблеров было достаточно для подачи команд и сигналов имитации датчиков объекта. Назначение каждой кнопки или тумблера определяет сам студент при составлении программы. Адресация кнопок, тумблеров и индикаторов представлена в табл. 2.20.

Таблица 2.20

Элемент пульта оператора	SA1	SA2	SA3	SA4	SB1	SB2	SB3	SB4	VD1	VD2	VD3	VD4
Адрес контроллера	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	10.00	10.01	10.02	10.03

В табл. 2.21 представлено распределение вариантов задач по бригадам и по студентам.

Таблица 2.21

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

При подготовке к лабораторной работе для заданного варианта необходимо:

- любым известным методом (например, методом содержательного описания) составить логические функции (уравнения), обеспечивающие выполнение заданной последовательности работы оборудования. Эти логические функции должны составляться с учетом возможностей контроллера и имитатора пульта оператора;

- записать полученные логические функции в адресах программируемого контроллера. Следует учитывать, что адреса входных сигналов, подаваемых с имитатора пульта, IR000.00–IR000.07, адреса выходов контроллера, подаваемых с контроллера на светодиоды пульта оператора VD1–VD4, IR10.00–IR010.03;

- по полученным логическим функциям составить программу для ввода в ПЭВМ.

В лаборатории необходимо:

- набрать и отредактировать подготовленную программу на ПЭВМ с помощью программы CX-Programmer;

- провести компилирование программы, исправить выявленные ошибки;

- ввести программу в контроллер;

- подавая с пульта управления модуля ПАУ в контроллер команды и имитируя состояния датчиков объекта, проверить правильность функционирования реализованной системы управления.

2.11. Варианты задач для программируемого контроллера

Вариант 1. Печь сопротивлений содержит три нагревательных элемента (НЭ), каждый из которых питается от собственного тиристорного преобразователя соответственно ТП1–ТП3. Сигнал «1» на входе ТП соответствует максимально-допустимому току НЭ, сигнал «0» – минимально-допустимому току НЭ. Синтезировать схему, обеспечивающую алгоритм работы группы ТП, представленный в табл. 2.22.

Таблица 2.22

Номер импульса генератора	–	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
Состояние ТП1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	...
Состояние ТП2	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	
Состояние ТП3	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	

Начало работы осуществляется после нажатия на кнопку «Пуск».

Цикл управления печью сопротивления состоит из 6 тактов. Переход с одного такта на другой осуществляется при поступлении очередного импульса от генератора импульсов. Циклы управления непрерывно следуют друг за другом.

При поступлении команды «Стоп» прекращается подача импульсов и все ТП отключаются. Для возобновления работы необходимо нажать на кнопку «Пуск». Генератор импульсов реализуется программным путем.

Вариант 2. Манипулятор (рука со схватом) служит для подачи заготовок из накопителя в пресс. Рука манипулятора может перемещаться вперед/назад из крайнего заднего КЗ в крайнее переднее КП положение и назад, а также поворачиваться из крайнего правого положения КПр в крайнее левое положение КЛ и обратно. Схват имеет электромагнитный механизм зажима/разжима заготовок.

Исходное положение манипулятора перед накопителем (в положениях КЗ и КПр, схват под действием пружин зажат). При поступлении запроса со станка и наличии заготовки в накопителе включается электромагнит разжима схвата. Рука идет в крайнее переднее положение КП, через 2 с схват зажимает заготовку (электромагнит схвата отключается) и рука возвращается в положение КЗ. Рука поворачивается в положение КЛ и выдвигается вперед до КП. Схват разжимается (электромагнит схвата включается) и через 2 с рука идет в положение КЗ, затем поворачивается в положение КПр (исходное положение руки). Если есть запрос со станка, а накопитель пуст, то включается сигнальная лампа «Нет детали» и кратковременный звуковой сигнал (в течение 5 с). Световой сигнал снимается кнопкой «Сброс». Включение системы в работу – нажатием кнопки «Пуск».

Вариант 3. Автоматизировать процесс безупорной остановки длинномерного металла на рольганге Р1.

На рольганг Р1 металл передается с предыдущего рольганга Р0, наличие металла на котором контролируется датчиком Д0. Вдоль рольганга Р1 расположены датчики, контролирующие наличие металла последовательно в положениях П1, П2 и П3.

Нормальное положение рольганга Р1 – неподвижное. При наличии сигнала с датчика Д0 и отсутствии металла на рольганге Р1, рольганг Р1 включается и металл перемещается по рольгангу Р1. При достижении передним концом металла положения П1 происходит снижение скорости Р1 до «ползучей» скорости, а в положении П2 привод рольганга Р1 отключается. Если по каким-либо причинам металл достиг положения П3, то привод рольганга Р1 реверсируется и работает на пониженной скорости, пока металл не уйдет из положения П3. При остановке переднего конца металла между положениями П2 и П3 формируется сигнал разрешения работы механизмов уборки металла с Р1.

Включение системы в работу – при нажатии на кнопку «Пуск».

Вариант 4. Автоматизировать работу толкателя с кривошипно-шатунным механизмом с нереверсивным электродвигателем.

При нажатии кнопки «Пуск» кривошип из положения $\alpha = 0^0$ движется до положения $\alpha = 120^0$. В этом положении происходит переход на пониженную (малую) скорость, кривошип идет до положения $\alpha = 180^0$ и останавливается. Через 3 с электродвигатель автоматически вновь включается и на повышенной скорости шатун идет в положение $\alpha = 0^0$. Стоит в нем 3 с, включается и движется к положению $\alpha = 120^0$ и на пониженной скорости до $\alpha = 180^0$ и т.д. После 5 толканий толкатель останавливается в исходном положении (кривошип – в положении $\alpha = 0^0$) и формируется сигнал «Конец цикла».

Очередной цикл из пяти толканий – после очередного нажатия на кнопку «Пуск».

При нажатии на кнопку «Стоп» толкатель из любого положения на повышенной скорости движется в положение $\alpha = 0^0$ и останавливается.

Вариант 5. Тележка движется по кольцевому пути, на котором есть 3 фиксированных положения П0, П1 и П2. Привод тележки – от нереверсивного электродвигателя.

При подаче питания из любого положения тележка должна идти в положение П0. При нажатии на кнопку «Пуск» тележка без задержки движется в положение П1, стоит там в течение 3 с, затем движется в П2, стоит там в течение 4 с, движется в положение П0, стоит там в течение 5 с, движется в П1, стоит там в течение 3 с и т.д. То есть тележка непрерывно движется по кольцевому пути с остановками в фиксированных положениях.

При нажатии на кнопку «Стоп» тележка должна без остановки идти в П0 и там ожидать очередного нажатия кнопки «Пуск».

Вариант 6. Автоматизировать линию сортировки изделий. По конвейеру движутся низкие изделия, но редко могут встречаться и высокие. По ходу конвейера установлены две фотоголовки на расстоянии друг от друга, равном половине ширины изделия. Первая по ходу конвейера фотоголовка настроена на низкие изделия (нижняя фотоголовка), вторая – на высокие изделия (верхняя фотоголовка).

При прохождении низкой детали перекрывается только нижняя фотоголовка, а при высоких – вначале нижняя, а затем верхняя фотоголовки. На выходе конвейера детали ударяются о сортировочную планку и высокие изделия поступают в правый накопитель (левое положение планки), низкие – в левый (правое положение планки). Планка перебрасывается пневмоприводом. Для переброски планки влево или вправо достаточно хотя бы кратковременно подать команду на ее перемещение влево или вправо. Включение системы в работу – нажатием кнопки «Пуск».

Вариант 7. 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 перекладыватель стоит в положении П0 над столом, 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 8. В контроллере программным путем необходимо реализовать генератор импульсов. Время наличия импульса 1 с, время его отсутствия 2 с. При нажатии на кнопку «Пуск» начинается счет импульсов. При прохождении 10 импульсов загорается лампа Л1, при прохождении следующих 10 импульсов – лампа Л2, аналогично включаются лампы Л3 и Л4. После загорания лампы Л4 (т.е. после прохождения 40 импульсов) счет прекращается и все лампы горят до нажатия на кнопку «Стоп». Генератор импульсов реализовать программным путем.

Вариант 9. Автоматизировать перемещение пуансона штампованного прессы. Рабочий заправляет металлическую ленту (заготовку) и нажимает кнопку «Пуск». Пуансон из крайнего верхнего положения П0 движется вниз, при своем движении до положения П1 входит в матрицу, выбивая из ленты деталь необходимой формы, и возвращается в положение П0. Чисто механическим устройством лента перемещается на один шаг и через 2 с пуансон совершает очередное движение. Лента рассчитана на изготовление 10 деталей, поэтому через 10 ходов пуансона формируется сигнал «Конец цикла».

При подаче питания на систему автоматизации пуансон из любой точки должен прийти в положение П0.

Вариант 10. На программируемом контроллере реализовать систему управления толкателем с кривошипно-шатунным механизмом с реверсивным электродвигателем.

Толкатель имеет два фиксированных положения П0 и П1. При подаче питания на систему толкатель из любого положения движется вперед медленно до положения П0. При появлении кратковременного сигнала «Пуск» толкатель из положения П0 медленно движется до положения П1, стоит там в течение 2 с, а затем электродвигатель включается для движения назад быстро и возвращается в положение П0, где формируется сигнал «Конец цикла». Цикл повторяется при нажатии кнопки «Пуск».

При нажатии кнопки «Стоп» толкатель из любого положения на быстрой скорости возвращается в положение П0.

Вариант 11. Автоматизировать управление крышкой котла (типа большой кастрюли).

При кратковременном нажатии кнопки «Открыть» крышка поднимается до крайнего верхнего положения, в котором поворачивается, открывая доступ к содержимому котла.

При кратковременном нажатии на кнопку «Заккрыть» крышка поворачивается в положение точно над котлом и затем опускается, закрывая котел.

Для исключения ударов предусмотреть переход на пониженную скорость перед касанием крышкой котла при его закрывании.

Вариант 12. Автоматизировать управление дверью (воротами) въезда/выезда гаража.

Нормальное (исходное) положение двери закрытое. При кратковременном нажатии кнопки «Открыть» включается звонок и через 5 с включается привод двери на открывание. При полном открытии двери привод двери отключается сразу, а звонок звенит еще 2 с.

Закрывание дверей – аналогично: при кратковременном нажатии кнопки «Заккрыть» включается звонок, через 5 с включается привод двери на закрывание. При полном закрытии двери привод двери отключается, а звонок звенит еще 2 с.

2.12. Требования к отчёту

Отчет должен содержать:

- а) цель работы;
- б) условия задачи по варианту, принятые обозначения переменных, логические функции для выходных и промежуточных переменных, при необходимости циклограмму работы оборудования;
- в) логические функции в адресах программируемого контроллера;
- г) программу для реализации системы управления на контроллере СРМ2А-30СDR;
- д) методику экспериментальной проверки функционирования реализованной системы управления и результаты проверки;
- е) выводы по работе.

2.13. Контрольные вопросы

1. Какая полярность напряжения требуется при подключении входов контроллера?
2. Чем обеспечивается гальваническое разделение цепей контроллера и внешних цепей при подключении входов и выходов?
3. Какую функцию выполняет дополнительная плата с транзисторами и резисторами в модуле контроллера?
4. Сколько таймеров и счетчиков можно реализовать в контроллере?
5. Что означает символ @, поставленный перед некоторыми командами?
6. Чем отличаются команды TIM и TIMH(15)?
7. Когда формируется флаг завершения счета счетчика CNT?
8. Что обеспечивается при использовании команд IL(02) и ILC(02)?
9. Чем отличаются команды ADD(30) и ADB(50)?
10. Какая область памяти воспринимается по умолчанию, если перед адресом нет сокращенного названия области памяти?
11. Какой символ используется для обозначения константы?
12. Что будет со счетчиком CNTR(12), если одновременно на входах Ii и Di изменяются сигналы с 0 на 1, а на вход R сигнал равен 1.

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое учебное пособие преследует цель освоения современных средств автоматики, используемых для автоматизации промышленного производства. Изучаемые устройства объединены в лабораторный стенд, имеющий единый модуль питания и аппаратуры управления, используемый при изучении различных средств автоматизации.

Стенд имеет блочно-модульную конструкцию. Это обеспечивает многофункциональность стенда и позволяет замену физических объектов при их изучении. Так как современные тенденции предусматривают использование программируемых через ПЭВМ средств автоматизации, то ПЭВМ является неотъемлемой частью лабораторного стенда.

Модули стенда являются съемными, устанавливаемыми в стойку стенда. В стойке располагаются те модули, которые используются при проведении конкретной лабораторной работы. В стойке размещается до шести модулей. К неизменяемой части стенда относится лишь упомянутый модуль питания с набором кнопок, тумблеров и светодиодов, которые могут использоваться в ряде лабораторных работ. Неиспользуемые в лабораторной работе модули могут оставаться в стойке или храниться где-то в лаборатории.

Модульный принцип построения стенда облегчает расширение номенклатуры изучаемых средств автоматизации и постановку новых лабораторных работ.

Представленное на стенде оборудование обеспечивает:

- изучение программирования промышленного программируемого контроллера;
- изучение программирования сенсорного монитора (программируемого пульта оператора-технолога);
- изучение характеристик и функциональных возможностей программируемых универсальных таймеров, счетчиков и универсальной панели индикации;
- изучение функциональных возможностей и программирования интеллектуального реле;
- изучение характеристик датчиков технологической информации;
- изучение промышленного микропроцессорного регулятора технологического параметра;
- реализацию систем автоматизации управления на базе программируемых средств автоматизации.

3. РАБОТА №2. ИЗУЧЕНИЕ СЕНСОРНОГО МОНИТОРА OMRON NT31C

3.1. Цель работы

Изучить функциональные возможности сенсорного монитора OMRON NT31C и приобрести навыки программирования различных элементов на экране в соответствии с поставленной задачей.

3.2. Программа работы

1. Изучить назначение и техническую характеристику сенсорного монитора NT31C.
2. Изучить принципы программирования сенсорного монитора.
3. Дома, при подготовке к работе, подготовить:
 - как минимум две картинки программируемого пульта управления виртуальным объектом по заданному варианту, обеспечивающего как ручное, так и автоматическое управление объектом;
 - простейшую программу для программируемого контроллера CPM2A для проверки функционирования подготовленного пульта управления совместно с контроллером.
4. В лаборатории:
 - с помощью программы NT-series Support Tool на ПЭВМ набрать подготовленные картинки сенсорного монитора;
 - записать проект в память сенсорного монитора;
 - с помощью программы CX-Programmer на ПЭВМ набрать, откомпилировать и записать в контроллер CPM2A подготовленную для него программу;
 - при совместной работе сенсорного монитора и программируемого контроллера проверить правильность функционирования пульта оператора;
 - подготовить отчёт и сделать выводы по работе.

3.3. Технические характеристики сенсорного монитора NT31C

Сенсорный монитор (сенсорная панель оператора) NT31C производится японской корпорацией OMRON. Данная модель обладает большим цветным сенсорным экраном, собственной операционной системой, широкими возможностями программирования различных объектов, большим перечнем совместимых программируемых контроллеров (Omron, Siemens, Allen Bradley, GE-Fanuc), а также компактными размерами. Внешний вид и тыльная сторона сенсорного монитора NT31C представлены на рис. 3.1. В табл. 3.1 представлено описание основных элементов сенсорного монитора.

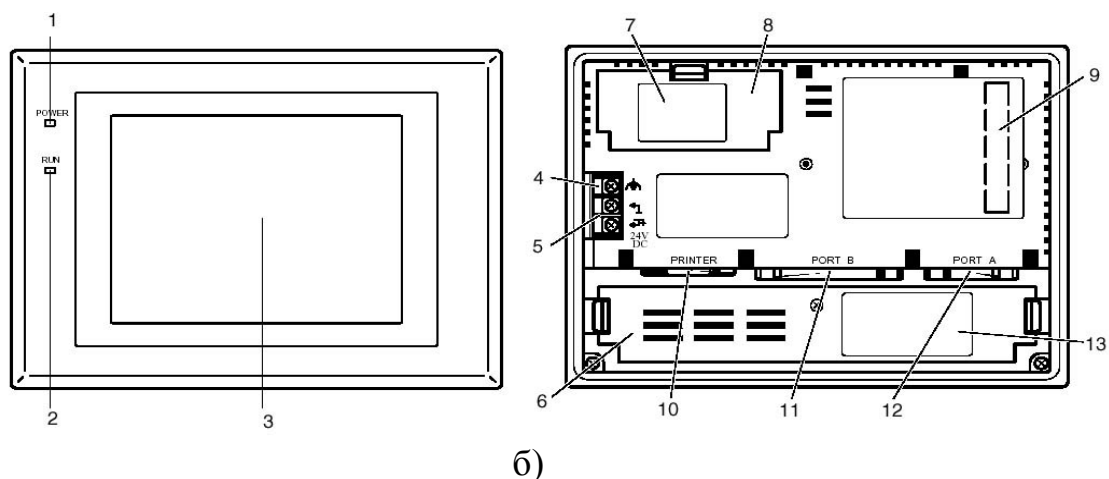


Рис. 3.1. Сенсорный монитор OMRON NT31C:
а) – внешний вид, б) – тыльная сторона сенсорного монитора

Таблица 3.1

№ п/п	Объект	Описание	
1	Индикатор питания	Зелёный	при включенном питании
2	Индикатор работы	Зелёный	в рабочем режиме
		Оранжевый (красный)	при разрядке внутренней батареи
3	Дисплей	Рабочая поверхность для отображения и ввода информации	
4	Клемма защитного заземления	Подключение заземляющего провода	
5	Клеммы питания	Подключение питания	
6	Блок подсветки	Используется для подсветки экрана монитора	
7	Отсек для батареи	В отсеке находится батарея	
8	Ключ сброса	Используется для сброса всех параметров сенсорного монитора	
9	Разъём связи с модулем памяти	Используется для подключения дополнительного модуля памяти	
10	Порт PRINTER	Используется для связи с принтером	
11	Порт В	Используется для связи по протоколам RS-232C и RS-422A/485	
12	Порт А	Используется для связи по протоколу RS-232C	
13	Предупреждающая наклейка	Приведена краткая информация по технике безопасности	

Технические характеристики сенсорного монитора NT31C представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Характеристика		Значение	
Напряжение питания		DC, 24В (колебания -15% +10%)	
Потребляемая мощность		15 Вт	
Дисплей	Тип дисплея	Цветной жидкокристаллический (STN) с подсветкой	
	Количество цветов	8	
	Эффективный размер, мм	118x89	
	Разрешение, пикселей	320x240	
	Углы обзора	Сверху	45°
		Снизу	60°
		Слева/справа	50°
	Срок службы	минимум 50.000 часов	

Блок подсветки	Регулировка яркости	3 уровня яркости
	Замена	Возможна с задней панели
	Срок службы	Минимум 50.000 часов при средней яркости. Минимум 20.000 часов при высокой яркости
Сенсорная панель	Тип	Резисторная матрица
	Количество ключей	16x12
	Тип покрытия панели	Химически устойчивая пленка
	Срок службы	Минимум 1.000.000 операций
Связь с внешними устройствами		последовательный порт A(9 конт.), последовательный порт B(25 конт.), порт связи с принтером
Протоколы связи		Host Link, NT Link (1:1), NT Link (1:N), High-speed NT Link (1:N), Memory Link
Поддерживаемые языки		Английский, японский
Flash-память		1 Mb
Количество пользовательских экранов		3999
Срок работы батареи		5 лет

В табл. 3.3 представлены основные функции сенсорного монитора.

Таблица 3.3

Функция	Описание
Функции отображения информации	
Символьный вывод	Отображаются различные символы, которым можно задавать различные атрибуты (мигание, цвет, размер, фон).
Вывод графических примитивов	Отображаются различные графические примитивы, также можно задавать различные атрибуты (мигание, толщина линии, размер, заливка).
Вывод данных из памяти	Отображается содержимое символьной и числовой таблиц памяти. Содержимое таблиц может выводиться из ПК.
Отображение индикаторов	Отображаются различные виды индикаторов с использованием числовой таблицы памяти
Отображение ламп	Отображаются лампы с заданными пользователем атрибутами (состояние ламп контролируется ПК)
Вывод аварийного листа событий	Тревожные сообщения автоматически отображаются в листе событий, также высвечивается время и номер сообщения
Функции вывода информации	
Зуммер	Обеспечивает звуковую сигнализацию при нажатии на сенсорные кнопки или во время отображения каких-либо экранов
Печать экранов	При присоединённом принтере возможна печать необходимой информации (экранов)
Функции ввода информации	
Ввод с помощью сенсорных кнопок	Возможен ввод данных нажатием на сенсорные кнопки монитора
Всплывающие окна	Можно вызвать всплывающее окно одним нажатием на сенсорную кнопку на текущем экране
Цифровые/символьные строки	Можно создать цифровые и символьные клавиши. Вводимые данные будут записываться в цифровую/символьную строку, и отображаться на дисплее, а также в ПК

Ввод со считывателя штрихкода	Данные со считывателя штрихкода можно ввести в поле ввода символьной строки
Методы связи	Пять протоколов
Функции операционной системы сенсорного монитора	
Системное меню	Параметры монитора можно устанавливать в системных меню, высвечиваемых на экране
Функция создания экранов	С помощью программы NT Support Tool можно создавать экраны и пересылать их в память сенсорного монитора
Функция восстановления системы	Содержимое таблиц памяти и состояний записывается перед выключением монитора и восстанавливается при его включении
Функция «хранитель экрана»	Увеличивает срок работы подсветки, отключая её в моменты, когда сенсорный монитор не используется, но включён
Часы	Время отображается на дисплее синхронно с внешними устройствами (ПК)
Консоль для программирования	Предназначена для программирования ПК фирмы OMRON
Контрольный монитор	Когда монитор соединён с ПК по протоколам NT Link (1:1) и NT Link (1:N), он может быть использован для смены режима работы ПК, чтения сообщений об ошибках и других целей
Установка операционной системы	Операционная система может быть установлена с помощью программы NT Support Tool или внешнего модуля памяти
Функция записи графиков	Изменения в содержимом цифровых таблиц памяти можно отобразить в виде графика, который может быть записан (запись также может осуществляться в фоновом режиме)
Математические функции	Возможны арифметические, логические, битовые и другие операции, когда есть математические таблицы в данных экрана

3.4. Операционная система сенсорного монитора NT31C

Как и большинство сенсорных панелей фирмы OMRON данный сенсорный монитор обладает собственной операционной системой.

Монитор NT31C может работать в трёх режимах. В табл. 3.4 представлено краткое описание режимов работы сенсорного монитора.

Таблица 3.4

Режим	Описание
Рабочий режим	В этом режиме монитор контролируется ПК, возможны различные дисплейные операции и операции ввода/вывода
Установка системы	Установка операционной системы монитора с помощью программы NT Support Tool или внешнего модуля памяти
Режим системного меню	Используется для изменения системных параметров сенсорного монитора или данных рабочей программы (данных экранов)

При включении питания сенсорный монитор автоматически включается в рабочий режим при наличии готового проекта в его памяти. Для перехода в системное меню из рабочего режима необходимо нажать на два любых угла экрана сен-

сорного монитора, а для перехода в режим установки системы из рабочего режима необходимо нажать на верхний левый угол при включении питания сенсорного монитора (рис. 3.2).

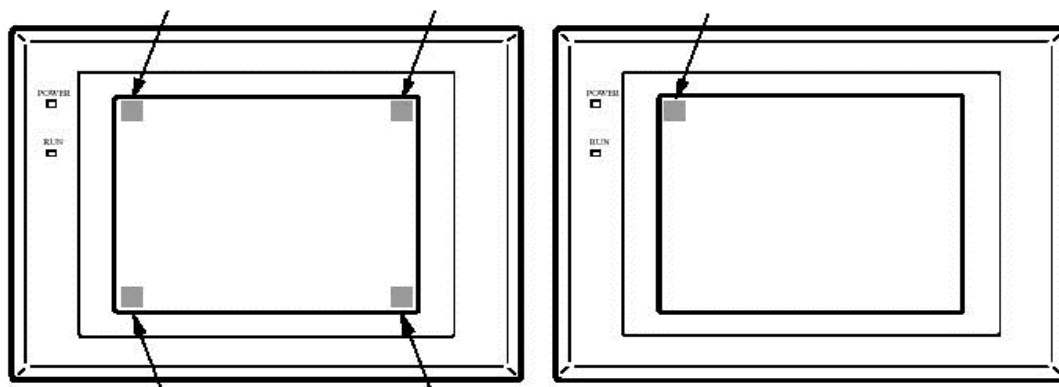


Рис. 3.2. Переход в системное меню и в режим установки системы

При правильной работе появятся экран системного меню (рис. 3.3а) и экран установки системы (рис. 3.3б).

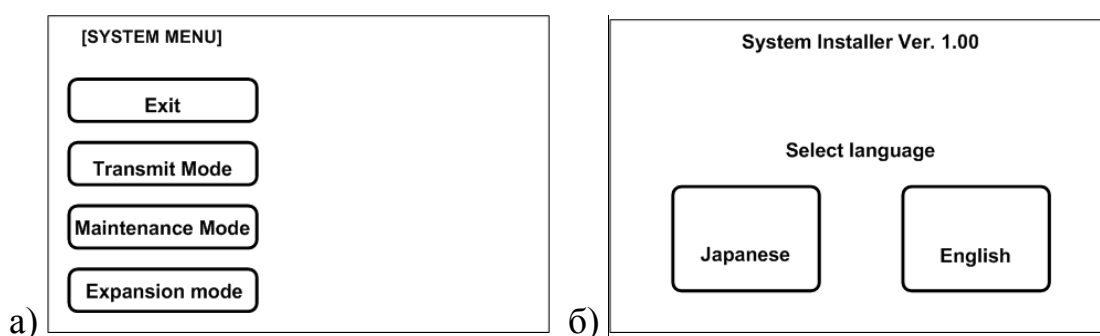


Рис. 3.3. Экраны системного меню и установки системы

Перемещение по пунктам меню в обоих режимах производится нажатием на название требуемого пункта, отображаемое на дисплее сенсорного монитора.

Так как в лабораторной работе не требуется менять операционную систему монитора, то далее работа в этом режиме рассматриваться не будет. В системном меню особое внимание следует уделить меню передачи данных (Transmit Mode) и меню настройки параметров (Maintenance Mode). Первое меню используется для пересылки данных из ПЭВМ в монитор или обратно. Второе меню необходимо для проверки состояния сенсорного монитора, сброса всех параметров, проверки записанных данных, выбора требуемых параметров связи с внешними устройствами, а также ряда других установок. Режим Expansion mode используется для работы с контроллером (программирование, наблюдение и другое)

3.5. Программирование сенсорного монитора OMRON NT31C

Сенсорный монитор OMRON NT31C содержит различную виртуальную коммутационную аппаратуру, а также различные средства для ввода, обработки и вы-

вода на дисплей монитора информации. Для обеспечения всех этих возможностей сенсорный монитор обладает flash-памятью, которая разбита на таблицы, в которых размещаются все необходимые данные. В табл. 3.5 приведено распределение таблиц памяти.

Таблица 3.5

Объект	Емкость	Объект	Емкость
Flash-память сенсорного монитора, Mb	1	Битовые таблицы памяти, шт.	1024
Биты ПК, бит	1024	Математические таблицы, шт.	1536
Числовые таблицы памяти, шт.	1024	Косвенные таблицы памяти, шт.	100
Символьные таблицы памяти, шт.	1024	Фоновые таблицы памяти, шт.	128

Данный сенсорный монитор обладает широкими программными возможностями, описание которых приведено в табл. 3.6. Также приведен объём памяти, занимаемый конкретным объектом.

Таблица 3.6

Элемент	Описание и количество
Фиксированные символы (Character)	Не занимает таблиц памяти. Отображаются фиксированные символьные данные (до 65 535 статичных элементов на экране)
Фиксированные символьные строки (Character string)	Занимает 1 символьную таблицу памяти + 1 косвенную таблицу памяти. Отображаются фиксированные символьные строки. До 256 элементов на экране, до 40 байт в строке
Числовые строки (Numeral displays)	Занимает 1 числовую таблицу памяти + 1 косвенную таблицу памяти. Отображаются фиксированные числовые строки. До 256 элементов на экране, до 10 знаков в строке
Гистограммы (Bar graph)	Занимает 1 числовую таблицу памяти. Отображается текущее значение заданного слова ПК. До 50 элементов на экране. Возможно отображение текущего значения в процентах и в абсолютной величине
Фиксированные маркеры (Mark displays)	Не занимает таблиц памяти. До 65 535 статичных элементов на экране
Аналоговые индикаторы (Analogue meter)	Занимает 1 числовую таблицу памяти. Отображается текущее значение заданного слова ПК. До 50 элементов на экране. Возможно отображение текущего значения в процентах и в абсолютной величине
Тренд-графики (Trend graph)	Количество занимаемых таблиц памяти зависит от количества линий. Отображается текущее значение заданного слова ПК. Максимум 1 кадр на экране, 50 графиков в проекте (без записи в память), 8 графиков в проекте (с записью в память)
Пунктирные графики (Broken line graph)	Количество занимаемых ячеек памяти зависит от количества линий. Отображается текущее значение заданного слова ПК. Максимум 1 кадр на экране, 256 графиков в кадре, до 320 точек в графике

Кнопки (Touch switches)	Без фиксации (Momentary)	Замыкает контакт при нажатии сенсорной кнопки	Занимает до 2 бит в ПК. До 256 элементов на экране.
	С фиксацией (Alternative)	Замыкает контакт при первом нажатии сенсорной кнопки, размыкает его – при повторном нажатии	
	Установки (Set)	Устанавливает 1 по заданному адресу	
	Сброса (Reset)	Устанавливает 0 по заданному адресу	
	Переключения экранов (Screen switch)	Переключает текущий экран на заданный	
	Вызова окон	Включает окна в текущем экране	
	Ввода данных (Input key)	Применяется для ввода данных с сенсорной клавиатуры	
	Курсорные (Cursor move)	Используются для перемещения по пунктам расширенного меню.	
	Печать экрана (Print screen)	Для печати или отмены печати текущего экрана на принтере	
Лампы (Lamps)		Занимает 1 бит ПК. Загорается при наличии 1 по заданному адресу ПК. До 256 элементов на экране	
Картинки (Image data)		Не занимает таблиц памяти. Различные статичные изображения. До 256 картинок на экране	
Статическая графика (Graphic displays)		Не занимает таблиц памяти. Отображаются различные статичные элементы (ломаная линия, прямоугольник, многоугольник, круг, дуга, сектор). До 65 535 статичных элементов на экране	
Библиотеки (Library data)		Не занимает таблиц памяти. Различные статичные изображения. До 256 картинок на экране	
Числовой ввод (Numeral inputs)	Клавиши (Numeric key)	Для ввода числовых данных. До 256 элементов на экране	
	Дисковый (Thumbwheel)	Занимает 1 числовую таблицу памяти. Для ввода числовых данных. До 64 элементов	
Символьные строки ввода (Character string inputs)		Занимает 1 символьную таблицу памяти. Отображается вводимая информация с сенсорной клавиатуры. До 256 элементов	
Перечень событий (Alarm lists)		Не занимает таблиц памяти. До 4 групп (перечень событий с сортировкой по времени + перечень событий с сортировкой по количеству) на экране	
История событий (Alarm histories)			
Часы (Clock display)		Отображается время с помощью числовой дисплея	
Обычные экраны (Normal screen)		В проекте может быть до пользовательских 3999 экранов	
Связанные экраны (Overlapping screens)		Родительский экран может состоять из нескольких дочерних (до 8) экранов	
Окна (Window screens)		Может включаться до 3 окон одновременно на одном экране	
Экраны истории дисплея (Display history screens)		Сортировка по событиям (до 1024 экранов), сортировка по частоте возникновения (до 255 раз)	
Максимальное число экранов		3999	
Системные экраны		0: нет экрана; 9000: экран «Initializing system»; 9001: экран списка событий по времени; 9002: экран списка событий по повторяемости; 9200: экран консоли для программирования; 9999: экран возвращения к предыдущему	

Так как сенсорный монитор содержит виртуальную коммутационную и сигнальную аппаратуру, то он может принимать и выдавать информацию. При совместной работе сенсорный монитор находится в режиме прямого доступа в память ПК.

Допустим, необходимо реализовать виртуальный пульт, содержащий одну кнопку и одну сигнальную лампу.

Во-первых, необходимо определиться с ячейками памяти в программируемом контроллере, куда будут записываться состояния кнопок и откуда будет взят сигнал на лампу. Обмен между сенсорным монитором и ПК идет в основном через промежуточные переменные (внутренние выходы). Пусть в основной программе ПК OMRON CPM2A-30CDR использованы промежуточные переменные IR19.000 и IR19.001. Кнопке будет соответствовать адрес IR19.000, а лампе адрес IR19.001. При нажатии на сенсорную кнопку на экране монитора в ПК по заданному адресу установится 1 и, в зависимости от выбранного типа кнопки, при отпускании кнопки 1 по заданному адресу сбросится (Momentary), установится 1 до следующего нажатия (Alternative) или установится в 1 постоянно. При появлении 1 по адресу IR19.001 будет выдана команда на включение виртуальной лампы находящейся на дисплее сенсорного монитора.

Программирование сенсорного монитора сводится к следующему:

- из имеющегося набора графических инструментов на экране монитора формируется требуемое расположение, размер, цвет и функции и т.п. элементов виртуального пульта. Также есть возможность расположить на пульте необходимые надписи, графические объекты;
- всем коммутационным и сигнальным элементам виртуального пульта присваиваются адреса, находящиеся в памяти ПК;
- проводится компиляция подготовленного проекта;
- проект по последовательному интерфейсу записывается в сенсорный монитор.

3.6. Работа с программой NT-series Support Tool

Для программирования сенсорных панелей оператора серии NT фирмы OMRON используется специальная программа NT-series Support Tool. Запуск NT Support Tool производится через соответствующий ярлык на рабочем столе или в меню «Пуск» персонального компьютера (Пуск/Программы/Omron/NTST/NT-series Support Tool).

После запуска программы перед пользователем открывается пустое рабочее поле (рис. 3.4а). Для дальнейшей работы необходимо открыть ранее сохраненный или создать новый проект. Для открытия существующего проекта необходимо выбрать в меню File пункт Open. После этого появится список существующих проектов (рис. 3.4б), из которого надо выделить курсором нужный и нажать кнопку ОК или отменить действие кнопкой Cancel. После этих операций должно появиться два окна проекта. В левом окне расположено дерево проекта, в котором можно выбирать необходимые объекты для просмотра или редактирования. В

правом окне расположен перечень объектов, расположенных в папке, выбранной в левом окне (рис. 3.5).

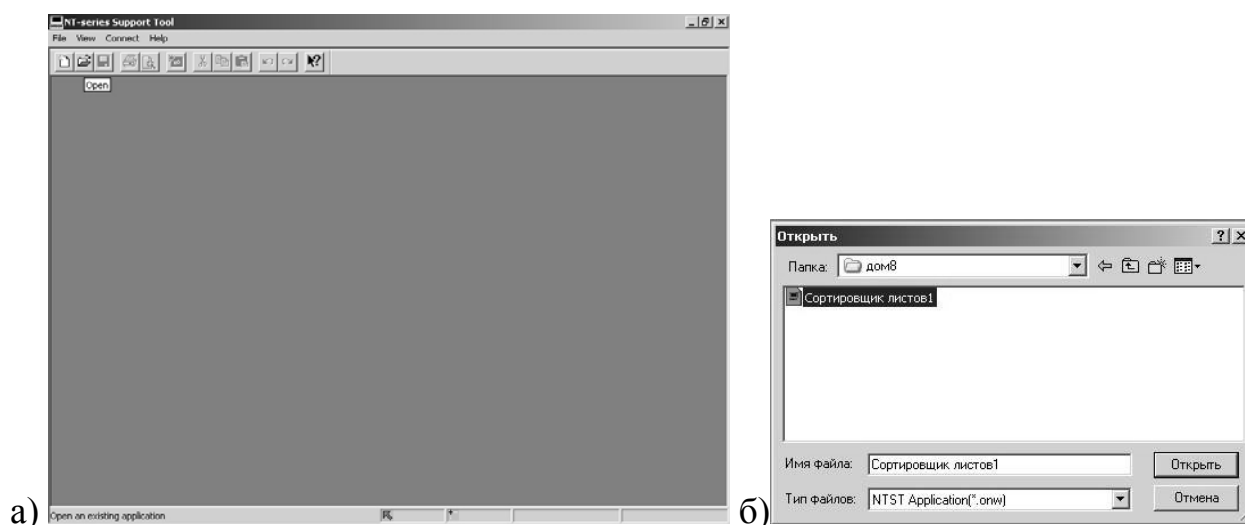


Рис. 3.4. Окно приветствия приложения NT-series Support Tool и окно выбора файла проекта

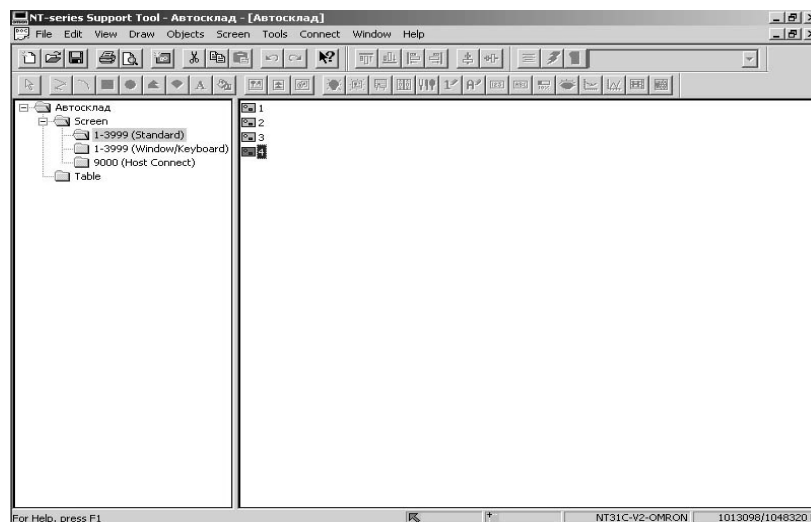


Рис. 3.5. Рабочее окно программы NT-series Support Tool

Для создания нового проекта нужно выбрать в меню File пункт New. В появившемся окне в разделе PT Type (рис. 3.6a) в строке PT model выбрать тип панели оператора NT31C-V2, в строке PLC Vendor выбрать OMRON, а также, если требуется написать комментарий в соответствующей строке. В разделе Control/Notify Area (рис. 3.6б) в соответствующих полях ввести начальные адреса контрольной области памяти (Control Area), информационной области памяти (Notify Area) и области Window Control Area. При этом длина области Control Area составляет 5 слов, области Notify Area – 2 слова, а области Window Control Area – 9 слов. После этого необходимо подтвердить правильность введенных данных нажатием кнопки OK.

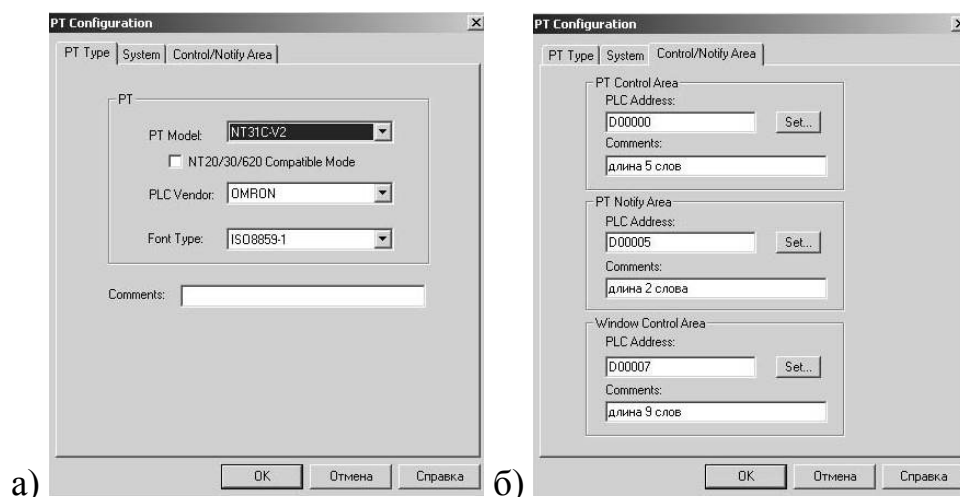


Рис. 3.6. Окна выбора параметров проекта

После проведения этих операций перед пользователем откроется проект, в котором по умолчанию для редактирования будет готов первый экран (рис. 3.7). Всего в проекте может быть до 3999 экранов, созданных пользователем. Каждый экран может содержать до различных 256 объектов.

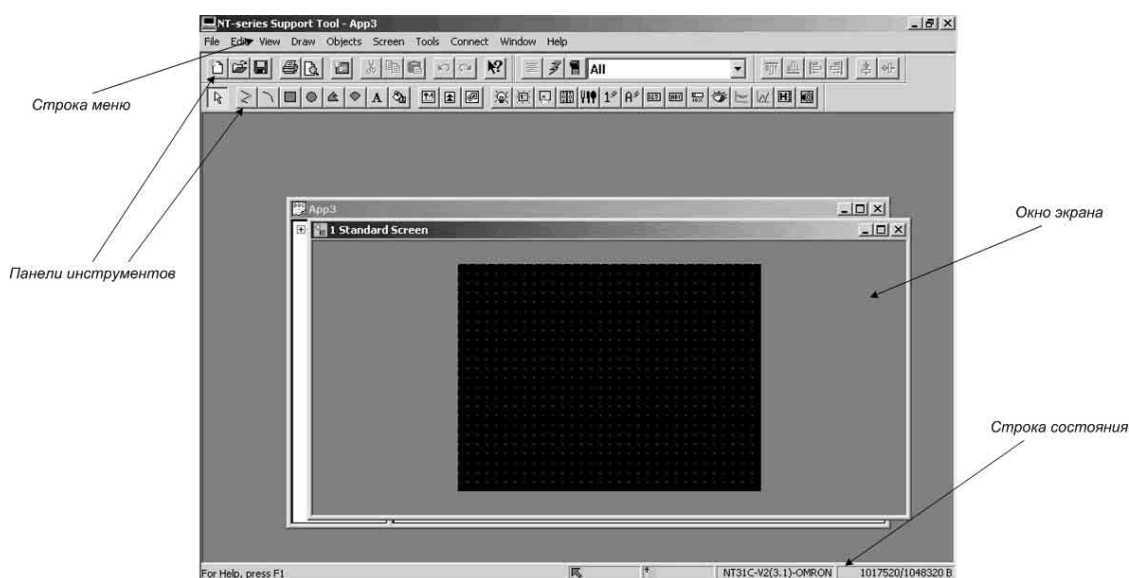


Рис. 3.7. Внешний вид проекта NT-series Support Tool

При работе с проектом возможно редактирование одновременно только одного экрана. Если экран уже существует, то его можно выбрать в правом окне программы. При этом в левом окне программы должен быть выбран необходимый тип экрана.

Для создания нового экрана необходимо в меню Screen выбрать пункт New. При этом появится окно, в котором нужно выбрать тип экрана (Обычный – Standart, Главный – Parent, Окно – Window, Экран связи с ПК – Host Connect). После этого указать номер экрана и, если необходимо, ввести комментарий.

При работе с экраном возможны следующие действия: удаление текущего экрана (меню Screen→пункт Delete), изменение масштаба изображения экрана

(меню View→пункт Zoom), наложение и отключение сетки (меню Screen→пункт Grid), а также изменение свойств текущего экрана (меню Screen→пункт Properties).

При работе с выбранным экраном активизируется панель инструментов, расположенная над проектом (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Панель инструментов NT-series Support Tool

В табл. 3.7 дано краткое описание элементов этой панели.

Таблица 3.7

Номер	Описание		Номер	Описание
1	Указатель		15	Сенсорная кнопка
2	Ломаная линия	Статичные элементы	16	Дисковый числовой ввод
3	Дуга		17	Способ ввода
4	Прямоугольник		18	Числовой ввод
5	Круг		19	Символьный ввод
6	Многогранник		20	Числовая строка
7	Сектор		21	Символьная строка
8	Текст		22	Гистограмма
9	Заливка		23	Аналоговый индикатор
10	Рисунок		24	Тренд-график
11	Маркер		25	Ломаный график
12	Библиотечный объект		26	История предупреждений
13	Стандартная лампа		27	Лист предупреждений
14	Фигурная лампа			

С её помощью (так же как и меню Objects) можно редактировать количество, размер, положение и другие параметры объектов, расположенных на экране. В меню Objects расположено восемь основных разделов, на которые рассортированы все элементы.

Для редактирования экрана (установки, модификации или удаления элементов экрана) выполняется следующая последовательность действий:

- в меню Objects или на панели инструментов выбрать необходимый элемент (при этом выбранный элемент как бы прилипает к курсору);
- навести курсор на нужное место экрана (курсор при этом имеет вид крестика);
- нажать левую кнопку мыши и, удерживая её, установить необходимый размер объекта;
- отпустить левую кнопку мыши (при этом появится окно со свойствами выбранного объекта);
- настроить все требуемые параметры редактируемого объекта, после чего нажать кнопку ОК.

В дальнейшем можно изменять размер объекта. Для этого необходимо выделить нужный объект, щелкнув на него левой кнопкой мыши. При этом по краям объекта появляются маркеры, при наведении на которые курсор изменяет свой вид на стрелки. Нажав при этом левую клавишу мыши и удерживая ее, можно изменять размер объекта. По достижению желаемого размера клавишу следует отпустить.

Если навести курсор на свободный участок объекта и удерживать левую кнопку мыши, то курсор поменяет вид на перекрестье стрелок. В этом режиме можно перемещать объект в пределах экрана. По окончании перемещения кнопку мыши следует отпустить.

Для проведения операций над выделенным объектом нужно нажать правую клавишу мыши или в меню Edit и Draw на панели инструментов. В открывшемся при этом контекстном меню доступны следующие операции:

- вырезать (Cut) объект в буфер памяти;
- копировать (Copy) объект в буфер памяти;
- вставить (Paste) объект из буфера памяти;
- удалить (Delete) выделенный объект;
- вынести вперед (Bring to Front) объект;
- удалить на задний план (Send to Back) объект;
- группировать (Group) несколько выделенных объектов;
- разгруппировать (Ungroup);
- выравнивание (Align) нескольких выделенных объектов.

После установки положения и размера необходимо установить параметры объекта. Для первоначальной установки свойств объекта надо при установке отпустить левую кнопку мыши. Для изменения свойств необходимо дважды быстро щелкнуть на выбранном объекте или в меню Draw выбрать пункт Properties, при этом появляется окно, в котором можно выставить большое количество параметров объекта. Большинству элементов присущи общие параметры, приведённые в табл. 3.8.

Для большинства элементов виртуального пульта (кнопки, лампы, графики) необходимо указать адрес ячейки памяти программируемого контроллера, с которым данный элемент будет связан в ходе работы. Для кнопки, во-первых, необходимо выбрать её тип (Notify bit, Switch screen, Cursor move, Input key, Copy Setting, Print screen). Во-вторых, в зависимости от выбранного типа кнопки, установить адрес (Notify bit), по которому будет устанавливаться 1 при нажатии на виртуальную кнопку. Далее необходимо установить номер экрана (Switch screen), на который будет происходить переключение при нажатии, параметры перемещения (Cursor move), выполняемую функцию (Print screen), параметры ввода (Input key), или параметры копирования (Copy Setting). Далее следует установить параметры включения кнопки (адрес, цвет), то есть её можно использовать как лампу, а также установить надпись на кнопке.

Для лампы необходимо выбрать следующие параметры: адрес программируемого контроллера, цвет лампы в выключенном и включенном состояниях, надпись на лампе, форму лампы.

После выбора всех параметров необходимо нажать кнопку «Применить» и далее «ОК», или, в случае отмены выбора, – кнопку «Отмена».

Таблица 3.8

Параметр	Описание
Цвет рамки (Frame)	Выбирается один из 8 цветов
Форма объекта (Shape)	Выбирается одна из предлагаемых форм
Тип линии (Line type)	Выбирается один из 4 типов линий
Тип изображения (Attribute)	Выбирается режим отображения объекта (обычный, инверсный, мигающий, инверсный мигающий)
Основной цвет объекта (Foreground)	Выбирается один из 8 цветов
Фоновый цвет объекта (Background)	Выбирается один из 8 цветов
Адрес (PLC Bit Address)	Устанавливается необходимый адрес программируемого контроллера
Размер шрифта (Scale)	Устанавливается размер шрифта
Сглаживание (Smoothing)	Выбирается режим сглаживания текста
Тип дисплея (Display type)	Выбирается формат отображения данных на цифровом дисплее (Десятичный или шестнадцатеричный)
Формат числа (Format)	Целое или с десятичной точкой

Для ввода нового экрана нужно в меню Screen выбрать пункт New или же на панели инструментов нажать значок . При этом появляется окно выбора экрана (рис. 3.9а), в котором необходимо выбрать тип экрана. После этого появится следующее окно (рис. 3.9б), в котором будет предложено ввести номер экрана, а также комментарий, если это стандартный экран или всплывающее окно. Если же это родительский экран, то необходимо указать номер родительского экрана, а также номера дочерних экранов (рис. 3.10).

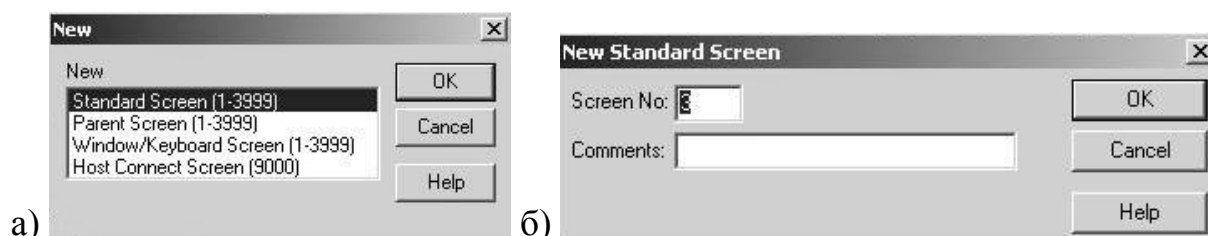


Рис. 3.9. Окна выбора экранов

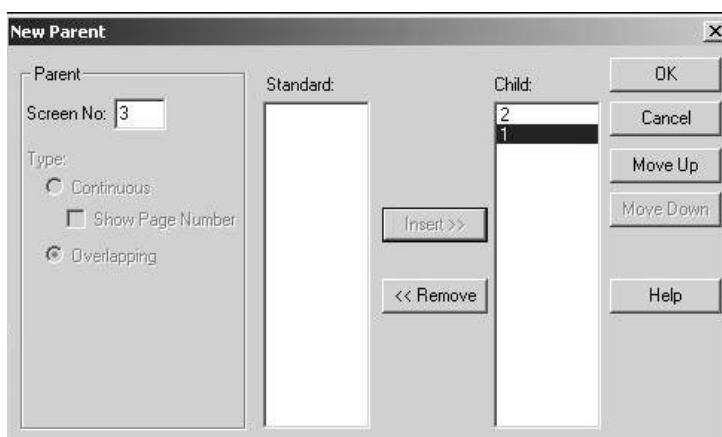


Рис. 3.10. Окно выбора родительского и дочерних экранов

3.7. Примеры программирования сенсорного монитора NT31C

3.7.1. Пример 1. Программирование кнопки с ярлыком установки единицы по адресу IR019.00.

Текст ярлыка 0 – «OFF» шрифтом 2x2, расположенный по центру. Цвет букв – белый, цвет фона – чёрный.

Текст ярлыка 1 – «ON» шрифтом 2x2, расположенный по центру. Цвет букв – чёрный, цвет фона – белый.

Программирование ведётся в следующей последовательности:

- выбрать пункт Objects→Touch Switch;
- установить курсор в нужном месте, нажать и отпустить левую кнопку мыши;
- в закладке General в поле OFF выбрать чёрный цвет, в поле ON – белый;
- в закладке Settings в поле Function выбрать Notify Bit, в поле Action Type – Set, в поле PLC Bit Address установить 0001900;
- в закладке Label установить галочку напротив Label и в поле Label Type выбрать On Off Static;
- нажать Edit, в поле Off Label ввести OFF, в поле On Label – ON, в поле 2x2, в поле OFF – белый цвет, в поле ON – чёрный и нажать кнопку ОК;
- для подтверждения выбора параметров нажать ОК.

3.7.2. Пример 2. Создание на экране кнопок перехода на требуемый экран.

Программирование ведётся в следующей последовательности:

- выбрать пункт Objects→Touch Switch;
- установить курсор в нужном месте, нажать и отпустить левую кнопку мыши;
- в закладке Settings в поле Function выбрать Switch Screen, в поле Screen No. – требуемый номер экрана;
- для подтверждения выбора параметров нажать ОК.

Для выбора других параметров (цвет кнопки, ярлык и другое) необходимо воспользоваться примером 1.

3.7.3. Пример 3. Создание статического текста «Picture #1» шрифтом 2x2 красным цветом на белом фоне.

Программирование ведётся в следующей последовательности:

- выбрать пункт Objects→Fixed Displays→Text;
- установить курсор в нужном месте, нажать и отпустить левую кнопку мыши;
- в поле Description ввести текст «Picture #1», в поле Scale – 2x2, для настройки цвета и фона текста в поле Foreground выбрать красный цвет, в поле Background – белый;
- для подтверждения выбора параметров нажать ОК.

3.7.4. Пример 4. Создание стандартной лампы круглой формы, сигнализирующей о состоянии бита IR010.02. В выключенном состоянии лампа горит белым цветом, во включенном – мигает красным. На лампе – надпись PUSK шрифтом 2x2 синего цвета.

Программирование ведётся в следующей последовательности:

- выбрать пункт Objects→Lamps→Standart;
- установить курсор в нужном месте, нажать и отпустить левую кнопку мыши;
- в закладке General в поле Shape (форма) выбрать Circle, в поле OFF – белый цвет, в поле ON – красный цвет;
- в закладке Light Function в поле PLC Bit Adress установить 0001002, в поле On Type – Flash;
- в закладке Label установить галочку напротив Label и в поле Label Type выбрать Static;
- нажать Edit, в поле Label ввести PUSK, в поле Scale – 2x2, в поле OFF – синий цвет, в поле ON – также синий и нажать кнопку ОК;
- для подтверждения выбора параметров нажать ОК.

3.7.5. Пример 5. Создание цифрового дисплея, показывающего содержимое слова IR010 в десятичном коде (4 разряда до точки, 2 – после). Цифры размером 2x2 со сглаживанием, цвет цифр – красный на белом фоне.

Программирование ведётся в следующей последовательности:

- выбрать пункт Objects→Numeral Display;
- установить курсор в нужном месте, нажать и отпустить левую кнопку мыши;
- в закладке General в поле Scale выбрать 2x2, напротив Smoothing поставить галочку, для настройки цвета и фона в поле Foreground выбрать красный цвет, в поле Background – белый;
- в закладке Settings в поле Display Type поставить точку напротив Decimal, в полях Integer и Decimal выставить соответственно 4 и 2;
- для выбора слова, значение которого будет считываться, нажать кнопку  в поле Reference, при этом появится окно настройки (рис. 3.11);
- в графе PLC Address указать слово, значение которого будет считываться, и нажать кнопку Close;
- для подтверждения выбора параметров нажать ОК.

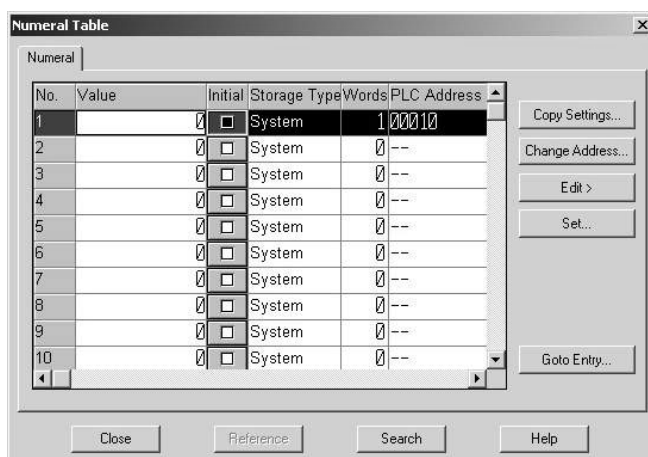


Рис. 3.11. Окно редактирования параметров цифрового дисплея

3.8. Подключение к сенсорному монитору и загрузка проекта в его память

Сенсорный монитор A1 крепится на лицевой панели модуля СМ (рис. 3.12). Питание сенсорного монитора (24 В постоянного тока) осуществляется через

разъем, расположенный на лицевой панели. На корпусе сенсорного монитора расположено два разъема связи – DB-9 и DB-25. Для удобства подключения они через цепи разъемов XS4 и XP5 (рис. 3.13) вынесены на лицевую панель модуля.

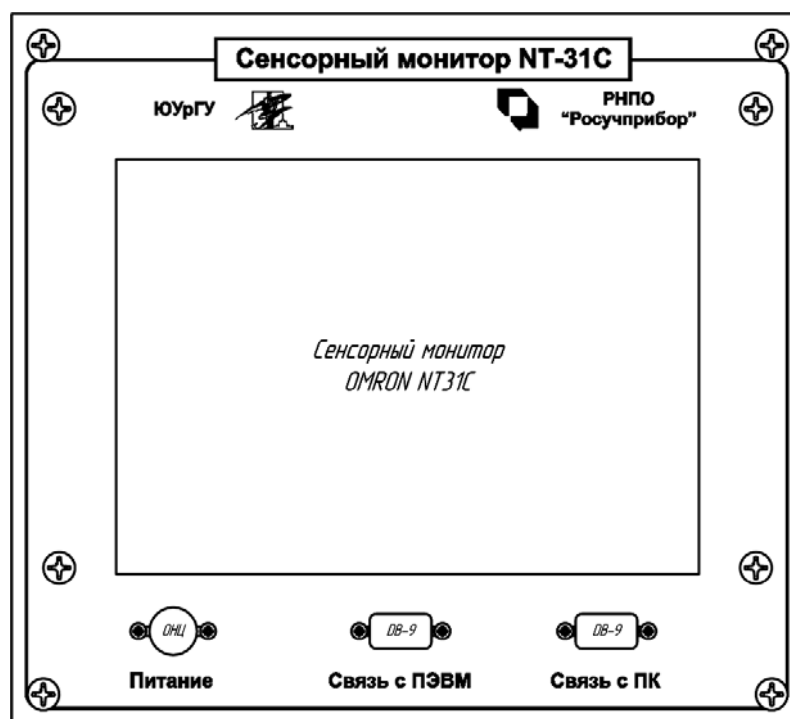


Рис. 3.12. Лицевая панель модуля сенсорного монитора

Перед загрузкой проекта в память сенсорного монитора компиляции проекта не требуется и программой NT-series Support Tool эта процедура не предусматривается. Поэтому перед загрузкой необходимо непосредственно настроить параметры связи с сенсорным монитором. Для этого в меню Connect нужно выбрать пункт Comms. Setting, при этом появляется окно настройки параметров связи (рис. 3.14). В окне параметров связи необходимо выбрать COM1, 38,4 Kbps и для подтверждения этого нажать ОК.

Также необходимо удостовериться в правильности подключения шнура связи к порту панели оператора и порту компьютера COM1. Далее нужно подать питание на сенсорную панель. Через некоторое время должен появиться инициализирующий экран. Для перехода в системное меню необходимо нажать любых два угла экрана монитора. При этом появится системное меню (см. рис. 3.3а). Далее необходимо выбрать пункт Transmit Mode. Только в этом режиме обеспечивается связь сенсорного монитора с персональным компьютером. Во время обмена информацией между монитором и ПЭВМ запрещается выходить из данного режима.

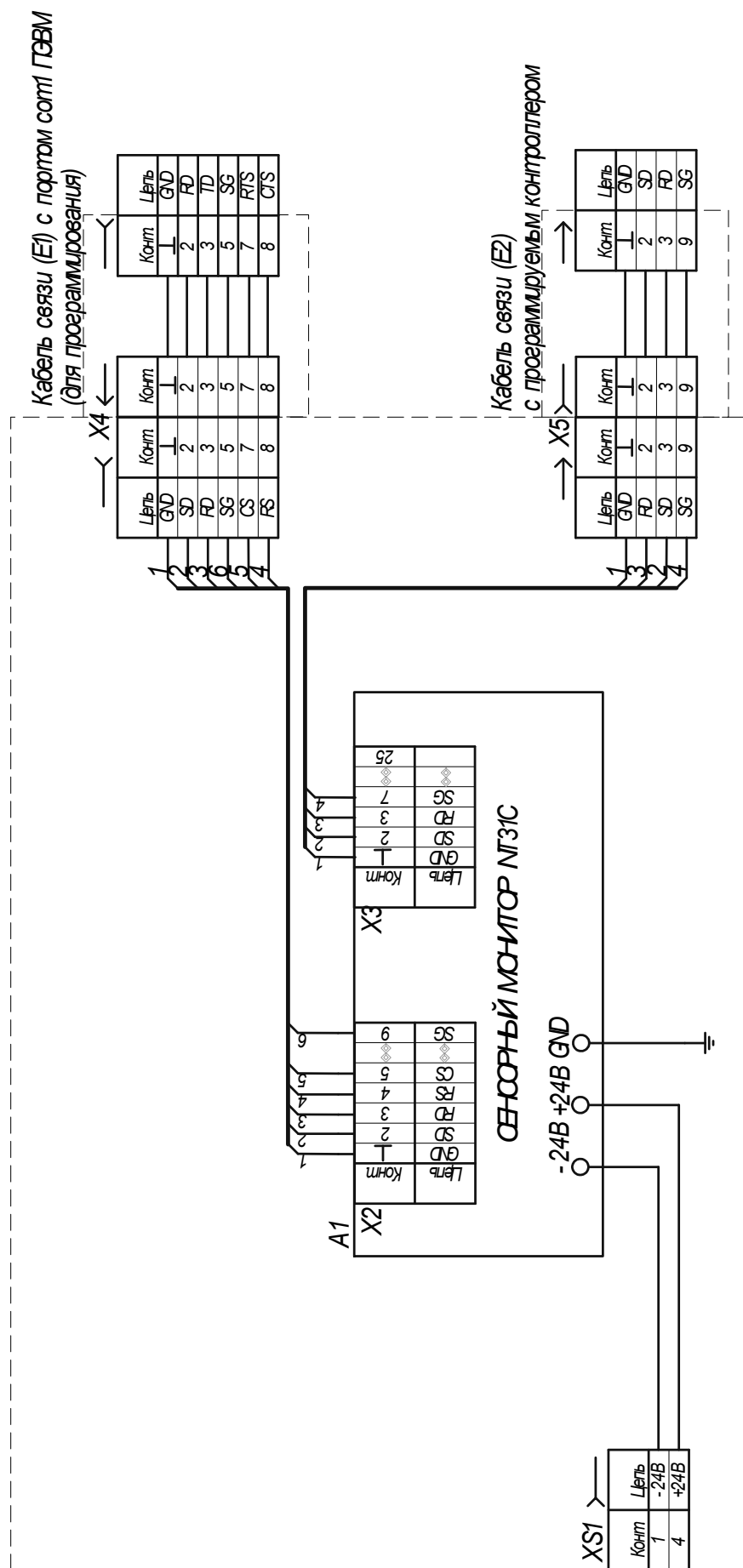


Рис. 3.13. Схема электрическая принципиальная модуля сенсорного СМ

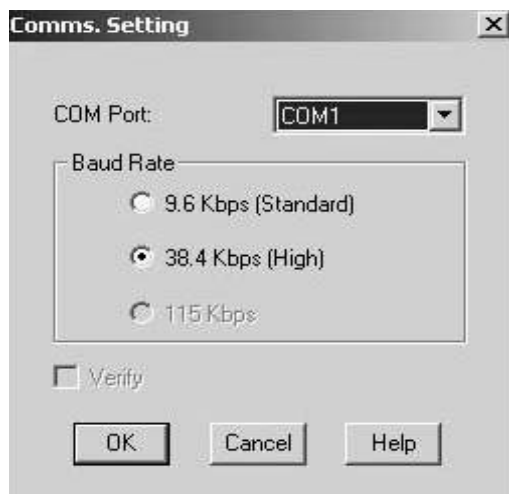


Рис. 3.14. Настройка параметров COM-порта

Для начала загрузки нужно в программе NT-series Support Tool выбрать строку Connect→Download (NT-series Support Tool→PT)→Application (рис. 3.15). При правильном подключении и параметрах связи после этого начинается загрузка проекта в память сенсорного монитора, о чём сигнализирует следующее окно, представленное на рис. 3.16а.

По окончании загрузки проекта в сенсорный монитор (рис. 3.16б) следует нажать кнопку «OK».

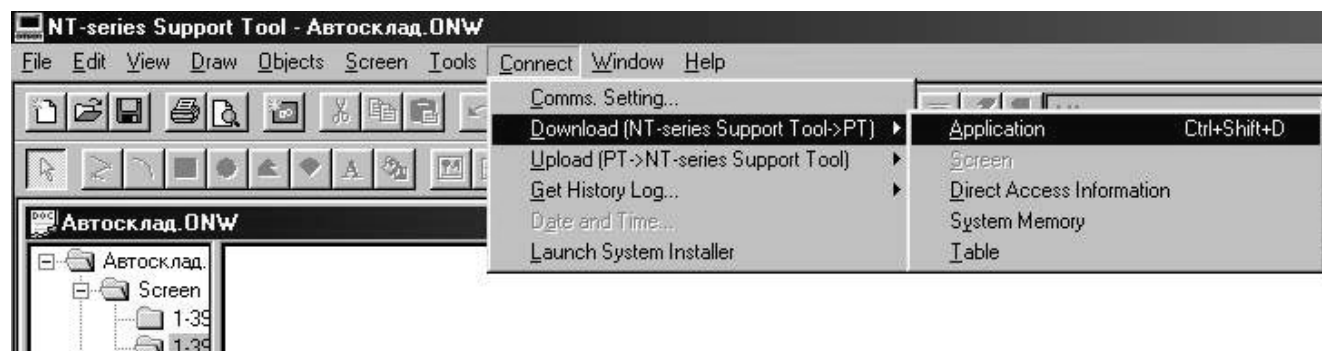


Рис. 3.15.

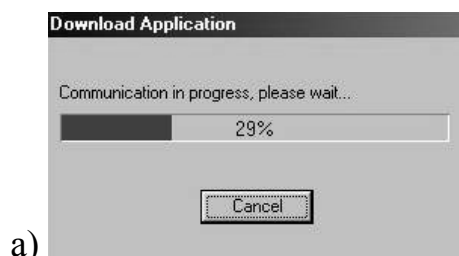


Рис. 3.16. Отображение процесса записи проекта в память монитора

При неправильном подключении или параметрах связи на экране ПЭВМ появится окно с сообщением об ошибке (рис. 3.17а), в котором предлагается повторить попытку связи или отказаться от этой операции. В том случае, когда номер COM-порта ПЭВМ, выбранного в настройках не соответствует действительному

соединению СМ и ПЭВМ на экране монитора появится окно (рис. 3.17б), в котором будет предложено сменить номер COM-порта.

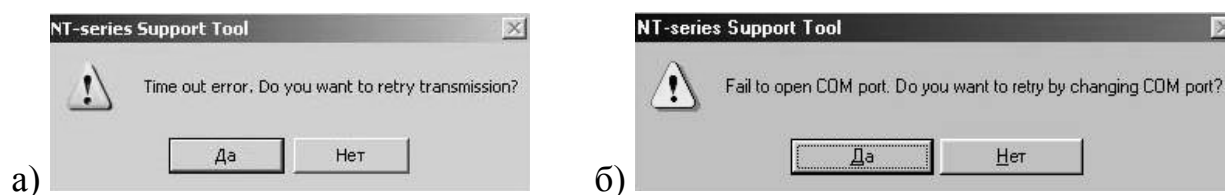


Рис. 3.17. Окна ошибок при записи проекта в память монитора

В качестве дополнительной функции программы NT-series Support Tool стоит отметить печать проекта. Для этого необходимо нажать кнопку на панели инструментов, после чего появится окно (рис. 3.18а), в котором можно выбрать данные, отправляемые на печать. В этом окне в поле Report Type необходимо выбрать пункт Screen Image, при этом окно меняет вид (рис. 3.18б).



Рис. 3.18. Настройка параметров печати

Далее необходимо в поле Include поставить галочки напротив тех данных, которые необходимо отправить на печать. После этого должно появиться стандартное окно настройки параметров принтера, где пользователь самостоятельно выбирает необходимые свойства и отправляет данные на печать.

3.9. Выполнение лабораторной работы

Данная лабораторная работа, также как и предыдущая, является подготовительной для проведения заключительной лабораторной работы по управлению виртуальными объектами автоматизации. Поэтому варианты заданий предусматривают программирование пультов управления для тех объектов, которыми бригада студентов (студент) будет заниматься в заключительной лабораторной работе. Описание виртуальных объектов представлено в Приложении Б. Так как подготовить и отладить программу автоматизации объекта в полном объеме довольно

трудоемкая работа, то в каждом варианте объекта предусмотрены подварианты. Именно эти подварианты и будут выполняться при выполнении заключительной работы, и именно для них будут проектироваться пульта управления в рассматриваемой работе.

В табл. 3.9 представлены варианты задания для программирования сенсорного монитора.

Таблица 3.9

Номер бригады	1			2			3			4			5			6			7			8		
Член бригады	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Виртуальный объект	Вар. 1			Вар. 2			Вар. 3			Вар. 4			Вар. 5			Вар. 6			Вар. 7			Вар. 8		
Подвариант объекта	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

В поставляемом лабораторном стенде имеется демонстрационная программа DEMO, в которой для сенсорного монитора представлены пульта управления всеми вариантами виртуальных объектов. Они могут быть примерами для разработки пультов управления для подвариантов объекта.

Как указывалось в программе работ (раздел 3.2), необходимо реализовать как минимум две картинки программируемого пульта, обеспечивающего управление объектом, как в автоматическом, так и в ручном режимах управления.

При разработке пульта управления в основном используются следующие типы программируемых объектов: переключатель или кнопки выбора режима работы «Авт-Руч», кнопки с фиксацией и без фиксации, кнопки перехода на другую картинку, индикаторы.

На всех программируемых объектах необходимо предусмотреть надписи или рисунки, поясняющие функциональное назначение объекта, например: Авт, Руч, Пуск, Сброс, Стоп, Вверх, Вниз, Влево, Вправо и т.п.

При проведении рассматриваемой лабораторной работы не используется модуль УПК, а ПАУ включается для питания сенсорного монитора. При программировании сенсорного монитора разъём «Связь с ПЭВМ» модуля СМ кабелем подключается к порту COM2 ПЭВМ, а при работе с программируемым контроллером уже другим кабелем «Связь с ПК – Связь с СМ» подключается к контроллерному модулю. Для программирования контроллера разъём «Связь с ПЭВМ» модуля ПК кабелем подключается к порту COM1 ПЭВМ.

Программа для программируемого контроллера должна быть простейшей. Она должна только демонстрировать совместную работу сенсорного монитора и контроллера. Например, при нажатии кнопки «Пуск» сенсорного пульта включается выход IR010.01 контроллера, и с этого же выхода подается сигнал на лампу индикации сенсорного пульта. Для целей проверки могут использоваться индикаторы модуля ПАУ.

3.10. Требования к отчёту

Отчет по работе должен содержать:

- цель работы;
- краткое описание виртуального объекта автоматизации, перечень необходимых элементов управления (кнопок, тумблеров, устройств индикации и т.д.);
- картинки программируемого пульта управления;
- программу для контроллера СРМ2А, использованную при проверке правильности работы разработанного программируемого пульта управления;
- методику экспериментальной проверки работоспособности проекта и результаты проверки;
- выводы по работе.

3.11. Контрольные вопросы

1. Каково назначение сенсорного монитора?
2. Какие режимы работы есть у сенсорного монитора?
3. Какое максимальное количество экранов может содержать один проект?
4. Какое максимальное количество объектов может содержать один экран?
5. Если пульт включает в себя несколько экранов, то как осуществляется переход от одного экрана к другому?
6. Как обеспечивается адресация элементов программируемого пульта управления?
7. Чем отличается программа ПК для управления одним и тем же объектом при использовании программируемого пульта и при использовании обычного пульта с реальными кнопками, тумблерами и т.п.?
8. Возможна ли одновременная совместная работа модуля ПАУ и сенсорного монитора с программируемым контроллером СРМ2А?
9. Что должна представлять собой «простейшая» программа контроллера СРМ2А для проверки правильности работы разработанного пульта?

4. РАБОТА №3. АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

4.1. Цель работы

Приобрести навыки алгоритмизации управления технологическим объектом и реализации системы автоматизации управления объектом на базе программируемых устройств автоматики (сенсорного монитора и программируемого контроллера).

4.2. Программа работы

1. Дома, при подготовке к работе, для заданного варианта автоматизированного объекта необходимо:

- уточнить адреса датчиков виртуального объекта, сигналы с которых поступают на входы контроллера;
- уточнить адреса управляющих сигналов и команд, поступающих из контроллера на исполнительные элементы виртуального объекта;
- задать адреса командной аппаратуры программируемого пульта (сенсорного монитора) подающей команды на входы или промежуточные переменные программируемого контроллера;
- задать адреса сигналов, поступающих из контроллера на устройство индикации программируемого пульта;
- определиться с количеством и номенклатурой командной и сигнальной аппаратуры, располагаемой на программируемом пульте управления (на экране сенсорного монитора). Желательно воспользоваться пультом управления, запрограммированным на предыдущей лабораторной работе по программированию сенсорного монитора;
- составить алгоритм управления автоматизируемым объектом (составить логические функции для выходных сигналов и промежуточных переменных);
- записать логические функции в адресах программируемого контроллера;
- составить программу для программируемого контроллера.

2. В лаборатории:

- ввести подготовленную программу для СРМ2А в ПЭВМ, провести ее компиляцию, и записать её в программируемый контроллер;
- запрограммировать пульт управления объектом автоматизации (настроить запрограммированный пульт на предыдущей лабораторной работе);
- вывести на экран виртуальный объект автоматизации и ввести с клавиатуры ПЭВМ режим управления от контроллера;
- подавая с пульта управления (с сенсорного монитора) команды, проверить работу системы управления, как в ручном, так и в автоматическом режимах работы.

3. Составить отчет и заключение по работе.

4.3. Пояснения к работе

Дома, при подготовке к лабораторной работе, обучающийся должен для заданного варианта задачи подготовить программу для ПК.

Логические функции, описывающие работу системы автоматизации, предлагается записывать на основе содержательного описания работы системы автоматизации. Последовательность подготовки программ для ПК будет такая:

а) изучается объект автоматизации заданного варианта. Уточняется последовательность работы оборудования, уточняется назначение датчиков, число и назначение исполнительных устройств. Уточняется, какие аппараты имитатора пульта оператора будут использоваться для управления заданным объектом, как в автоматическом, так и в ручном режимах работы;

б) для каждой выходной и для каждой промежуточной переменной составляется содержательное описание, по которому затем непосредственно записывается логическая функция (уравнение). Содержательное описание – это словесный портрет включения переменной, условий ее сохранения и условий ее отключения. Логические функции составляются непосредственно по содержательному описанию, основываясь на том, что союзам разговорной речи И, ИЛИ, НЕ соответствуют логические операции соответственно конъюнкция, дизъюнкция и инверсия. В качестве элементов памяти рекомендуется использовать самоблокировки. При этом следует помнить, что наличие в одном логическом уравнении двух или более самоблокировок часто приводит к неработоспособности системы. Поэтому такие функции необходимо подвергнуть тщательному анализу на их работоспособность. Если они оказались действительно неработоспособными, то следует избавиться от самоблокировок введением промежуточных переменных;

в) полученные логические функции необходимо переписать в адресах программируемого контроллера и по ним составить программу для контроллера в соответствии с изложенным в работе №1.

Виртуальный объект реализуется на экране монитора ПЭВМ в виде мультипликации. Программируемый контроллер по последовательному порту подает управляющие команды, по которым механизмы виртуального объекта совершают заданные перемещения с заданной скоростью. Сигналы с датчиков виртуального объекта передаются в программируемый контроллер. Изображения механизмов виртуального объекта при их включении изменяют свой цвет. При срабатывании датчиков виртуального объекта их изображение также меняет свой цвет.

Для управления виртуальными объектами между ПЭВМ и контроллером постоянно идет обмен информацией. Периодически от ПЭВМ передаются в контроллер три байта информации о состоянии датчиков виртуального объекта, а контроллер выдает на объект два байта управляющих команд.

В ПЭВМ хранятся 9 вариантов виртуальных объектов:

- роботизированный комплекс;
- методическая печь (участок транспортировки изделий в методическую печь для их нагрева перед прокаткой);

- участок нагревательного колодца (механизмы управления крышкой нагревательного колодца обжимного прокатного стана);
- участок сортировки и пакетирования годных и бракованных листов металла;
- участок транспортировки труб большого диаметра;
- станок для сверления глубоких отверстий;
- линия химической обработки деталей;
- участок упаковки;
- лифт пассажирский.

В качестве примера ниже рассмотрено управление механизмами напольно-крышечной машины нагревательного колодца обжимного прокатного стана. Упрощенный вид напольно-крышечной машины представлен на рис. 4.1.

Это один из вариантов виртуальных объектов, представленных в Приложении А. В пункте А.4 указанного приложения дано подробное описание назначения и последовательности работы напольно-крышечной машины. Здесь же повторяется конструктивная схема этого виртуального объекта (см. рис. 4.1) и более кратко представлена последовательность работы механизмов объекта.

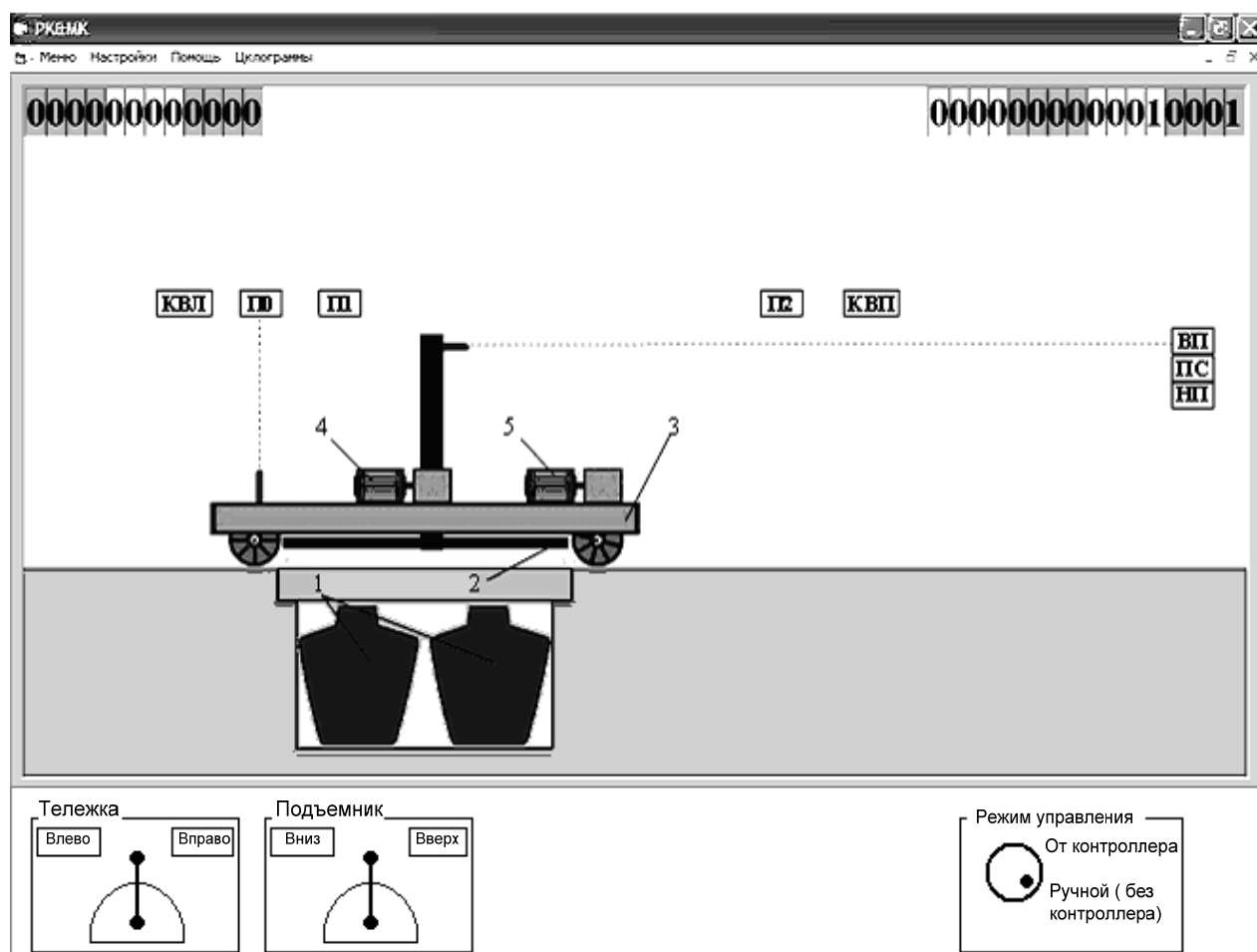


Рис. 4.1. Механизм управления крышкой нагревательного колодца

На рис. 4.1 кроме конструктивных механизмов объекта, расположения датчиков и исполнительных устройств (в рассматриваемом случае это электродвигате-

ли подъема крышки 2 и передвижения тележки 3) представлены линейки битов управляющих команд на исполнительные устройства 6 и состояние датчиков объекта 7. Единица в бите линейки соответствует наличию команды и наличию сигнала с датчика.

Для нагрева слитков 1 к колодцу подаются слитковоз и клещевой кран (на рис. 4.1 не представлены). По сигналу «Открыть» (с сенсорного монитора) включается двигатель 4 механизма подъема крышки колодца, установленный на тележке 3.

Двигатель 4 через механическую передачу осуществляет подъем крышки 2 до верхнего положения ВП, контролируемого соответствующим датчиком. Затем включается двигатель 5 и тележка, приводимая в движение указанным двигателем, движется в позицию ожидания П2 (по рис. 4.1 движение вправо) и стоит там до тех пор, пока с сенсорного монитора не поступит сигнал «Заккрыть». В этом случае тележка движется влево. При движении влево в положении П1 осуществляется снижение скорости движения тележки до ползучей скорости, с которой тележка движется до положения П0. В положении П0 происходит останов тележки и осуществляется движение крышки вниз. При наличии сигнала с датчика ПС при движении вниз происходит снижение скорости опускания крышки до ползучей, 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 тележки при достижении ею крайних положений КВЛ и КВП (конечный выключатель левый и конечный выключатель правый соответственно).

В процессе управления объектом контроллер должен считывать информацию из ПЭВМ о состоянии датчиков объекта, по программе формировать управляющие команды и выдавать их на объект для управления его механизмами. Обмен информацией между контроллером и ПЭВМ осуществляется через устройство преобразования кодов УПК, описание которого представлено в пункте 1.4.

Для работы в автоматическом режиме оператор на сенсорном мониторе должен войти в режим автоматического управления и включить его. Для открытия крышки он кратковременно нажимает кнопку «Открыть». Формируется команда «Вверх» и крышка 2 поднимается до положения ВП. Затем автоматически формируется команда «Вправо» (Пр) и тележка 3 с крышкой перемещается в положение П2, где стоит до нажатия кнопки «Заккрыть». При нажатии кнопки «Заккрыть» формируется команда на движение тележки влево (Л) и осуществляется движение до положения П0, в котором команда Л отключается. При движении крышки влево в положении П1 формируется команда Мт на снижение скорости тележки, которая сохраняется, пока идет движение влево.

В положении П0 формируется команда «Вниз» и крышка опускается до положения НП. При движении крышки вниз в положении ПС формируется команда Мк на снижение скорости опускания крышки, которая сохраняется, пока идет движение вниз.

Для подачи команд «Открыть» и «Закрыть» в автоматическом режиме на программируемом пульте управления (сенсорном мониторе) должны быть предусмотрены соответствующие кнопки без фиксации. Для управления приводом подъема/опускания крышки в ручном режиме следует предусмотреть кнопки без фиксации Н1, НМ1, ВМ1, В1 (соответственно «Вниз быстро», «Вниз медленно», «Вверх медленно», «Вверх быстро»). Для управления приводом тележки аналогично следует предусмотреть кнопки Н2, НМ2, ВМ2, В2 (соответственно «Влево быстро», «Влево медленно», «Вправо медленно», «Вправо быстро»).

Команда на движение крышки «Вверх» возникает в режиме «Авт» при нажатии на кнопку «Открыть» (команда «Откр»). Возникшая команда «Вверх» сохраняется до прихода крышки в верхнее положение ВП. В режиме «Руч» она возникает при наличии команд В1 или ВМ1 и сохраняется при наличии указанных команд или до достижения положения ВП. Этому содержательному описанию команды «Вверх» соответствует логическая функция:

$$Вверх = Авт \cdot (Откр \cdot НП + Вверх) \cdot \overline{ВП} + Руч \cdot (В1 + ВМ1) \cdot \overline{ВП}.$$

Команда на движение крышки «Вниз» возникает в режиме «Авт» из верхнего положения ВП после того как крышка побывала в правом положении П2 и вернулась в положение П0 над колодцем. Возникшая команда сохраняется до прихода крышки в крайнее нижнее положение НП. В режиме «Руч» команда «Вниз» возникает при наличии команд Н1 или НМ1 и сохраняется при наличии указанных команд или до достижения положения НП. Представленному описанию соответствует логическая функция:

$$Вниз = Авт \cdot (П0 \cdot ВП \cdot p + Вниз) \cdot \overline{НП} + Руч \cdot (Н1 + НМ1) \cdot \overline{НП}.$$

В этом уравнении промежуточная переменная p выполняет роль памяти о том, что крышка побывала в положении П2. Она сохраняется до прихода крышки в положение НП. Тогда логическая функция для рассматриваемой переменной имеет вид:

$$p = (П2 + p) \cdot \overline{НП}.$$

Команда на снижение скорости крышки $Мк$ (малая скорость крышки) в автоматическом режиме возникает только при движении «Вниз». Она появляется при наличии сигнала ПС и сохраняется, пока существует команда «Вниз». В режиме «Руч» она возникает при наличии команд НМ1 или ВМ1, если нет крайних положений крышки ВП и НП. Тогда логическая функция для команды $Мк$ имеет вид:

$$Мк = Авт \cdot (ПС + Мк) \cdot Вниз + Руч \cdot (НМ1 + ВМ1) \cdot \overline{ВП} \cdot \overline{НП}.$$

Следует отметить, что команды «Вверх» и «Вниз» определяют направление движения крышки, а команда $Мк$ определяет скорость, с которой это движение осуществляется. Наличие команды $Мк$ приводит к снижению скорости крышки.

Команда на перемещение тележки крышки вправо (Пр) в автоматическом режиме «Авт» возникает в верхнем положении крышки и нахождении тележки в положении П0, если тележка до этого не побывала в положении П2, т.е. если еще нет сигнала p . Возникшая команда Пр сохраняется до прихода тележки в положение П2. В режиме «Руч» команда Пр должна возникать при наличии команд В2

или ВМ2 только в положении ВП крышки. Команда сохраняется при указанном сочетании сигналов или пока тележка не дойдет до крайнего положения КВП. Логическая функция в соответствии с представленным содержательным описанием имеет вид:

$$Пр = Авт \cdot (П0 \cdot \overline{p} + Пр) \cdot \overline{П2} \cdot ВП + Руч \cdot (В2 + ВМ2) \cdot \overline{КВП} \cdot ВП .$$

Команда на движение тележки влево (Л) в режиме «Авт» возникает в положении тележки П2 при нажатии на кнопку «Заккрыть» (команда «Закр»). Возникшая команда сохраняется до прихода тележки в положение П0. В режиме «Руч» она возникает в верхнем положении крышки при наличии команд ручного управления с пульта оператора Н2 или НМ2 и сохраняется при наличии указанных команд или до прихода тележки в положение КВЛ. Представленному описанию соответствует логическая функция:

$$Л = Авт \cdot (Закр \cdot П2 + Л) \cdot \overline{П0} \cdot ВП + Руч \cdot (Н2 + НМ2) \cdot \overline{КВЛ} \cdot ВП .$$

Команда на снижение скорости тележки Мт (малая скорость тележки) в режиме «Авт» возникает только при движении тележки влево. Она появляется в положении тележки П1 и сохраняется, пока существует команда Л. В режиме «Руч» она возникает при наличии команд ручного управления НМ2 или ВМ2, если нет крайних положений тележки КВЛ и КВП. Тогда логическое уравнение для команды Мт имеет вид:

$$Мт = Авт \cdot (П1 + Мт) \cdot Л + Руч \cdot (НМ2 + ВМ2) \cdot \overline{КВЛ} \cdot \overline{КВП} .$$

Следует отметить, что команды Пр и Л определяют направление движения тележки, а команда Мт определяет скорость, с которой это движение осуществляется. Наличие команды Мт приводит к снижению скорости для точной остановки тележки.

В табл. 4.1 записаны приведенные выше логические уравнения и эти же уравнения в адресах программируемого контроллера СРМ2А.

Таблица 4.1

$Вверх = Авт \cdot (Откр \cdot НП + Вверх) \cdot \overline{ВП} + Руч \cdot (В1 + ВМ1) \cdot \overline{ВП}$ $010.00 = 4.00 \cdot (22.02 \cdot 0.02 + 010.00) \cdot \overline{0.00} + \overline{4.00} \cdot (5.00 + 22.00) \cdot \overline{0.00}$
$Вниз = Авт \cdot (П0 \cdot ВП \cdot p + Вниз) \cdot \overline{НП} + Руч \cdot (Н1 + НМ1) \cdot \overline{НП}$ $010.01 = 4.00 \cdot (0.04 \cdot 0.00 \cdot 22.06 + 010.01) \cdot \overline{0.02} + \overline{4.00} \cdot (5.01 + 22.01) \cdot \overline{0.02}$
$p = (П2 + p) \cdot \overline{НП}$ $22.06 = (0.06 + 22.06) \cdot \overline{0.02}$
$Мк = Авт \cdot (ПС + Мк) \cdot Вниз + Руч \cdot (НМ1 + ВМ1) \cdot \overline{ВП} \cdot \overline{НП}$ $010.02 = 4.00 \cdot (0.01 + 010.02) \cdot 10.01 + \overline{4.00} \cdot (22.01 + 22.00) \cdot \overline{0.00} \cdot \overline{0.02}$
$Пр = Авт \cdot (П0 \cdot \overline{p} + Пр) \cdot \overline{П2} \cdot ВП + Руч \cdot (В2 + ВМ2) \cdot \overline{КВП} \cdot ВП$ $010.03 = 4.00 \cdot (0.04 \cdot \overline{22.06} + 010.03) \cdot \overline{0.06} \cdot 0.00 + \overline{4.00} \cdot (5.03 + 22.04) \cdot \overline{0.04} \cdot 0.00$

$Л = Авт \cdot (Закр \cdot П2 + Л) \cdot \overline{П0} \cdot ВП + Руч \cdot (Н2 + НМ2) \cdot \overline{КВЛ} \cdot ВП$ $010.04 = 4.00 \cdot (22.03 \cdot 0.06 + 010.04) \cdot \overline{0.04} \cdot 0.00 + \overline{4.00} \cdot (5.04 + 22.05) \cdot \overline{0.03} \cdot 0.00$
$Мт = Авт \cdot (П1 + Мт) \cdot Л + Руч \cdot (НМ2 + ВМ2) \cdot \overline{КВЛ} \cdot \overline{КВП}$ $010.05 = 4.00 \cdot (0.05 + 010.05) \cdot 010.04 + \overline{4.00} \cdot (22.05 + 22.04) \cdot \overline{0.03} \cdot \overline{0.07}$

В табл. 4.1 сигнал «Руч» при записи функции в символьных адресах контроллера представлен как отсутствие сигнала автоматического режима работы, т.е. $Руч = \overline{Авт}$. Тогда на пульте управления (сенсорном мониторе) должна быть предусмотрена кнопка с фиксацией для выбора режима работы.

Адресация команд и сигналов, используемых в программе управления объектом на рис. 4.1 представлена в табл. 4.2. Предполагается управление с использованием сенсорного монитора в качестве пульта управления.

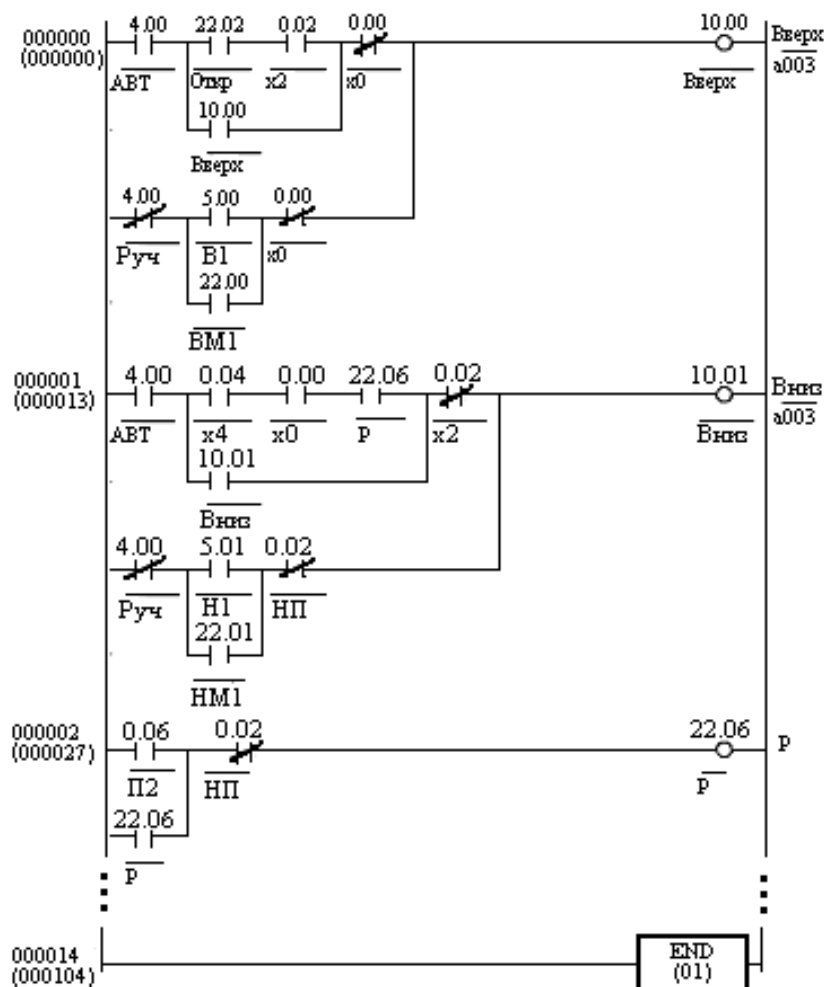
Таблица 4.2

Входные сигналы			Выходные сигналы		
Обозначение в функции	Символьный адрес	Адрес в ПК	Обозначение в функции	Символьный адрес	Адрес в ПК
ВП	X0	IR000.00	Вверх	Вверх	IR010.00
ПС	X1	IR000.01	Вниз	Вниз	IR010.01
НП	X2	IR000.02	Мк	Мк	IR010.02
КВЛ	X3	IR000.03	Пр	Пр	IR010.03
П0	X4	IR000.04	Л	Л	IR010.04
П1	X5	IR000.05	Мт	Мт	IR010.05
П2	X6	IR000.06			
КВП	X7	IR000.07			
Входные команды с сенсорного монитора					
Автоматический режим	АВТ	IR004.00			
Открыть	Откр	IR022.02			
Заккрыть	Закр	IR022.03			
Вверх	В1	IR005.00			
Вверх медленно	ВМ1	IR022.00			
Вниз	Н1	IR005.01			
Вниз медленно	НМ1	IR022.01			
Вправо	В2	IR005.03			
Вправо медленно	ВМ2	IR022.04			
Влево	Н2	IR005.04			
Влево медленно	НМ2	IR022.05			
Память	р	IR022.06			

В соответствии с функциями табл. 4.1 на рис. 4.2 представлен фрагмент программы контроллера СРМ2А на языке лестничных диаграмм для команд Вверх, Вниз и промежуточной переменной р.

В лаборатории подготовленную программу необходимо ввести в ПЭВМ, провести ее компиляцию, проверить правильность ее работы на симуляторе и затем записать в программируемый контроллер СРМ2А.

В лаборатории необходимо запрограммировать пульт управления, проверить его работу на симуляторе и затем записать в сенсорный монитор.



После того, как программируемый контроллер и сенсорный монитор подготовлены к работе, необходимо приступить непосредственно к управлению виртуальным объектом.

78



В рассматриваемом примере это механизм управления крышкой нагревательного колодца. Вывод виртуального объекта на монитор проводится в следующей последовательности.

В подкаталоге РК&МК выбрать и запустить файл РК&МК For Windows.exe или запустить его через ярлык РК&МК For Windows.

В появившемся окне программы необходимо указателем мыши выбрать заданный объект управления в меню «Выбор виртуального объекта». При этом этот объект появляется на экране монитора ПЭВМ. В правом нижнем углу расположен переключатель режима работы «Ручной (без контроллера). От контроллера» Указателем мыши выбирается необходимый режим. В режиме «Ручной (без контроллера)» осуществляется ручное управление механизмами объекта от клавиатуры ПЭВМ. Воздействуя левой и правой кнопками мыши на изображения командоаппаратов (изменяется направление и скорость соответствующих механизмов объекта) и на изображения тумблеров, можно устанавливать механизмы в необходимые положения, например, в исходное состояние, предусмотренное в подготовленной программе. Для рассматриваемого варианта (см. рис. А.3) тележка должна находиться в положении П0, а крышка – в нижнем положении НП.

В режиме «От контроллера» обеспечивается управление от программируемого контроллера. Должен возникнуть обмен между ПЭВМ и ПК. Наличие обмена можно наблюдать по миганию светодиодов RxD и TxD модуля УПК.

Изображения виртуальных объектов и последовательность их работы представлена в Приложении А.

Если питание контроллера было отключено, то необходимо проделать следующее:

- включить питание модуля питания и аппаратуры управления (ПАУ);
- на программируемом пульте управления (сенсорном мониторе) выбрать запрограммированные режимы работы «Авт» или «Руч»;
- поставить на виртуальном объекте режим управления «От контроллера»;

– подавая с пульта управления (сенсорного монитора) соответствующие команды, наблюдайте работу системы автоматизации.

Для рассматриваемого примера при правильно составленной программе в автоматическом режиме работы при нажатии кнопки «Открыть» должны наблюдать на экране монитора подъем крышки до крайнего верхнего положения ВП и движение тележки вправо до положения П2. Нажатие кнопки «Заккрыть» должно приводить к движению тележки влево на повышенной скорости до положения П1, затем переход на ползучую скорость, с которой тележка движется до положения П0. Затем происходит опускание крышки с повышенной скоростью. В положении ПС скорость опускания крышки снижается до ползучей, на которой крышка опускается до полного закрытия колодца (до положения НП). В ручном режиме работы при управлении от сенсорного монитора можно управлять движениями крышки и тележки аппаратами ручного управления.

При обнаружении ошибок в работе объекта необходимо произвести необходимые изменения в программе программируемого контроллера или в сенсорном мониторе, добиваясь полного соответствия работы объекта заданию.

Программное обеспечение управления виртуальными объектами обеспечивает вывод циклограмм работы систем автоматизации на экран монитора.

Циклограммы начинают записываться в память ПЭВМ автоматически при выборе любого виртуального объекта.

Так как время записи циклограмм ограничено, может возникнуть необходимость записи с более позднего момента времени, нежели включение объекта. Для этого следует в строке меню выбрать мышью пункт «Диаграммы», а в появившемся контекстном меню – пункт «Начать запись с этого момента».

Для просмотра циклограмм следует вновь выбрать в строке меню пункт «Циклограммы», а в контекстном меню – пункт «Показать». На экран выводятся циклограммы с изображением как входных (X0–X15), так и выходных (Y0–Y11) сигналов и команд.

Для того чтобы вывести циклограммы с экрана на печать (или добавить в оформляемый отчет по лабораторной работе) необходимо с помощью линейки прокрутки, находящейся в нижней части экрана ПЭВМ найти интересующий отрезок времени на циклограмме. Затем нажать клавишу «Print Screen» на клавиатуре ПЭВМ. Запустить текстовый редактор Microsoft Word (Пуск/ Программы/ Microsoft Word), выбрать в меню пункт «Правка», а в появившемся контекстном меню пункт «Вставить». На белом поле редактора должен появиться рисунок с диаграммами. Если необходимо, можно добавить комментарии. Выберите в меню пункт «Файл», а в появившемся контекстном меню пункт «Печать».

Выход из программы работы с циклограммами обеспечивается нажатием закрывающей кнопки окна циклограмм.

Для расшифровки циклограмм в контекстном меню пункта «Помощь» программы РК&МК предусмотрен режим «Таблицы соответствия сигналов». При выборе этого режима на экран выводятся таблицы соответствия обозначений Y_i и X_i их функциональным обозначениям на изображении виртуального объекта.

Движение механизмов виртуальных объектов может сопровождаться звуком. Для этого в меню «Настройки» предусмотрен пункт «Звук». Движение механизмов со звуком включается щелчком левой кнопкой мыши по этому пункту контекстного меню. Повторный такой щелчок отключает звук.

В меню «Настройки» предусмотрен режим «Настройки СОМ порта», в котором можно выбрать СОМ порт и скорость обмена с контроллером.

В этом же меню «Настройки» предусмотрен режим «Тест СОМ порта». Он позволяет проверить наличие обмена информацией между СОМ портом и программируемым контроллером. Для проведения теста необходимо закрыть виртуальный объект. В меню «Настройки» выбрать режим «Настройки СОМ порта», в котором выбирается СОМ порт и скорость обмена с контроллером. В лабораторном комплексе предусмотрена скорость обмена 9600 bit/s. Затем в том же меню выбрать режим «Тест СОМ порта». В появившемся окне имеется две линейки «Запись» и «Чтение». В линейке «Запись» высвечиваются нули, соответствующие входам контроллера. Крайний правый нуль соответствует вводу с младшим адресом. Если в этой линейке ряд нулей заменить единицами и щелкнуть левой клавишей мыши по клавише «Запись», то, при наличии связи между ПЭВМ и контроллером, на входах контроллера появится набранная комбинация сигналов. Единице в линейке «Запись» соответствует свечение светодиода соответствующего входа контроллера. Затем следует левой клавишей мыши щелкнуть по клавише «Чтение». В линейке чтения появляются два десятичных числа, соответствующих двоичным числам в младшем и старшем байтах выходов контроллера. Если все выходы контроллера отключены, то в линейке чтения высветится число 00. Если же включен только выход с адресом 1.06, то в линейке чтения высветится число 64.

Следует учитывать, что при нажатии клавиши «Чтение» информация выводится из буфера СОМ порта, которая туда попадает после нажатия клавиши «Запись».

4.4. Требования к отчёту

Отчет должен содержать:

- цель работы;
- краткое содержание автоматизированного объекта;
- обозначение сигналов и команд при управлении объектом, их символьные и непосредственные адреса в контроллере СРМ2А;
- содержательное описание формирования промежуточных переменных (внутренних выходов) и выходных команд контроллера СРМ2А и составленные на основе содержательного описания соответствующие логические функции;
- логические функции в адресах (символьных) программируемого контроллера СРМ2А;
- программу для контроллера СРМ2А на языке лестничных диаграмм;
- экраны программируемого пульта управления и комментарии к ним;

- методику экспериментальной проверки правильности работы реализуемой системы и результаты этой проверки;
- выводы по работе.

4.5. Контрольные вопросы

1. Что обозначает термин «содержательное описание работы системы автоматизации»?
2. Что собой представляет «линейка» битов состояния датчиков и как она используется в рассматриваемой лабораторной работе?
3. Что обозначает термин «символьные адреса программируемого контроллера»?
4. Какие особенности функционирования команд «Авт» и «Руч» использованы в представленной работе?
5. Как реализуется переход от одной картинке к другой в программируемом пульте управления?
6. Что происходит в УПК при нажатии кнопки «Сброс» на лицевой панели модуля УПК?
7. Что обозначает термин «внутренний выход контроллера»?
8. Как реализуется в представленных объектах автоматизации перемещение механизмов с пониженной («ползучей») скоростью?

5. РАБОТА № 4. ИЗУЧЕНИЕ ПУЛЬТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

5.1. Цель работы

Ознакомиться с устройством и техническими характеристиками многофункционального цифрового таймера H5CX-AD, многофункционального счётчика H7CX-AUD1 и цифрового индикатора K3MA-J-A2 японской фирмы OMRON. Приобрести навыки программирования, изучить основные функции и операции.

5.2. Содержание работы

1. Дома, при подготовке к работе, для заданного варианта задачи необходимо:
 - изучить назначение, технические характеристики таймера H5CX-AD, счётчика H7CX-AUD1 и индикатора K3MA-J-A2, основные узлы и возможности лабораторного комплекса;
 - изучить возможные режимы работы всех устройств, их возможности, основные и дополнительные функции;
 - изучить принципы программирования;
 - составить последовательность, в которой будет вестись программирование устройства;
 - подготовить схему для проверки правильности решения задачи.
2. В лаборатории:
 - пройти тестирование по функциональным возможностям, режимам работы и принципам программирования таймера H5CX-AD, счётчика H7CX-AUD1 и индикатора K3MA-J-A2;
 - запрограммировать устройство в соответствии с выданным заданием;
 - собрать схему, используя сигнальную и коммутационную аппаратуру, расположенную на модуле (кнопки, тумблеры, потенциометр, светодиоды);
 - проверить правильность выполнения поставленной задачи;
 - подготовить отчёт и сделать выводы по работе.

5.3. Технические характеристики и программирование таймера H5CX-AD

В лабораторном комплексе используется многофункциональный таймер H5CX-AD японской фирмы OMRON. Таймер имеет включающий, сбросовый и блокирующий входы и два выхода (релейные). Настройка параметров таймера осуществляется с помощью клавиш на лицевой панели. Жидкокристаллический дисплей с фоновой подсветкой, возможность выбора режима работы, блокировка изменения параметров и установочных значений делают работу с таймером простой и удобной для пользователя.

5.3.1. Общая техническая характеристика

На рис. 5.1 показан внешний вид таймера H5CX-AD. Пояснения к позиционным обозначениям даны в табл. 5.1.

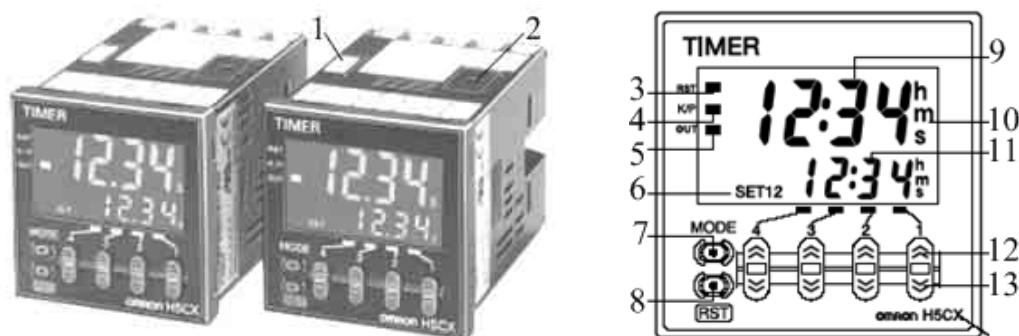


Рис. 5.1. Многофункциональный цифровой таймер H5CX-AD

Таблица 5.1

№ п/п	Объект	Описание
1	Ключ запрета на изменение параметров таймера	ON – есть запрет на изменение параметров OFF – нет запрета
2	DIP-ключ	Программирование базовых функций
3	Индикатор сброса (RST)	Включен сбросовый вход, или нажата клавиша сброса
4	Индикатор защиты параметров (K/P)	Есть запрет на изменение параметров
5	Индикатор состояния выходов (OUT)	Включен соответствующий выход таймера
6	Индикатор номера уставки (SET)	Индикация номера уставки (1 или 2)
7	Клавиша выбора режима MODE	Выбор режима работы таймера
8	Клавиша сброса RST	Сброс таймера
9	Индикатор текущего значения	Индикация текущего значения таймера
10	Индикатор масштаба измерения времени	Индикация времени: h (часы), m (минуты), или s (секунды)
11	Индикатор уставки	Индикация уставки таймера
12	Клавиши изменения параметра	Увеличение значения параметра
13		Уменьшение значения параметра

В табл. 5.2 представлены общие характеристики таймера H5CX-AD.

Таблица 5.2

Параметр	Значение
Напряжение питания	От 12 до 24 В постоянного тока
Потребляемая мощность	2,4 Вт при 12 В постоянного тока
Дисплей	7-сегментный LCD дисплей
Цвет сегментов	Красный или зелёный (программируется)
Количество разрядов	4
Временные диапазоны (величина дискретности)	9,999 с (0,001 с), 99,99 с (0,01 с), 999,9 с (0,1 с), 9999 с (1 с), 99 мин 59 с (1 с), 999,9 мин (0,1 мин), 9999 мин (1 мин), 99 ч 99 мин (1 мин), 999,9 ч (0,1 ч), 9999 ч (1 ч) (программируется)
Режимы работы выходов	A, A-1, A-2, A-3, b, b-1, d, E, F, Z (программируется)
Сброс таймера	При отключении питания (кроме режимов A-1, b-1, F), внешний и ручной сброс
Внешняя память	EEPROM (количество циклов записи – 100000 раз, может сохранять записанную информацию более 10 лет)

На рис. 5.2 изображена схема подключения всех внешних цепей питания и управления к таймеру H5CX-AD.



Рис. 5.2. Схема подключения внешних цепей

5.3.2. Подключение входных сигналов

Общая характеристика входов таймера представлена в табл. 5.3. На рис. 5.3 изображены варианты подключения входных сигналов, а на рис. 5.4 представлена функциональная схема входов таймера.

Таблица 5.3

Параметр	Значение
Входы	3 (Start – запуск таймера, Gate – блокировка, Reset – сброс таймера)
Длительность входного сигнала	1 мс или 20 мс
Варианты подключения входных цепей	Вход без источника напряжения: уровень логической 1=max 1 кОм, логического 0=min 100 кОм Вход с источником напряжения: уровень логической 1=4,5...30 В, логического 0=0...2 В пост. тока

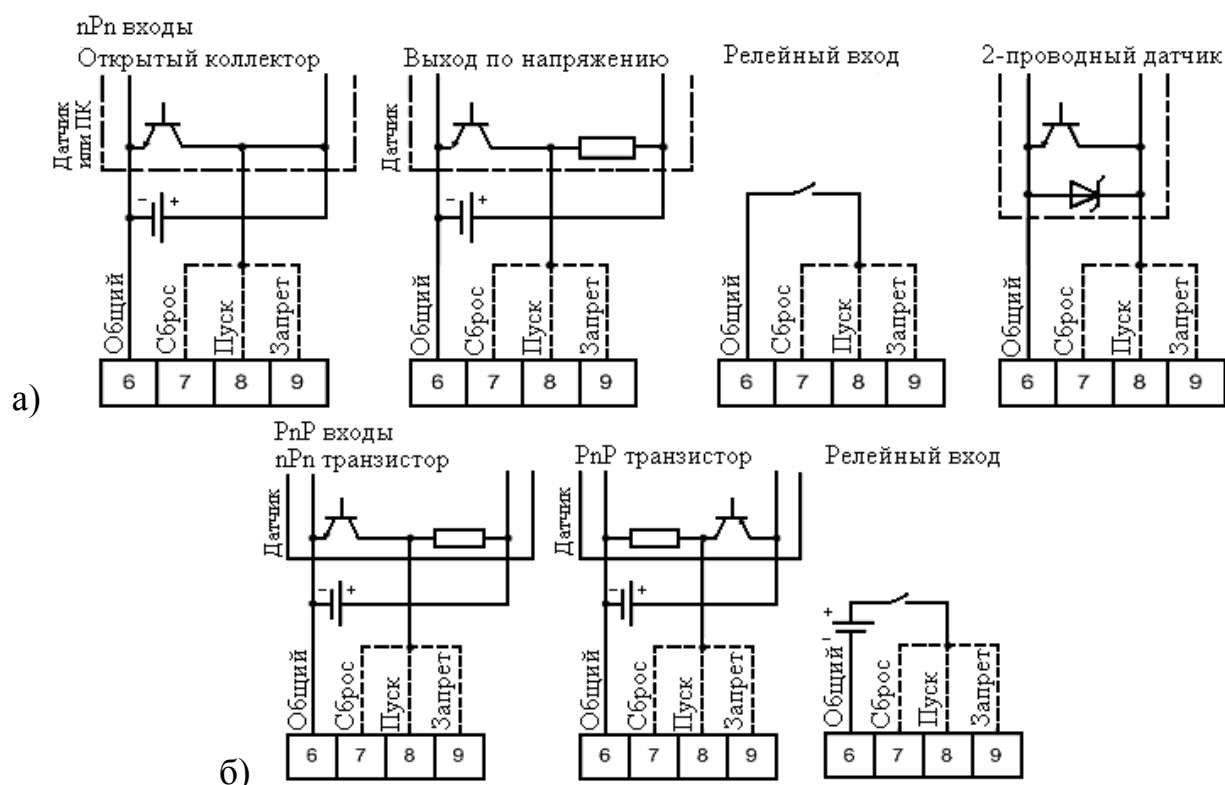


Рис. 5.3. Варианты подключения входных цепей: а) подключение без источника напряжения; б) подключение с источником напряжения

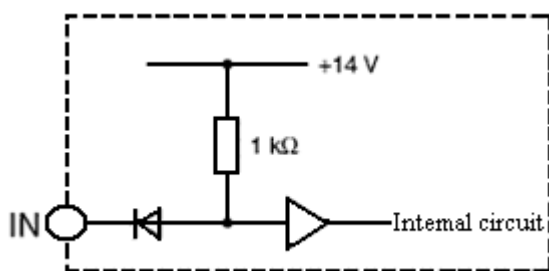


Рис. 5.4. Функциональная схема входов

5.3.3. Подключение выходных сигналов

Общая характеристика выходов таймера представлена в табл. 5.4. Схема подключения выходных цепей изображена на рис. 5.2.

Таблица 5.4

Параметр	Значение
Выходы	2 – замыкающий и размыкающий релейные контакты
Длительность включения выходов	Фиксированный или от 0,01 до 99,99 с
Допустимая нагрузка	Максимальная: 5 А при 30 В постоянного тока. Минимальная: 10 мА при 30 В постоянного тока.
Прочность реле	механическая – минимум 10.000.000 операций электрическая – минимум 100.000 операций

5.3.4. Программирование таймера H5CX-AD

В таймере H5CX-AD можно реализовать два типа таймера: обычный таймер и двойной таймер.

В обычном таймере программируется только одна уставка, которая является временем до отключения или до включения в зависимости от режима работы выхода. Также таймер может включаться по переднему или заднему фронту запускающего сигнала, что также зависит от режима работы выхода.

В двойном таймере программируется время как включенного, так и выключенного состояний выходного реле.

При использовании таймера пользователь может работать с несколькими режимами работы таймера. Основным режимом является рабочий, в котором таймер выполняет свои функции, то есть производит отсчёт времени. В режиме программирования пользователь может выбрать необходимые параметры. В режиме выбора типа таймера определяется необходимый тип таймера, а также можно посмотреть положения контактов DIP-ключа. Следует заметить, что при работе в режиме выбора таймер прекращает отсчёт времени.

Для каждого типа таймера существуют различные режимы работы выходов (для обычного таймера – 10 режимов работы выходов, для двойного – 2 режима).

Обычный таймер

Ниже (табл. 5.5) представлены возможные режимы работы выходов обычного таймера.

Таблица 5.5

Режимы работы выхода		Временные диаграммы
Режим А: задержка на включение-1 при появлении стартового сигнала. Таймер включается при появлении 1 на пусковом входе. Выход импульсный или фиксированный.		
Режим А-1: задержка на включение-2 при появлении стартового сигнала. Таймер включается при появлении 1 на пусковом входе и сбрасывается при появлении 0. Выход импульсный или фиксированный.		
Режим А-2: задержка на включение-1 при появлении питания. Таймер включается при появлении питания. При 1 на пусковом входе отсчёт времени блокируется. Выход импульсный или фиксированный.		
Режим А-3: задержка на включение-2 при появлении питания. Таймер включается при появлении питания. При появлении 1 на пусковом входе отсчёт времени блокируется. Выход импульсный или фиксированный.		
Режим b: повторяющийся цикл 1. Таймер включается при появлении 1 на пусковом входе.	Выход фиксированный.	
	Выход импульсный.	
Режим b-1: повторяющийся цикл 2. Таймер включается при появлении 1 на пусковом входе.		

	Выход им-пульсный.	
Режим d: задержка на отключение по заднему фронту стартового сигнала.		
Режим E: задержка на отключение по переднему фронту стартового сигнала.		
Режим F: накопительный. Отсчёт времени идет только во время, когда на пусковом входе есть 1. По достижении заданного времени выход переходит в 1.		
Режим Z: регулируемая пульсация выхода из 1 (ON) в 0 (OFF). Таймер включается при появлении 1 на пусковом входе. Одновременно с этим выход переходит в 1 на заданное время, после этого переходит в 0 на заданное время.		

Примечания:

1. В режимах А, А-1, А-2, А-3, b, d, E, F, Z таймер сбрасывается при появлении питания, а в режиме b -1 таймер не сбрасывается.

2. Во всех режимах при появлении логической 1 на блокировочном входе отсчёт времени прекращается, при появлении логического 0 на этом входе таймер продолжает отсчёт времени.

3. Во всех режимах при появлении логической 1 на сбросовом входе таймер сбрасывается. В режимах А-2, А-3, b, b-1, Z таймер начинает с начала отсчёт времени, в режимах А, А-1, d, E, F – нет.

4. При пропадании питания во всех режимах установившийся в 1 выход сбрасывается.

5. Во всех режимах, кроме режимов d и E, выход переходит в 0 при появлении 1 на сбросовом входе.

В рабочем режиме можно контролировать текущее значение, регулировать величину уставки таймера, а также время цикла и процент времени включенного состояния. Схема управления таймером в рабочем режиме представлена на рис. 5.5.

Режим работы выхода не Z



Рис. 5.5. Схема управления обычным таймером в рабочем режиме

В режиме обычного таймера можно воспользоваться некоторыми дополнительными функциями:

- изменение минимальной длительности входного сигнала;
- смена цвета дисплея;
- уровень ключа защиты. Можно выбрать необходимый уровень защиты от незащищенного до полного запрета использования клавиш на лицевой панели. Вступает в действие, когда ключ на верхней панели переведен в положение “ON”;
- выбор режима индикации времени на дисплее (оставшееся время/ прошедшее время);

Для программирования таймера используется два способа: с помощью DIP-ключа (Dual Inline Package switch – впаиваемый в печатную плату пакет миниатюрных переключателей) и с помощью рабочих клавиш на лицевой панели таймера. С помощью контактов DIP-ключа производится установка базовых функций, а с помощью рабочих клавиш – дополнительных функций таймера. В табл. 5.6 представлены варианты программирования с помощью контактов DIP-ключа. А на рис. 5.6 изображена схема программирования дополнительных функций таймера с помощью рабочих клавиш.

Таблица 5.6

DIP-ключ	Назначение	Включено «ON»			Выключено «OFF»
контакт 1	установки DIP-ключа	действуют			не действуют
контакт 2	Диапазон времени	Конт.2	Конт.3	Конт.4	Диапазон времени
контакт 3		ON	ON	ON	От 0,001 до 9,999 с
контакт 4		OFF	OFF	OFF	От 0,01 до 99,99 с
		ON	OFF	OFF	От 0,1 до 999,9 с
		OFF	ON	OFF	От 1 до 9999 с
		ON	ON	OFF	От 1 с до 99 мин 59 с
		OFF	OFF	ON	От 0,1 до 999,9 мин
		ON	OFF	ON	От 1 мин до 99ч 59мин
		OFF	ON	ON	От 0,1 до 999,9 ч
контакт 5	Режим работы выходов	Конт.5		Конт.6	Режим работы
контакт 6		OFF		OFF	Режим А
		ON		OFF	Режим А-2
		OFF		ON	Режим Е
		ON		ON	Режим F
контакт 7	Режим отображения времени	прошло 20 мс			осталось 1 мс
контакт 8	Длительность входного сигнала				

Примечания:

1. Для того чтобы все установки вступили в действие, необходимо контакт 1 поставить в положение «ON».

2. Изменение положений контактов DIP-ключа производить только при выключенном питании таймера.

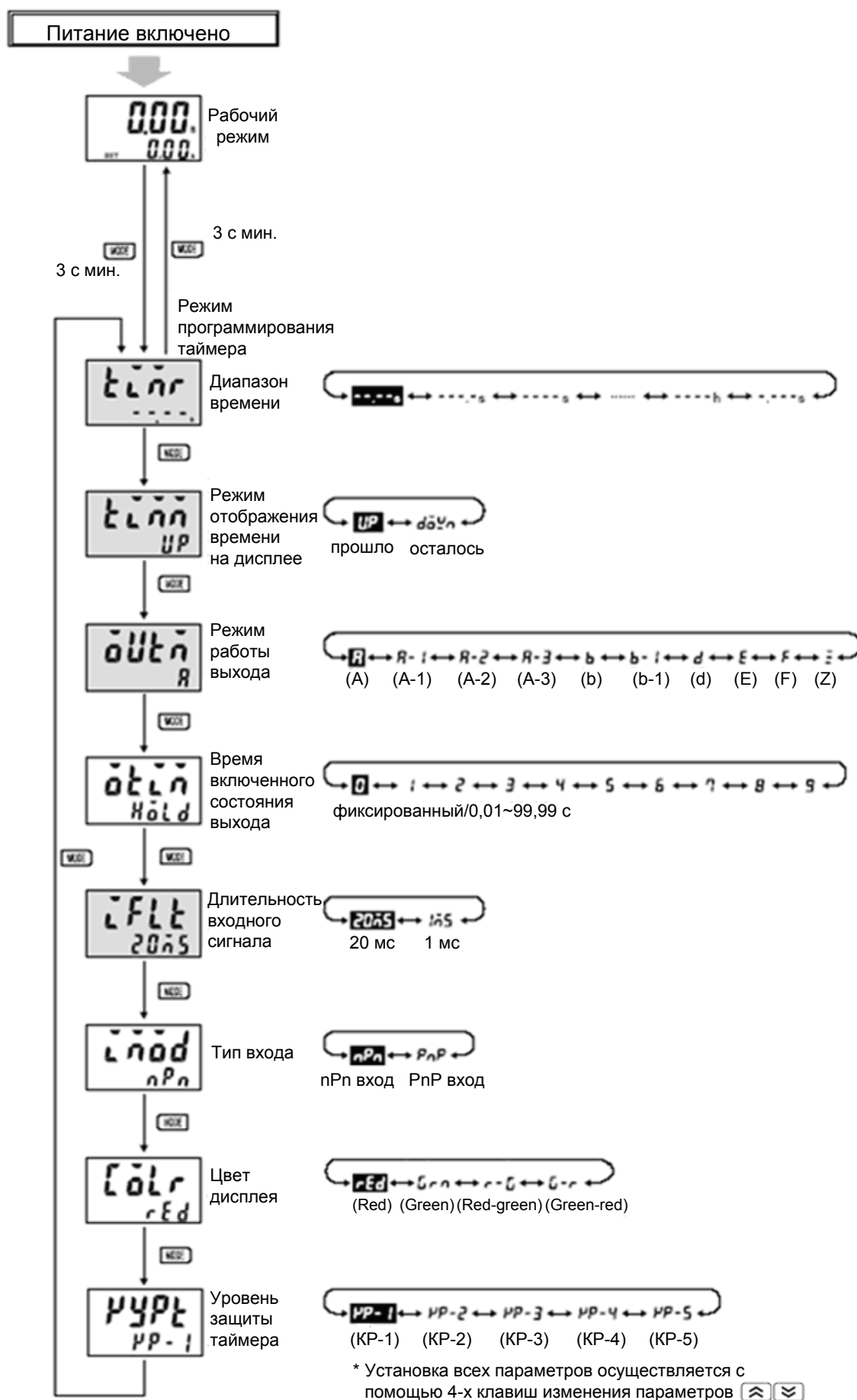


Рис. 5.6. Схема программирования с помощью рабочих клавиш

Двойной таймер

Для выбора двойного таймера необходимо перейти в режим выбора типа таймера (рис. 5.7).

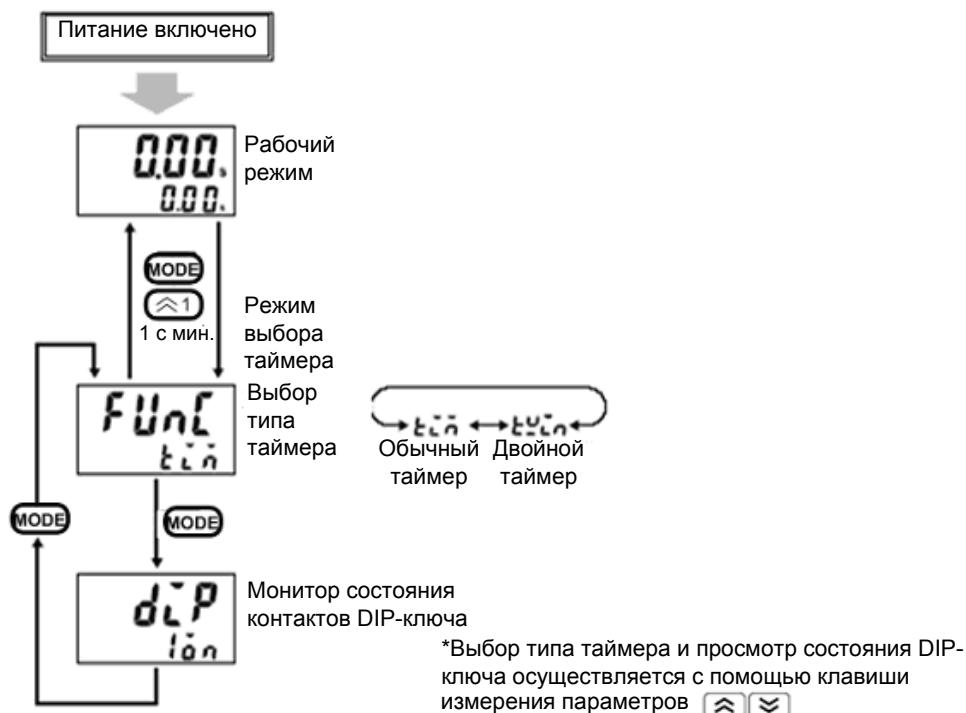


Рис. 5.7. Схема работы в режиме выбора типа таймера

В табл. 5.7 представлены режимы работы выходов для двойного таймера.

Таблица 5.7

Режимы работы выхода	Временные диаграммы
Режим toff : работа выхода начинается с выкл. состояния. При появлении питания и 1 на пусковом входе выход переходит на заданное время t1 в 0, после этого на заданное время t2 – в 1.	Питание Запускающий вход Выход Время выкл. состояния Время вкл. состояния
Режим ton: пульсация выхода начинается с вкл. состояния. При появлении питания и 1 на пусковом входе выход переходит на заданное время t1 в 1, далее на заданное время t2 – в 0.	Питание Запускающий вход Выход Время вкл. состояния Время выкл. состояния

Примечания:

1. Двойной таймер сбрасывается при появлении питания и при появлении 1 на сбросовом входе.
2. При появлении 1 на блокирующем входе временно прекращается отсчёт времени. При появлении логического 0 на этом входе таймер продолжает отсчёт времени.

3. При пропадании питания или появлении 1 на сбросовом входе во всех режимах установившийся в 1 выход сбрасывается.

В рабочем режиме можно регулировать время включенного состояния выхода и время его выключенного состояния. Схема управления двойным таймером в рабочем режиме представлена на рис. 5.8.

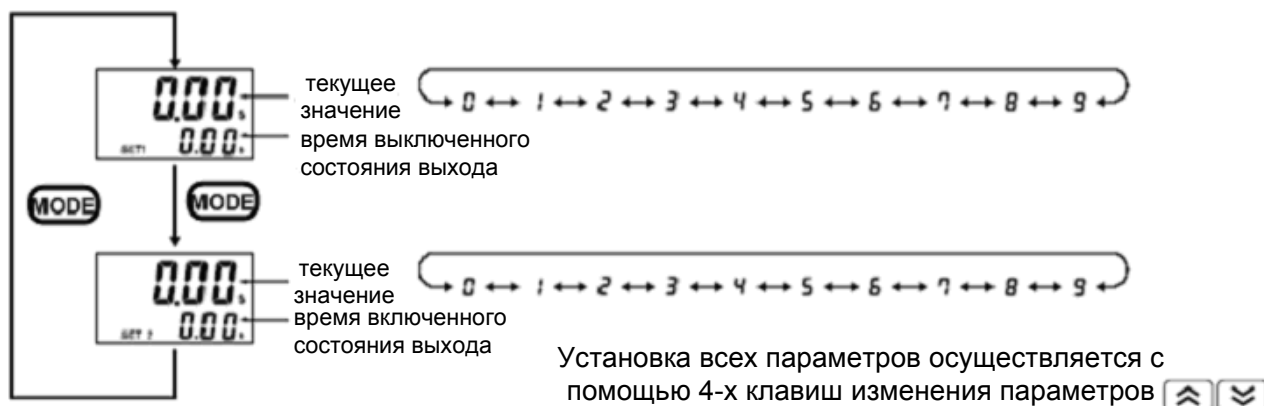


Рис. 5.8. Схема управления двойным таймером в рабочем режиме

Для программирования двойного таймера используется два способа: с помощью DIP-ключа и с помощью рабочих клавиш на лицевой панели таймера. С помощью контактов DIP-ключа производится установка базовых функций, а с помощью рабочих клавиш – дополнительных функций двойного таймера. В табл. 5.8 представлены варианты программирования с помощью контактов DIP-ключа. На рис. 5.9 изображена схема программирования дополнительных функций с помощью рабочих клавиш.

Таблица 5.8

DIP-ключ	Назначение	Включено «ON»		Выключено «OFF»
Контакт 1	Установки DIP-ключа	Действуют		Не действуют
Контакт 2 Контакт 3	Диапазон времени для выключенного состояния выходов	Конт.2	Конт.3	Диапазон времени
		OFF	OFF	От 0,01 с до 99,99 с
		ON	OFF	От 0,1 с до 999,9 с
		OFF	ON	От 1 с до 9999 с
Контакт 4 Контакт 5	Диапазон времени для включенного состояния выходов	ON	ON	От 1 с до 99 мин 59 с
		Конт.4	Конт.5	Диапазон времени
		OFF	OFF	От 0,01 с до 99,99 с
		ON	OFF	От 0,1 с до 999,9 с
Контакт 6	Начальное состояние выхода	OFF	ON	От 1 с до 9999 с
		ON	ON	От 1 с до 99 мин 59 с
Контакт 7	Режим отображения времени	Прошло		Осталось
Контакт 8	Длительность входного сигнала	20 мс		1 мс

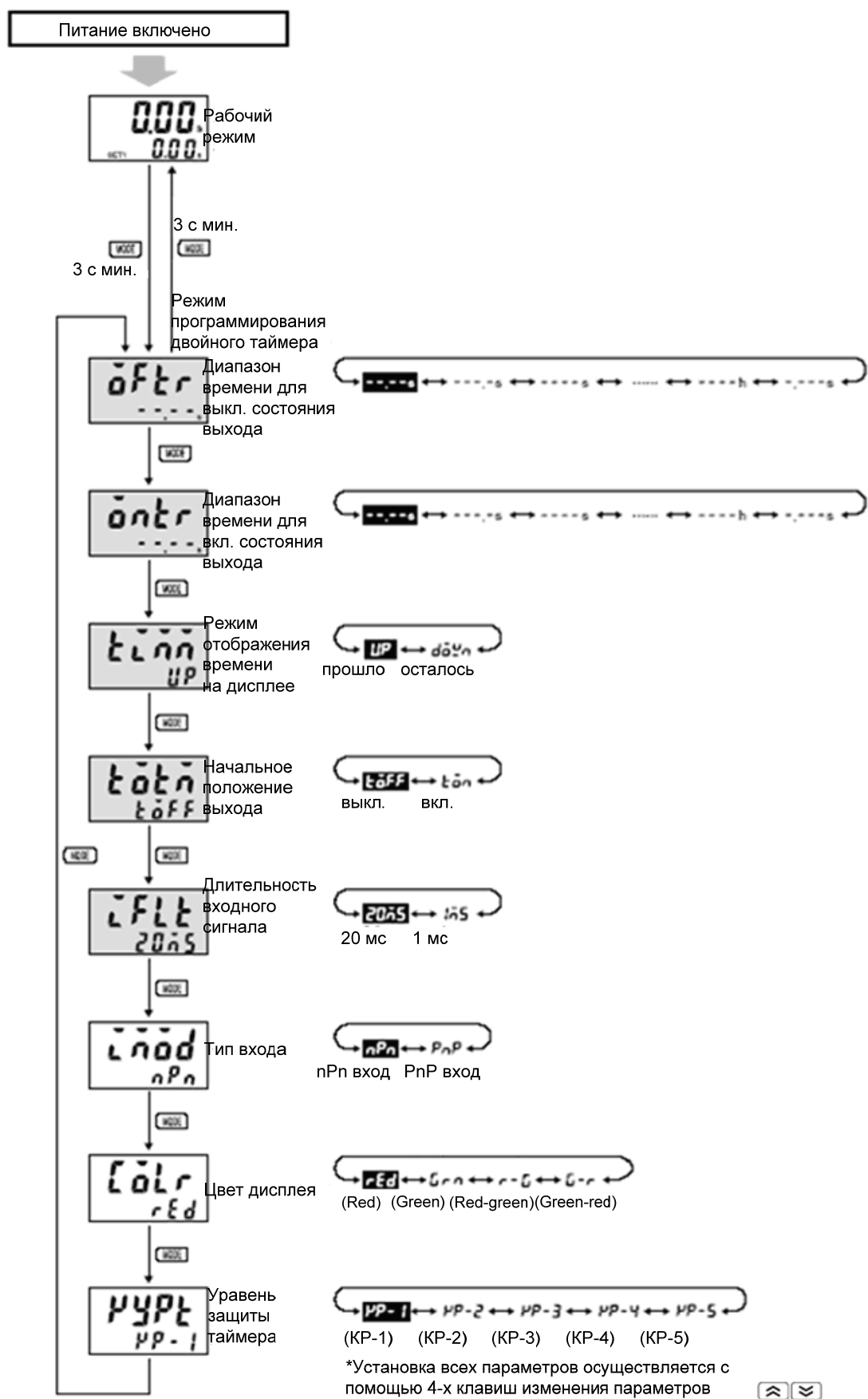


Рис. 5.9. Схема программирования с помощью рабочих клавиш

5.4. Технические характеристики и программирование счётчика H7CX

В лабораторном комплексе используется многофункциональный счётчик H7CX-AUD японской фирмы OMRON. Данный универсальный шестиразрядный счётчик может быть использован для решения многих задач, где выходным сигналом датчика является последовательность импульсов. Счётчик имеет два счётных входа, два сбросовых входа и два выхода (релейный и транзисторный). Настройка параметров счётчика осуществляется с помощью клавиш на лицевой панели. Жидкокристаллический дисплей с фоновой подсветкой, возможность выбора режима работы, возможность установки коэффициента масштабирования, блокировка изменения параметров и установочных значений делают работу со счётчиком простой и удобной для пользователя.

5.4.1. Общая техническая характеристика

На рис. 5.10 показан внешний вид многофункционального счётчика H7CX-AUD1. Пояснения к позиционным обозначениям приведены в табл. 5.9.

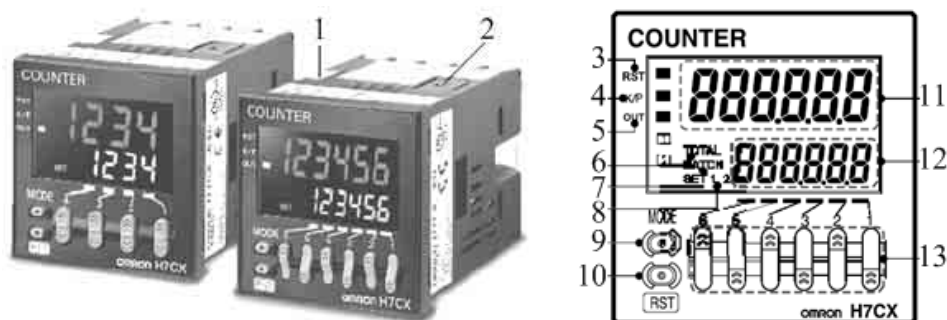


Рис. 5.10. Многофункциональный счётчик H7CX-AUD1

Таблица 5.9

№ п/п	Объект	Описание
1	Ключ запрета на изменение параметров счётчика	ON – есть запрет на изменение параметров OFF – нет запрета
2	DIP-ключ	Программирование базовых функций
3	Индикатор сброса (RST)	Включен сбросовый вход или нажата клавиша сброса
4	Индикатор запрета изменения параметров (K/P)	Включен запрет на изменение параметров
5	Индикатор состояния выходов (OUT)	Включен соответствующий выход счётчика
6	Индикатор тотального счётчика (TOTAL)	Выбран режим суммирующего счётчика
7	Индикатор пакетного счётчика (BATCH)	Выбран режим пакетного счётчика
8	Индикатор номера уставки (SET)	Индикация номера уставки (1 или 2)
9	Клавиша выбора режима (MODE)	Осуществляется выбор режима работы
10	Клавиша сброса (RST)	Осуществляется сброс счётчика
11	Индикатор текущего значения	Индикация текущего значения счётчика
12	Индикатор уставки	Индикация уставки счётчика
13	Клавиши изменения параметра	Осуществляется изменение значения выбранного параметра

В табл. 5.10 представлены общие характеристики счётчика.

Таблица 5.10

Параметр	Характеристика
Напряжение питания	от 12 до 24 В постоянного тока
Потребляемая мощность	3,7 Вт при 12 В постоянного тока
Тип дисплея	7-сегментный LCD-дисплей
Цвет сегментов	Красный или зелёный цвет (программируется)
Назначение	Счётчик, тахометр (программируется)
Количество разрядов	6
Внешняя память	EEPROM (количество циклов записи – 100000 раз, может сохранять записанную информацию более 10 лет)
Функция масштабирования	Есть (от 0,001 до 99,999)
Перемещение десятичной точки	Есть (крайние правые 3 разряда)

На рис. 5.11 изображена общая схема подключения внешних цепей питания и управления к многофункциональному счётчику H7CX-AUD1.



Рис. 5.11. Схема подключения внешних цепей

5.4.2. Подключение входных сигналов

Общая характеристика входов счётчика представлена в табл. 5.11. Варианты подключения входных сигналов изображены на рис. 5.12, а на рис. 5.13 представлена функциональная схема входов счётчика.

Таблица 5.11

Параметр	Значение
Входы	4 (CP1 – счёт 1, CP2 – счёт 2, RESET – сброс 1, RESET/TOTAL RESET – сброс 2/общий сброс)
Длительность входного сигнала	1 мс или 20 мс
Варианты подключения входных цепей	Вход без источника напряжения: уровень логической 1=max 1 кОм, логического 0=min 100 кОм. Вход с источником напряжения: уровень логической 1=4,5...30 В, логического 0=0...2 В пост. тока

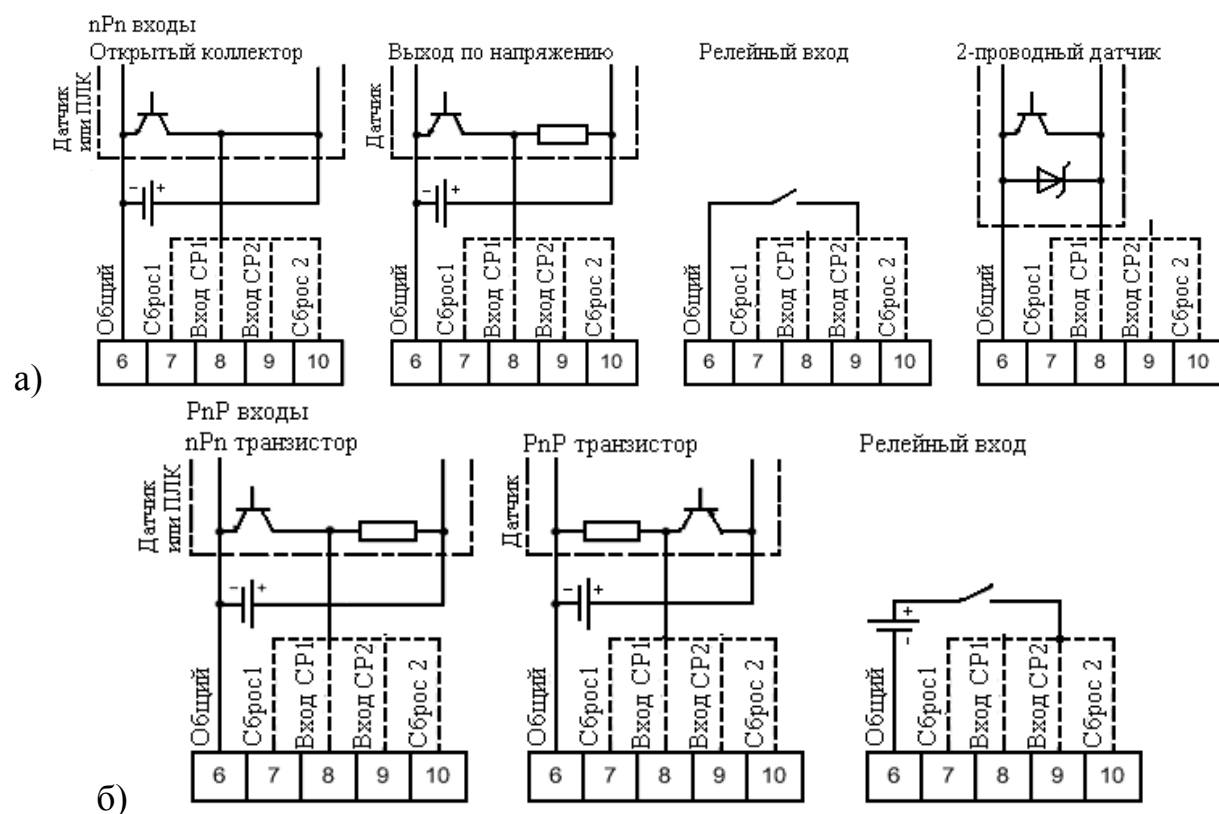


Рис. 5.12 Варианты подключения входных цепей: а) подключение без источника напряжения; б) подключение с источником напряжения

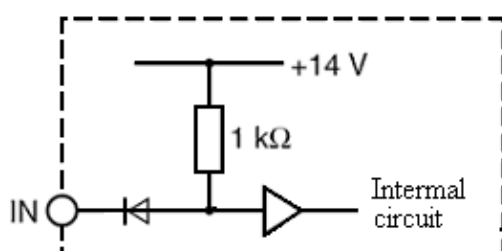


Рис. 5.13. Функциональная схема входов

5.4.3. Подключение выходных сигналов

Общая характеристика выходов счётчика представлена в табл. 5.12, схема подключения выходных цепей представлена на рис. 5.11.

Таблица 5.12

Параметр	Значение
Выходы	2 – замыкающий и размыкающий релейные контакты, 1 - транзисторный
Допустимая нагрузка	Релейный выход: 3 А при 30 В пост. тока, транзисторный выход: 100 мА при 30 В пост. тока

5.4.4. Программирование счётчика Н7СХ-AUD1

В данном многофункциональном устройстве можно реализовать 1-тактный счётчик, 2-тактный счётчик, суммирующий счётчик, пакетный счётчик, двойной

счётчик (сложение/вычитание), а также есть возможность применять его в качестве тахометра, подав на счётный вход сигнал с энкодера.

При работе со счётчиком можно пользоваться следующими меню:

- меню выбора режима работы счётчика;
- рабочий режим, в котором происходит процесс счёта импульсов;
- меню программирования счётчика, в котором пользователь настраивает необходимые параметры.

При этом в меню выбора работа счётчика приостанавливается, а во всех остальных работа продолжается.

Для выбора режима работы счётчика необходимо войти в меню выбора режима работы, где выставить требуемые параметры (рис. 5.14). В этом меню есть также возможность просмотреть текущее состояние контактов DIP-ключа.

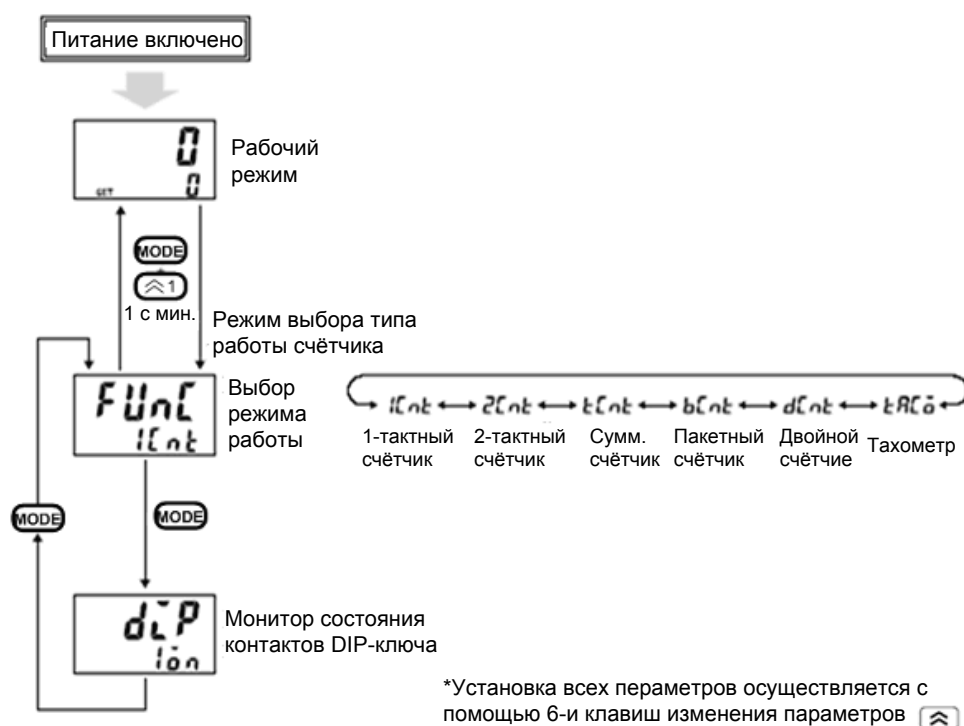


Рис. 5.14. Схема работы в меню выбора режима работы счётчика

Счетчик

В табл. 5.13 представлена краткая характеристика работы в режиме счётчика.

Таблица 5.13

Параметр	Описание
Поддерживаемые режимы работы счётчика	1-тактный, 2-тактный, суммирующий, пакетный, двойной (сложение/вычитание) счётчик
Максимальная скорость счёта	30 Гц или 5 кГц (программируется для всех входов)
Режимы работы входов	инкрементный, декрементный, командный, единичный и квадратурный (программируется)
Длительность входного сигнала	1 мс или 20 мс
Сброс счётчика	внешний, ручной и автоматический сброс (внутренний сброс в режимах C, P, Q, R)

Режимы работы выходов	N, F, C, R, K-1, P, Q, A, K-2, D, L, H
Время включения выходов	Фиксированный или импульс от 0,01 до 99,99 с

Ниже (рис. 5.15) представлены возможные режимы работы входов счётчика. При этом время t должно быть больше минимальной длительности входного сигнала, а время t_1 должно быть больше половины минимальной длительности входного сигнала.

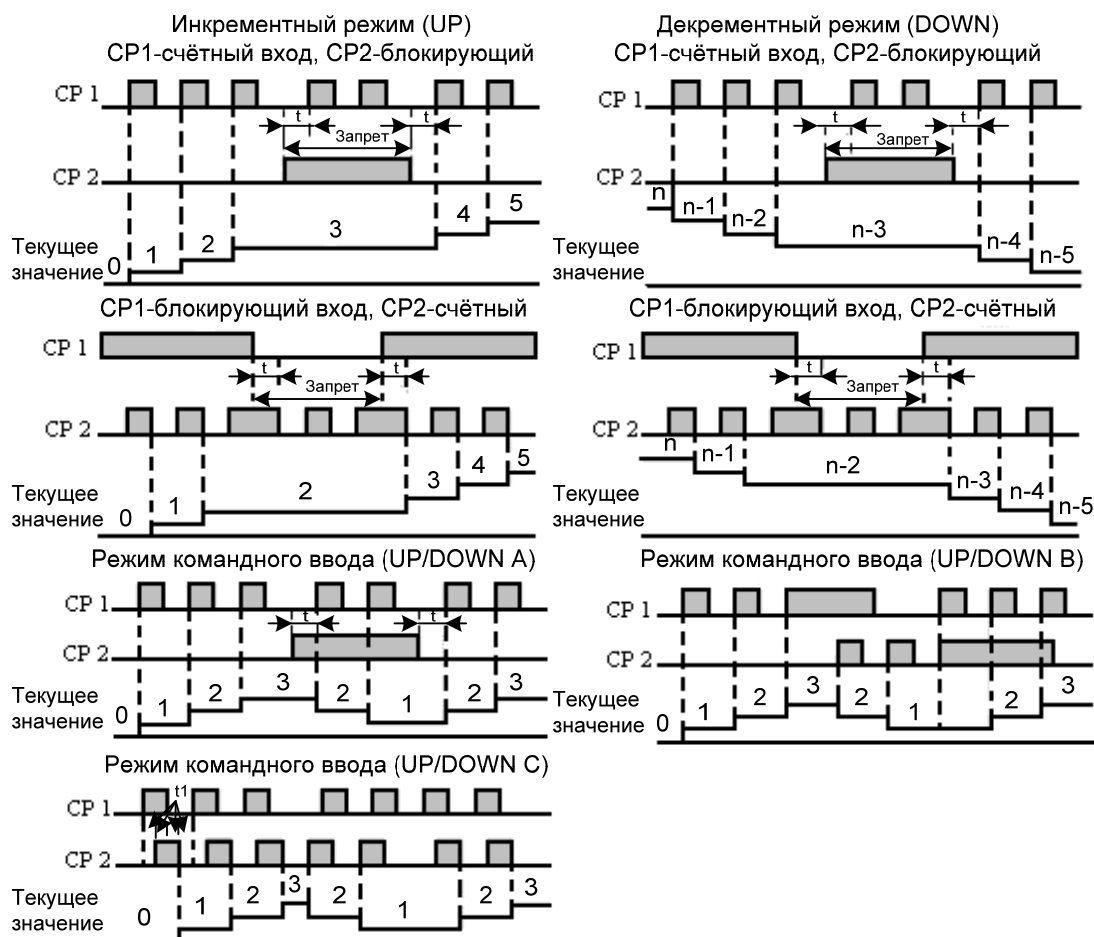


Рис. 5.15. Режимы работы входов

Также существует 12 режимов работы выходов. Их краткое описание приведено ниже.

Режим N. Текущее значение не изменяется. Выходы устанавливаются в 1 до тех пор, пока на сбросовом входе 1 не появится 1. Далее отсчёт начинается с начала при установке на сбросовом входе 0. Выход 1 фиксированный/импульсный (фикс./имп.), выход 2 фиксированный.

Режим F. Текущее значение продолжает изменяться, выходы устанавливаются в 1 до тех пор, пока на сбросовом входе не появится 1. Далее отсчёт начинается с начала при установке на сбросовом входе 0. Выход 1 фикс./имп., выход 2 фикс.

Режим С. При достижении уставки 2 текущее значение сбрасывается, и отсчёт начинается с начала. Выход 1 сбрасывается по заднему фронту выхода 2. Импульсный выход 1 не зависит от выхода 2. Выход 1 фикс./имп., выход 2 имп.

Режим R. Текущее значение не изменяется и сбрасывается по заднему фронту выхода 2. Фиксированный выход 1 сбрасывается по заднему фронту выхода 2. Импульсный выход 1 не зависит от выхода 2. Выход 1 фикс./имп., выход 2 имп.

Режим K-1. Текущее значение продолжает изменяться. Фиксированный выход 1 сбрасывается по заднему фронту выхода 2. Импульсный выход 1 не зависит от выхода 2. Выход 1 фикс./имп., выход 2 имп.

Режим P. Текущее значение не изменяется и сбрасывается по заднему фронту выхода 2. Одновременно по переднему фронту выхода 2 начинается новый отсчет и текущее значение сбрасывается не до нуля, а до какого-то значения. Фиксированный выход 1 сбрасывается по заднему фронту выхода 2. Импульсный выход 1 не зависит от выхода 2. Выход 1 фикс./имп., выход 2 имп.

Режим Q. Текущее значение продолжает изменяться до сброса выхода 2. Фиксированный выход 1 сбрасывается по заднему фронту выхода 2. Импульсный выход 1 не зависит от выхода 2. Выход 1 фикс./имп., выход 2 имп.

Режим A. Текущее значение и фиксированный выход 1 удерживаются до тех пор, пока на сбросовом входе 1 не появится 1. Выход 1 и выход 2 не зависят друг от друга. Выход 1 фикс./имп., выход 2 имп.

Режим K-2. Текущее значение продолжает изменяться до переполнения или до нуля. Выходы только импульсные.

Режим D. Текущее значение продолжает изменяться до переполнения или до нуля. Выходы 1 и 2 устанавливаются в 1 в моменты равенства уставки и текущего значения.

Режим L. Текущее значение продолжает изменяться до переполнения или до нуля. Выход 1 устанавливается в 1, пока текущее значение больше уставки 1. Выход 2 устанавливается в 1, пока текущее значение меньше уставки 2. Выходы фиксированные.

Режим H. Текущее значение продолжает изменяться до переполнения или до нуля. Выход 1 устанавливается в 1, пока текущее значение больше уставки 1. Выход 2 устанавливается в 1, пока текущее значение больше уставки 2. Выходы фиксированные. (только в режиме 2-тактного счётчика).

Примечания:

1. При переполнении (999.999) счётчик сбрасывается в 0;
2. Счет не возможен при включенном сбросовом входе 1;
3. Если включен сбросовый вход 1 при включенном импульсном выходе, то он сбрасывается;
4. При отключении питания включенный выход остаётся в том же состоянии до появления питания;
5. Не использовать функции счётчика в тех случаях, где счёт заканчивается, пока импульсный выход включен.

Ниже приведено краткое описание режимов универсального счётчика.

1-тактный счётчик

Программируется только одна уставка. При достижении текущим значением значения уставки выходы устанавливаются в 1.

2-тактный счётчик

Программируется две уставки. При достижении текущим значением первой включается один выход, при достижении второй уставки – второй выход.

Суммирующий счётчик (рис. 5.16а)

Программируется одна уставка. При сбросе текущего значения, счетчик продолжает считать сумму. Сумма обнуляется сбросовым входом 2. Если клавиша сброса нажата во время индикации суммы, то она сбрасывается, текущее значение также сбрасывается. Диапазон счёта от –99.999 до 999.999 (от –999 до 9.999), при переполнении сумма сбрасывается в 0.

Пакетный счётчик (рис. 5.16б)

Программируется одна уставка. При её достижении текущим значением эта величина добавляется в сумму, одновременно включается выход 2. Текущее значение обнуляется при появлении 1 на сбросовом входе 1. При достижении уставки пакетного счётчика включается выход 1 (пакетный выход), но сумма не сбрасывается. При появлении 1 на сбросовом входе 2 сумма обнуляется, текущее значение не сбрасывается. Если клавиша сброса нажата во время индикации суммы, то она и выход 2 сбрасываются, текущее значение также сбрасывается. При переполнении счётчик сбрасывается в 0. Если уставка пакетного счётчика была изменена на значение меньше текущей суммы, пакетный выход включится в 1.

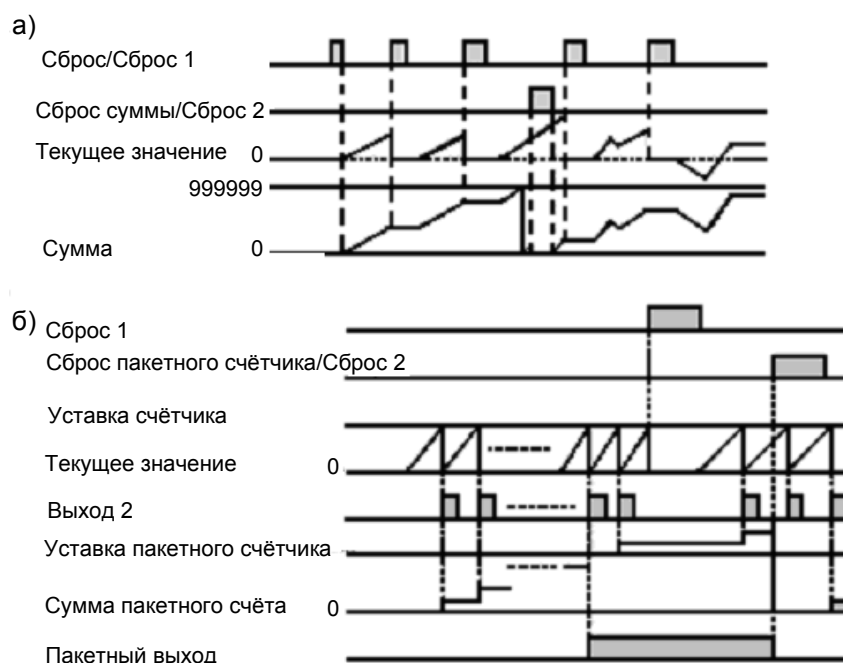


Рис. 5.16. Временные диаграммы работы
а) суммирующего и б) пакетного счётчиков

Двойной счётчик

При использовании этого счётчика значения с двух счётных входов складываются (текущее значение двойного счётчика=CP1+CP2, рис. 5.17а) или вычитаются (текущее значение двойного счётчика=CP1–CP2, рис. 5.17б). Текущее значение CP1 обнуляется сбросовым входом 1. Текущее значение CP2 обнуляется сбросовым входом 2. Если клавиша сброса нажата во время индикации суммы двойного счётчика, текущего значения CP1, текущего значения CP2, то все текущие значения и все выходы сбрасываются. В это время счетные входы не работают. При переполнении счётчика на дисплее появится FFFFFFFF и дальнейший счёт будет невозможен. При включенном сбросовом входе 1 счётный вход CP1 и при включенном сбросовом входе 2 счётный вход CP2 не работают.

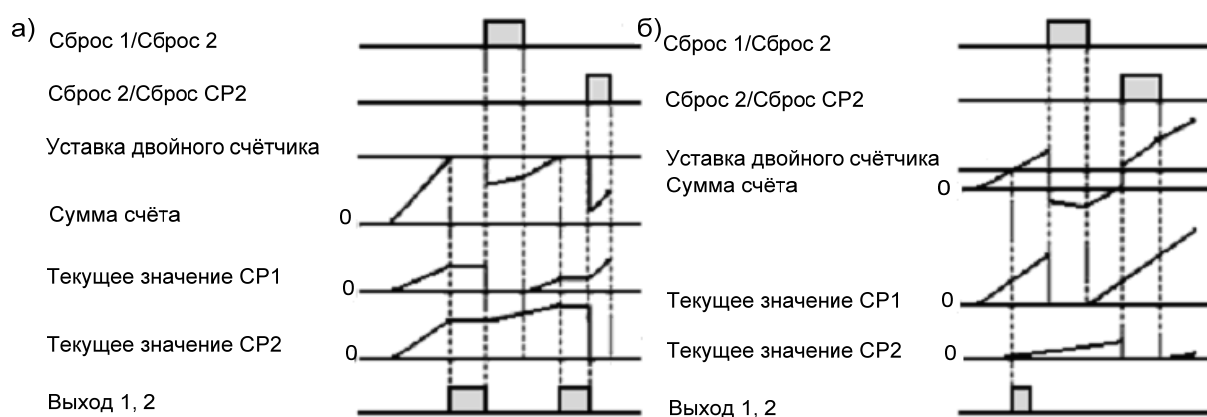


Рис. 5.17. Временные диаграммы работы двойного счётчика

Многофункциональный счетчик также имеет дополнительные функции. Ниже приведено описание этих функций:

- смена цвета дисплея. Позволяет изменять цвет дисплея в зависимости от состояния выходов;
- нумерация входов. При использовании в режиме 2-тактного счётчика можно выбрать для релейного и транзисторного выходов их порядковый номер: 1 или 2;
- функция масштабирования. Сигналы, поступающие на вход счётчика, преобразуются в значения технологического параметра на дисплее с необходимым масштабом;
- ключ защиты от изменения параметров. Данная функция позволяет ставить запрет на изменение параметров счётчика. При полном запрете на изменение параметров все клавиши, расположенные на лицевой панели, будут невосприимчивы при нажатии на них. Защита вступает в действие при переводе ключа на верхней панели в положение «ON».

В рабочем режиме можно контролировать текущее значение, регулировать величины уставок для всех режимов работы счётчика. Схема управления различными типами счётчиков представлена на рис. 5.18.

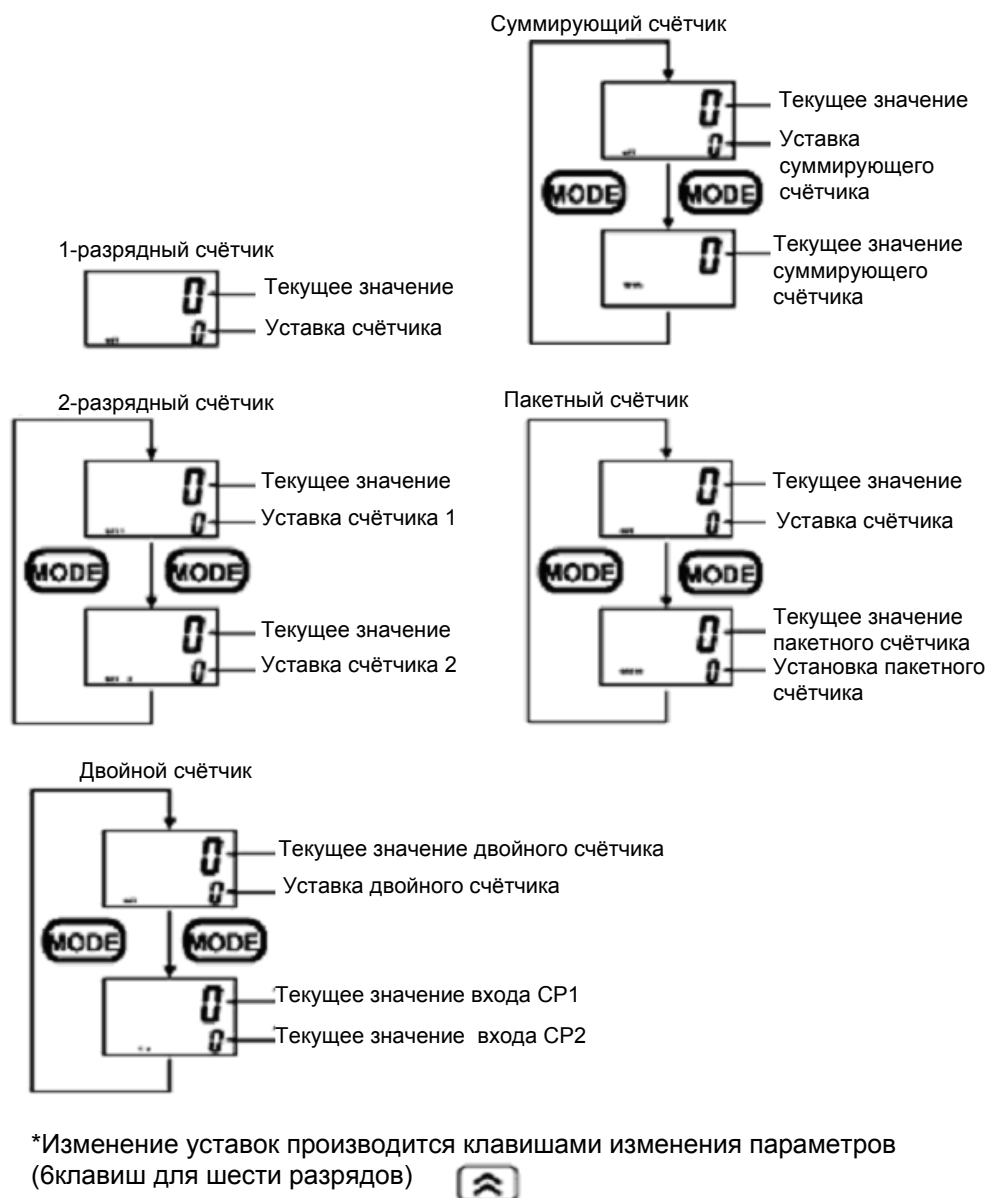


Рис. 5.18. Схема управления счётчиками в рабочем режиме

Для программирования счётчика используется два способа: с помощью DIP-ключа (Dual Inline Package switch – впаиваемый в печатную плату пакет миниатюрных переключателей) и с помощью рабочих клавиш на лицевой панели счётчика. С помощью контактов DIP-ключа производится установка базовых функций, а с помощью рабочих клавиш – дополнительных функций счётчика. В табл. 5.14 представлены варианты программирования с помощью контактов DIP-ключа. На рис. 5.19 изображена схема программирования дополнительных функций счётчика с помощью рабочих клавиш.

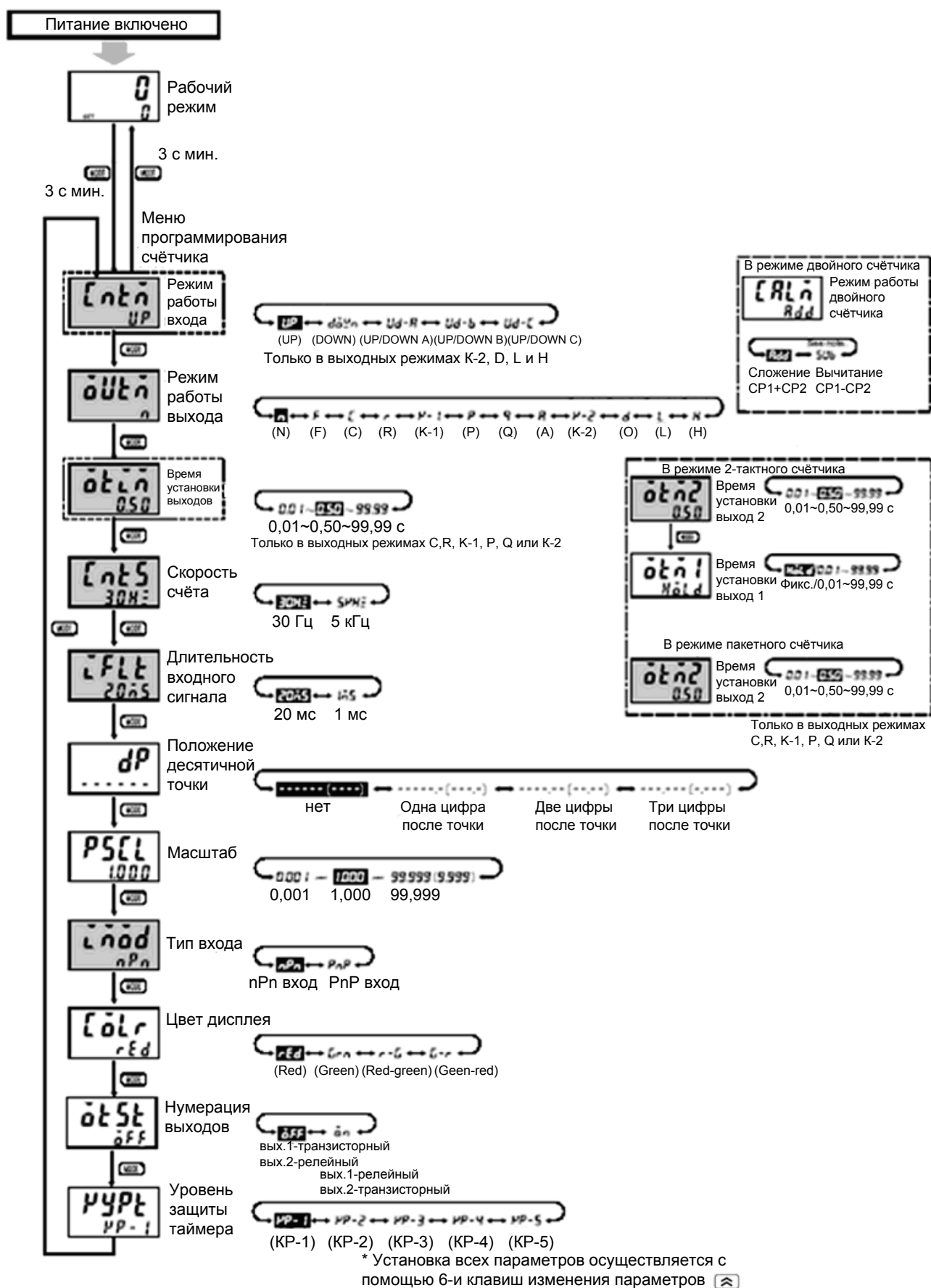


Рис. 5.19. Схема программирования счётчика

Таблица 5.14

DIP-ключ	Назначение	Включено «ON»		Выключено «OFF»
Контакт 1	Установки DIP-ключа	Действуют		Не действуют
Контакт 2	Скорость счёта	30 Гц		5 кГц
Контакт 3	Режим работы входов	Инкрементный		Декрементный
Контакт 4	Режим работы выходов	Конт.4	Конт.5	Режим работы
Контакт 5		OFF	OFF	Режим N
		ON	OFF	Режим F
		OFF	ON	Режим С
		ON	ON	Режим К-1
Контакт 6	Время включения выхода	0,5 с		0,05 с
Контакт 7	Длительность входного сигнала	20 мс		1 мс
Контакт 8	Тип входа	nPn		PnP

Примечание.

1. Изменение положений контактов DIP-ключа производить только при выключенном питании счётчика.

Тахометр

Для работы в этом режиме необходимо в меню выбора режима работы выбрать «Тахометр» (см. рис. 5.14)

В табл. 5.15 представлена краткая характеристика работы в режиме тахометра.

Таблица 5.15

Параметр	Описание
Метод измерения	Измерения с периодичностью 200 мс
Максимальная скорость счёта	30 Гц или 10 кГц (программируется)
Диапазоны измерения	От 0,01 до 30,00 Гц или от 0,01 Гц до 10 кГц
Точность измерения	0,01% макс. значения + младший разряд
Режимы работы выходов	HI-LO, AREA, HI-HI, LO-LO (программируется)
Время установки в ноль	От 0,1 до 99,9 с
Время запуска	От 0,0 до 99,9 с
Период усреднения	Выкл./2/4/8 периодов (программируется)

Ниже приведены возможные режимы работы выходов (рис. 5.20), которые пользователь может выбрать при работе в режиме тахометра.



Рис. 5.20. Временные диаграммы режимов работы выходов

В режиме тахометра можно контролировать текущее значение измеряемой величины, регулировать величины уставок срабатывания выходов тахометра. Схема управления тахометром в режиме измерения представлена на рис. 5.21.

Также при работе с тахометром можно воспользоваться следующими дополнительными функциями:

- функция масштабирования. С ее помощью последовательность импульсов на входе счётчика можно преобразовать в требуемое значение на дисплее. Если эта функция выключена, то на дисплее показывается частота входных импульсов.

- функция усреднения. С ее помощью можно предупредить мерцание дисплея и выходов при пульсирующих входных сигналах. Может быть выбран один из четырех режимов усреднения.

- смена цвета дисплея в зависимости от состояния выходов.

- стартовое время. Для предотвращения нежелательного включения выходов от нестабильного входного сигнала после включения питания можно выставить время задержки начала измерения.

- время сброса в 0. Программируется время сброса счётчика в 0 при отсутствии входных импульсов в течение определенного времени. Время сброса должно быть немного больше, чем рассчитанный интервал между входными импульсами и внутри установленным диапазоном времени.

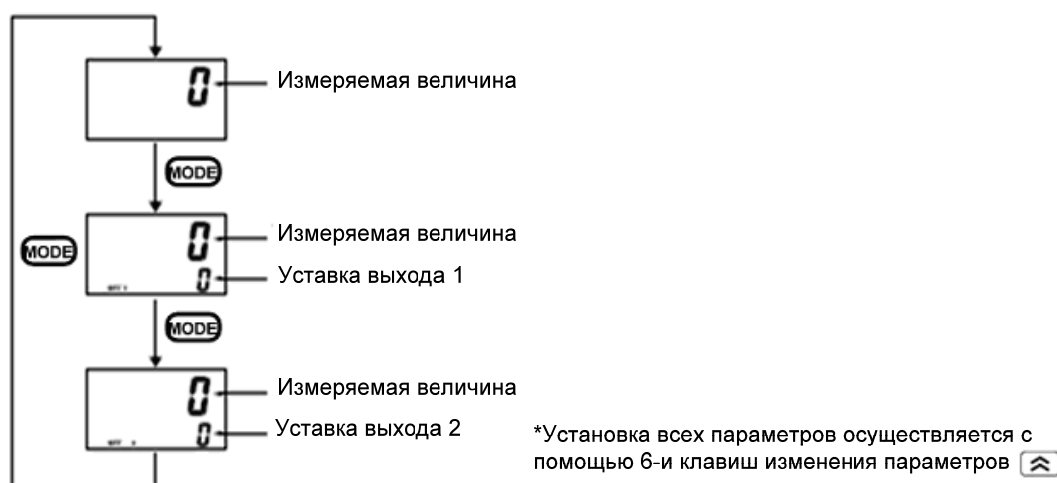


Рис. 5.21. Схема управления тахометром в рабочем режиме

Для программирования в режиме тахометра используется два способа: с помощью DIP-ключа и с помощью рабочих клавиш на лицевой панели счётчика. С помощью контактов DIP-ключа производится установка базовых функций, а с помощью рабочих клавиш – дополнительных функций тахометра. В табл. 5.16 представлены варианты программирования с помощью контактов DIP-ключа. На рис. 5.22 изображена схема программирования дополнительных функций тахометра с помощью рабочих клавиш.

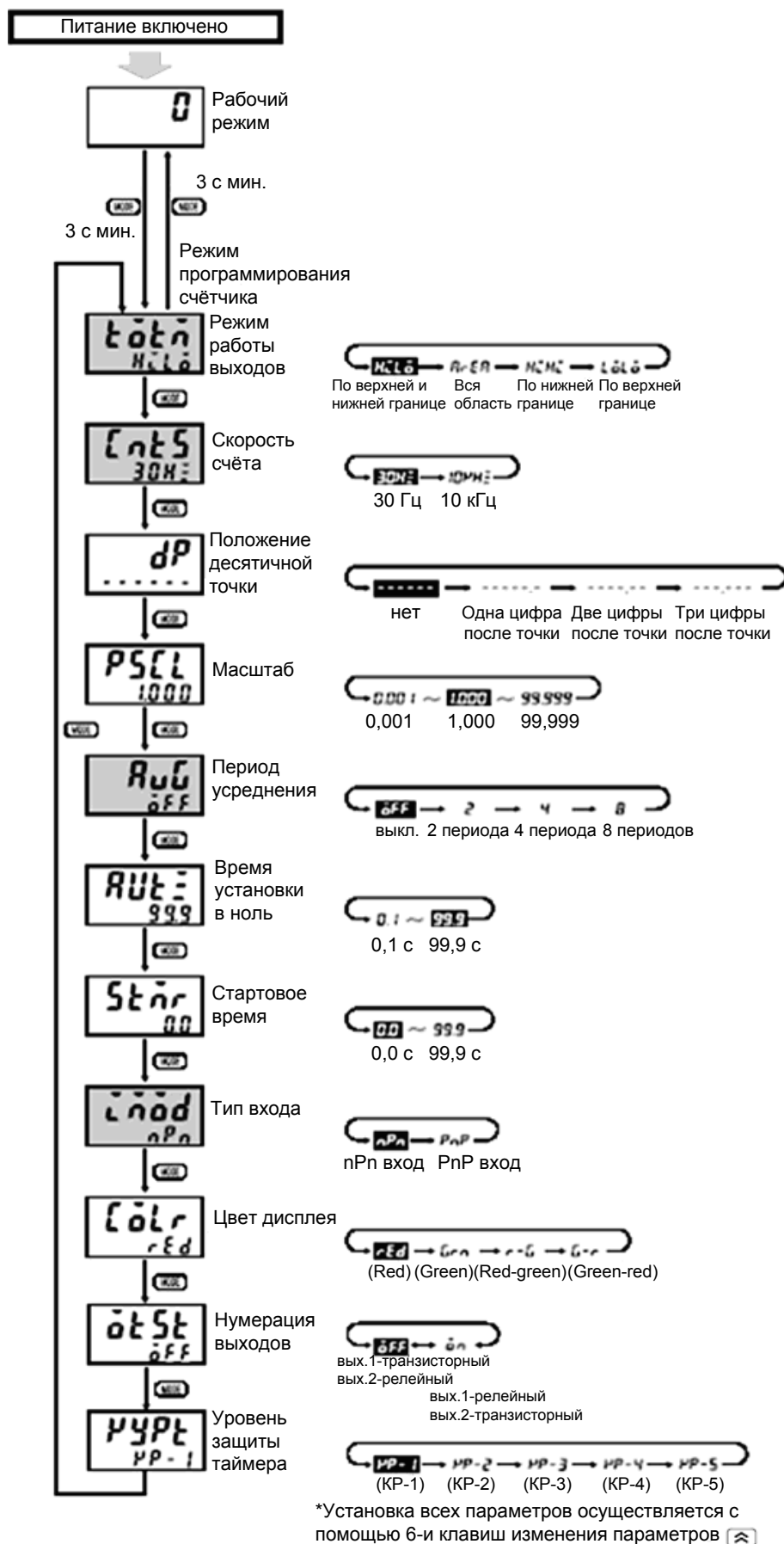


Рис. 5.22. Схема программирования тахометра

Таблица 5.16

DIP-ключ	Назначение	Включено «ON»		Выключено «OFF»
Контакт 1	Установки DIP-ключа	Действуют		Не действуют
Контакт 2	Скорость счёта	30 Гц		5 кГц
Контакт 3	Режим работы выходов	Конт.3	Конт.4	Режим работы выхода
Контакт 4		OFF	OFF	По верхней и нижней границе, HI-LO
		ON	OFF	Вся область, AREA
		OFF	ON	По нижней границе, HI-HI
		ON	ON	По верхней границе, LO-LO
Контакт 5	Период усреднения	Конт.5	Конт.6	Период усреднения
Контакт 6		OFF	OFF	Выключено
		ON	OFF	2 периода
		OFF	ON	4 периода
		ON	ON	8 периодов
Контакт 7	—	—		—
Контакт 8	Тип входа	nPn		PnP

5.5. Технические характеристики и программирование измерителя-регулятора КЗМА-J-A2

Компактный многофункциональный цифровой измеритель-регулятор КЗМА-J-A2 для широкого применения. Он позволяет постоянно контролировать в системе определенные параметры технологического процесса, выводить их значения на дисплей (в том числе фиксирует максимальное/ минимальное значения параметра). Также при совпадении текущего значения со значением запрограммированной пользователем уставки включает релейные выходы (по выбору пользователя), что позволяет управлять технологическим процессом. Прибор имеет дополнительные функции (позиция десятичной точки, функция подавления нулей, функция обучения входного диапазона и другое), легко настраивается при помощи 5-и кнопок на лицевой панели.

5.5.1. Основные технические характеристики

На рис. 5.23 показан внешний вид цифрового измерителя-регулятора КЗМА-J-A2. Пояснения к позиционным обозначениям даны в табл. 5.17.

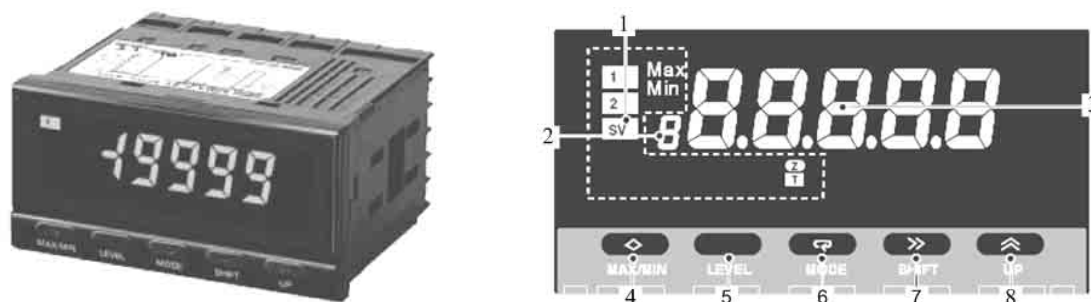


Рис. 5.23. Цифровой измеритель-регулятор КЗМА-J-A2

Таблица 5.17

№ п/п	Объект		Описание
1	Рабочий индикатор	1	Включён выход 1
		2	Включен выход 2
		SV	Отображается или изменяется уставка
		Max	Основной индикатор показывает максимальное значение
		Min	Основной индикатор показывает минимальное значение
		Z	Функция подавления нулей включена
		T	Действует функция обучения, при включенной функции обучения мигает
2	Индикатор уровня		Отображается уровень, на котором работает пользователь в данный момент
3	Основной индикатор		Отображаются текущее значение, уставка, параметры (в зависимости от режима)
4	Клавиша «MAX/MIN»		Вывод максимального/минимального значений
5	Клавиша «LEVEL»		Смена меню
6	Клавиша «MODE»		Переход от параметра к параметру в пределах одного уровня
7	Клавиша «SHIFT»		Во время программирования при нажатии активизирует выбранный параметр, далее позволяет перемещаться по разрядам выбранного ранее параметра
8	Клавиша «UP»		Позволяет изменять значение выбранного параметра, а также используется для установки/сброса режима подавления нулей во время измерения

В табл. 5.18 представлены общие характеристики измерителя КЗМА-Ј.

Таблица 5.18

Параметр	Значение
Напряжение питания	24 В постоянного тока
Потребляемая мощность	максимум 4,5 Вт при 24 В постоянного тока
Аналого-цифровое преобразование	Метод двухтактного интегрирования
Постоянная интегрирования	250 мс
Период обновления дисплея	250 мс
Число отображаемых символов	максимум 5 разрядов (от –19 999 до 99 999)
Дисплей	7-сегментный с высотой знака 14,2 мм, при отрицательном входном сигнале знак “–” высвечивается автоматически, нули в старших разрядах не отображаются
Дополнительные функции	фиксация максимального/минимального значений контролируемого параметра, гистерезис, функция подавления нулей, функция масштабирования, функция усреднения и т.д.

На рис. 5.24 представлена схема подключения всех внешних цепей питания и управления к измерителю КЗМА-Ј-А2.

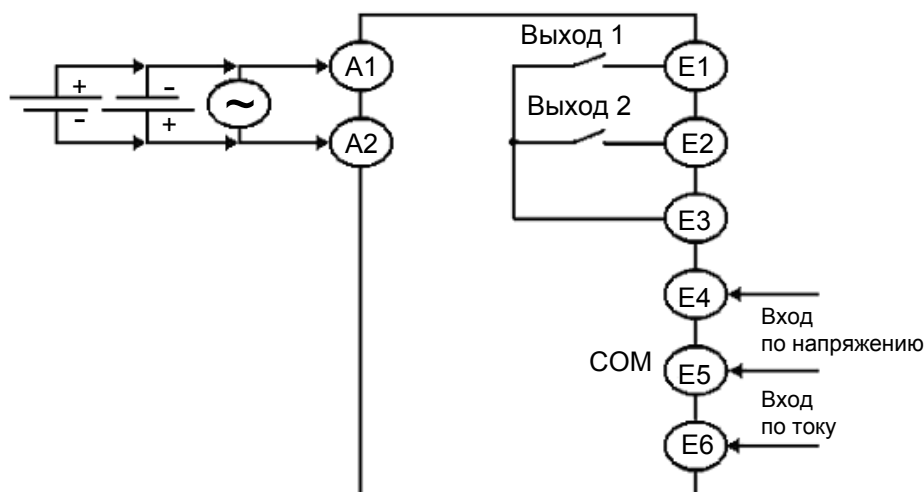


Рис. 5.24. Схема подключения цепей питания и управления к КЗМА-J-A2

5.5.2. Подключение входных сигналов

Общая характеристика входов измерителя представлена в табл. 5.19. На рис. 5.24 представлена схема подключения входных сигналов, на рис. 5.25 изображены функциональные схемы входов.

Таблица 5.19

Входы (пост. ток)	Пределы измерения	Точность измерения	Входной импеданс	Диапазон значений, вы- водимых на дисплей
Вход по напряжению	от 1,000 до 5,000 В	Максимум 0,1% от макс. значения + младший разряд	1 МОм	от –19999 до 99999 (с включенной функцией масштабирования)
	от 0,000 до 5,000 В			
	от –5,000 до 5,000 В			
	от –10,000 до 10,000 В			
Токовый вход	от 4,00 до 20,00 мА		45 Ом	
	от 0.00 до 20.00 мА			

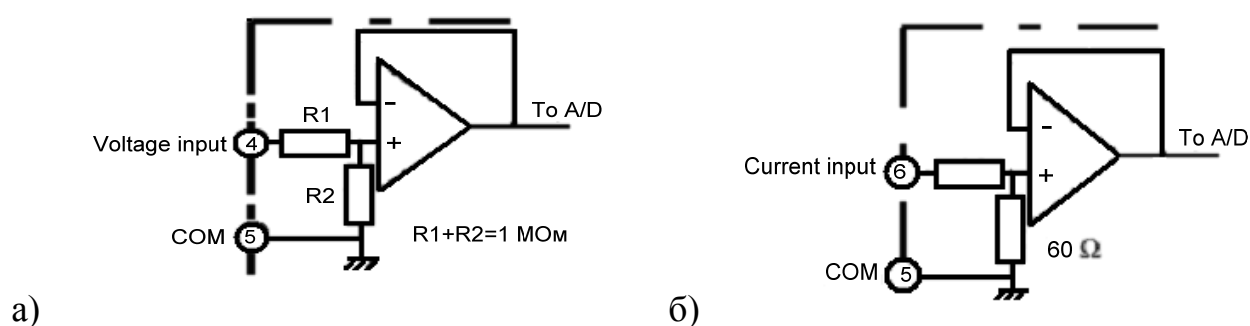


Рис. 5.25. Функциональные схемы входов: а) по напряжению; б) по току

5.5.3. Подключение выходных сигналов

Общая характеристика выходов измерителя представлена в табл. 5.20. На рис. 5.24 представлена схема подключения выходных сигналов.

Таблица 5.20

Параметр	Значение
Выход	релейный
Количество выходов	2 (замыкающие контакты)
Задержка срабатывания реле	Максимум 750 мс
Номинальная нагрузка	5 А при 30 В постоянного тока
Минимальная нагрузка	10 мА при 5 В постоянного тока
Прочность реле	механическая – минимум 5 000 000 операций. электрическая – минимум 100 000 операций

5.5.4. Программирование измерителя-регулятора КЗМА-J-A2

Для удобства работы с измерителем создано несколько меню, в которых осуществляется программирование и непосредственно процесс измерения (табл. 5.21).

Общая схема работы с меню представлена на рис. 5.26.

Таблица 5.21

Название меню	Функции	Процесс измерения
Меню защиты	Установка блокировок	Продолжается
Рабочее меню	Индикация текущего значения, установка/сброс функции подавления нулей, установка уставок включения выходов 1 и 2	Продолжается
Меню настройки основных параметров	Настройка типа входа, выходного режима, масштаба и др. параметров	Остановлен
Меню настройки доп. параметров	Настройка функции усреднения, цвета дисплея и др. доп. параметров	Остановлен

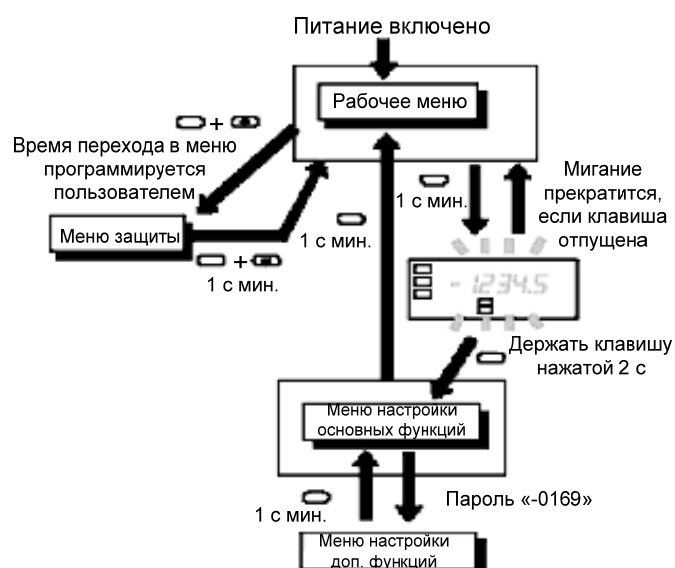


Рис. 5.26. Общая схема работы с меню

Цифровой измеритель-регулятор КЗМА-J-A2 предназначен для представления каких-либо технологических величин. Процесс измерения основан на том, что бе-

рется сигнал с датчика. Его минимальному значению присваивается минимальное или максимальное значение контролируемого параметра. А максимальному сигналу с датчика присваивается соответственно максимальное или минимальное значение параметра (рис. 5.27).

Данный прибор предназначен также для контроля технологических параметров. Для этого он имеет два релейных выхода. Существует 6 режимов работы выходов. На рис. 5.28 изображены диаграммы, поясняющие принцип включения выходов.

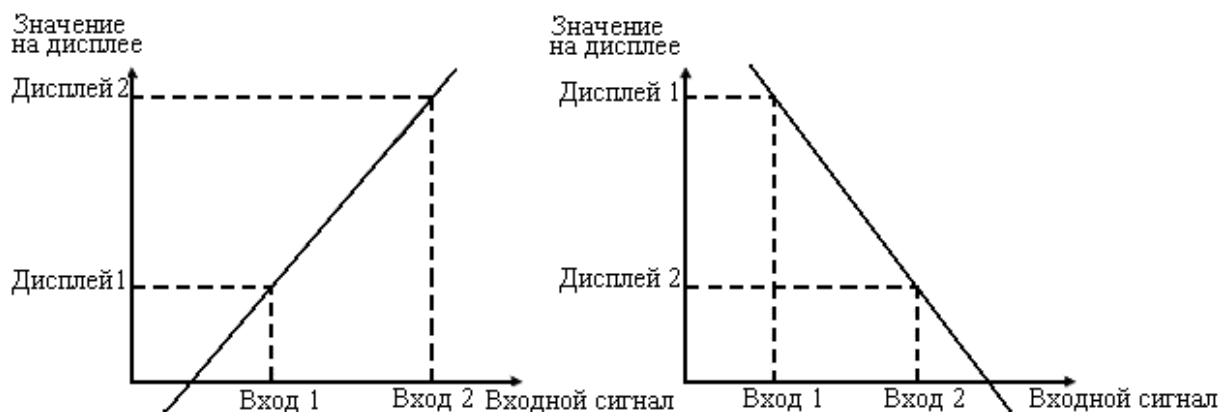


Рис. 5.27. Принцип измерения технологического параметра

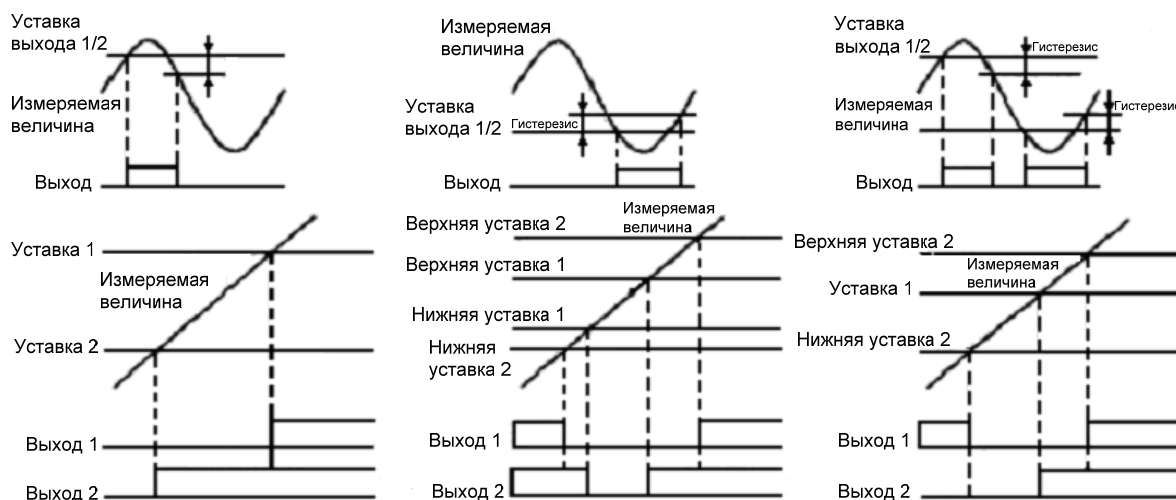


Рис. 5.28. Режимы работы выходов

В режиме, представленном на рис. 5.28 а) выход включается при превышении верхнего порога. В режиме на рис. 5.28 б) – при текущем значении меньшем нижнего порога. На рис. 5.28 в) изображен режим, при котором выход срабатывает при текущих значениях больших и меньших соответственно верхнего и нижнего порогов. Режим на рис. 5.28 г) обеспечивает включение выходов при текущих значениях больших уставок каждого выхода. На рис. 5.28 д) и е) представлены режимы, в которых выходы включаются при значениях меньших и больших заданных уставок (соответственно граничный и комбинированный режимы).

Также цифровой индикатор имеет ряд дополнительных функций.

- функция сброса параметров. Позволяет сбросить все параметры к заводским.
- функция усреднения. Осуществляет процесс усреднения входного сигнала. Используется в качестве фильтра для подавления высокочастотных колебаний входного сигнала.

- гистерезис. Используется для включения и сброса выхода, в тех случаях, когда измеряемая величина находится очень близко к величине уставки выхода.

- функция подавления нулей. Используется, когда необходимо заменять отрицательное значение нулем, или когда необходимо работать вблизи нуля.

- смена цвета дисплея. Позволяет при необходимости изменить цвет дисплея.

- функция смещения в ноль. Позволяет сместить значение на дисплее к нулю одним нажатием на клавишу. Используется клавиша «UP».

- индикация максимального/минимального значений. Позволяет увидеть максимальное и минимальное значение измеряемой величины, зафиксированное измерителем во время работы. Используется клавиша «MAX/MIN».

Программирование индикатора K3MA-J-A2 ведется с помощью клавиш, расположенных на лицевой панели. Для программирования основных функций необходимо войти в меню программирования основных функций, далее можно настроить дополнительные функции, войдя в соответствующее меню. Схема программирования K3MA-J-A2 представлена на рис. 5.29.

5.6. Выполнение лабораторной работы

Данная лабораторная работа предназначена для изучения различного пультавого оборудования фирмы OMRON. Варианты задач, приведённые ниже, предусматривают программирование устройств и проверку правильности программирования с помощью сборки схемы.

В табл. 5.22 представлены варианты задач для программирования таймера, счётчика и измерителя-регулятора.

Таблица 5.22

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 для таймера	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4
Номер варианта для счётчика	4	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3
Номер варианта для индикатора	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2

На лицевой панели модуля ПО (рис. 5.30) закреплено изучаемое пультавое оборудование и гнезда для подключения входных и выходных сигналов. Питание модуля напряжением постоянным тока 24 В – от модуля ПАУ.

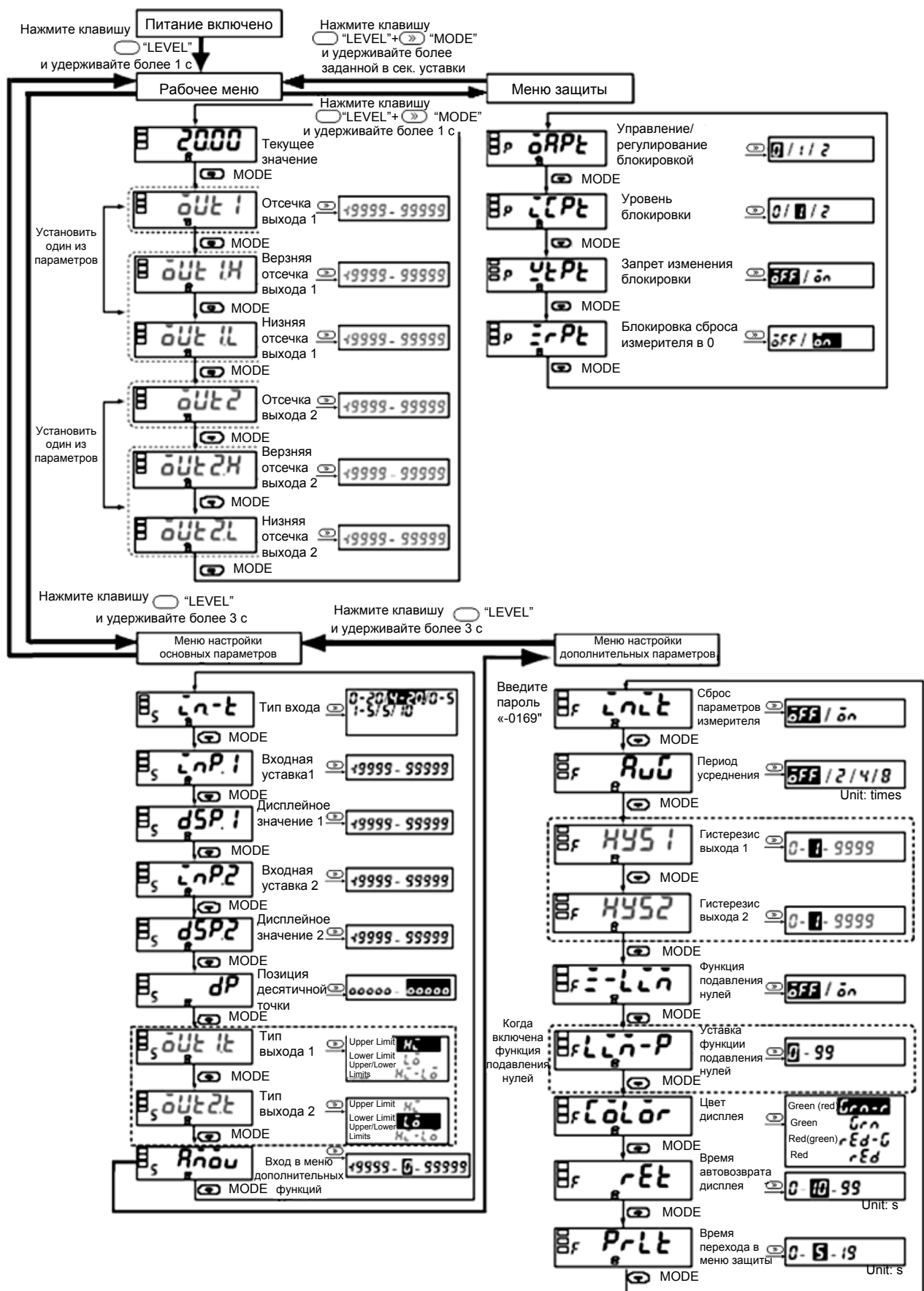


Рис. 5.29. Схема программирования измерителя-регулятора КЗМА-J-A2

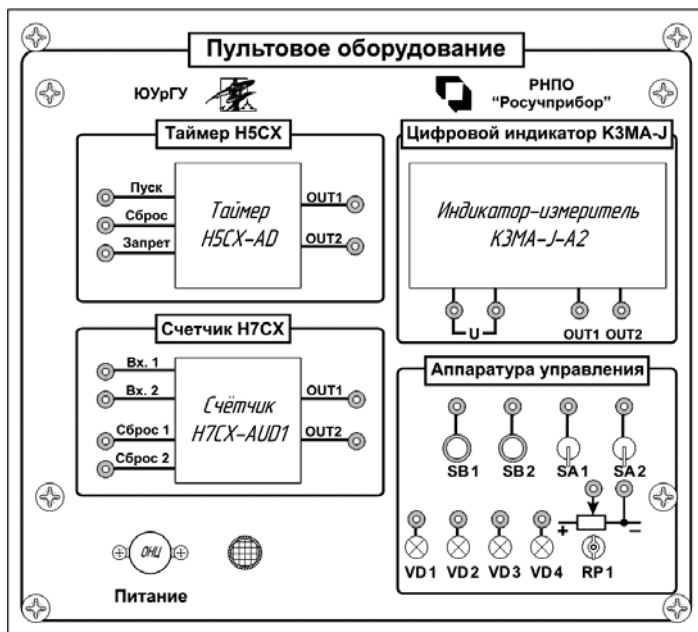


Рис. 5.30. Лицевая панель модуля пультного оборудования

Вся подготовка лабораторного стенда для проведения данной лабораторной работы сводится только к тому, что необходимо произвести соединение модулей стенда съёмными кабелями согласно схеме, представленной на рис. 5.31.

После этого необходимо включить сетевой выключатель на лицевой панели модуля ПАУ. Наличие напряжения на этом модуле индицируется свечением светодиода на его лицевой панели. С некоторой задержкой в модуле ПО включаются все устройства находящиеся в нём (таймер, счётчик и индикатор).

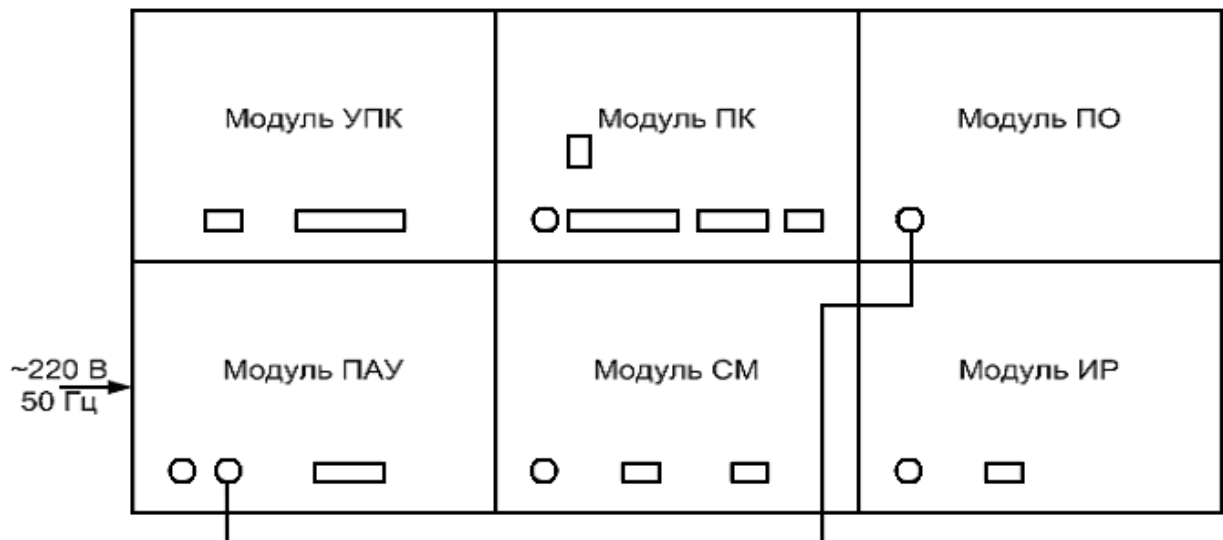


Рис. 5.31 Схема соединения модулей для проведения лабораторной работы №4

В целом принципы программирования таймера или счётчика схожи, поэтому ниже приводится описание последовательности программирования параметров для обоих устройств.

Для программирования таймера или счётчика необходимо воспользоваться схемами, приведёнными на рис. 5.6 и 5.9 – для таймера, и на рис. 5.19 и 5.22 – для счётчика.

Для входа в меню программирования необходимо нажать и держать кнопку MODE (см. рис. 5.1 и 5.19) более 3 с. После этого таймер или счётчик переходит в меню программирования параметров. При этом на дисплее индицируется первый пункт меню. Для перехода от одного пункта меню к другому нужно также нажимать кнопку MODE. Изменение выбранного параметра производится клавишами изменения параметров. Для параметров, имеющих символьное отображение на дисплее, необходимо нажимать эти клавиши до появления необходимого значения. В параметрах, имеющих числовое значение, каждый разряд числа изменяется своей клавишей (для 4-разрядного таймера – четыре клавиши настройки параметров, для 6-разрядного счётчика – шесть клавиш). Для фиксации изменённого параметра необходимо нажать клавишу MODE, при этом на дисплее появится следующий пункт меню. Для выхода из меню программирования нужно также нажать клавишу MODE и держать её более 3 с.

Для программирования индикатора КЗМА-J-A2 необходимо воспользоваться схемой, представленной на рис. 5.29. Для входа в различные меню необходимо нажимать разные комбинации клавиш. При входе в необходимое меню у пользователя появляется возможность редактирования любого параметра. Для этого необходимо клавишей MODE (см. рис. 5.23) выбрать подлежащий изменению параметр. Далее нажать клавишу SHIFT для активизации параметра, при этом он начнёт мигать. Для редактирования параметра необходимо ещё раз нажать клавишу SHIFT, при этом начнёт мигать крайний левый разряд или начальное значение параметра. Для его изменения нужно нажимать кнопку UP до тех пор, пока на дисплее не появится необходимое значение. Далее для изменения следующего разряда необходимо нажать ещё раз кнопку SHIFT, при этом активным станет второй слева разряд. Его также можно изменить. Аналогично изменяются и другие разряды текущего параметра. Для фиксации отредактированного параметра необходимо нажать клавишу MODE, при этом текущий параметр запоминается, а на дисплее высвечивается следующий по схеме на рис. 5.29 параметр меню. Для выхода из меню необходимо нажать комбинацию клавиш, указанную на рисунке или подождать некоторое время: индикатор сам переключится в рабочий режим. Время возвращения также программируется (уставка изменяется пользователем от 0 до 99 с.).

Для проверки правильности программирования таймера или счётчика необходимо на основании рис. 5.32 собрать схему экспериментальной проверки. Для этого требуется к входам исследуемого устройства подключить необходимые коммутационные элементы (кнопки или тумблеры) путем соединения соответствующих гнезд на лицевой панели. Для индикации работы выходов пультавого оборудования можно подключить светодиоды. Подключение светодиодов проводится аналогичным образом. Состояние выходов также можно увидеть на дисплее устройства (см. рис. 5.1 и 5.19), поэтому подключение светодиодов необязательно.

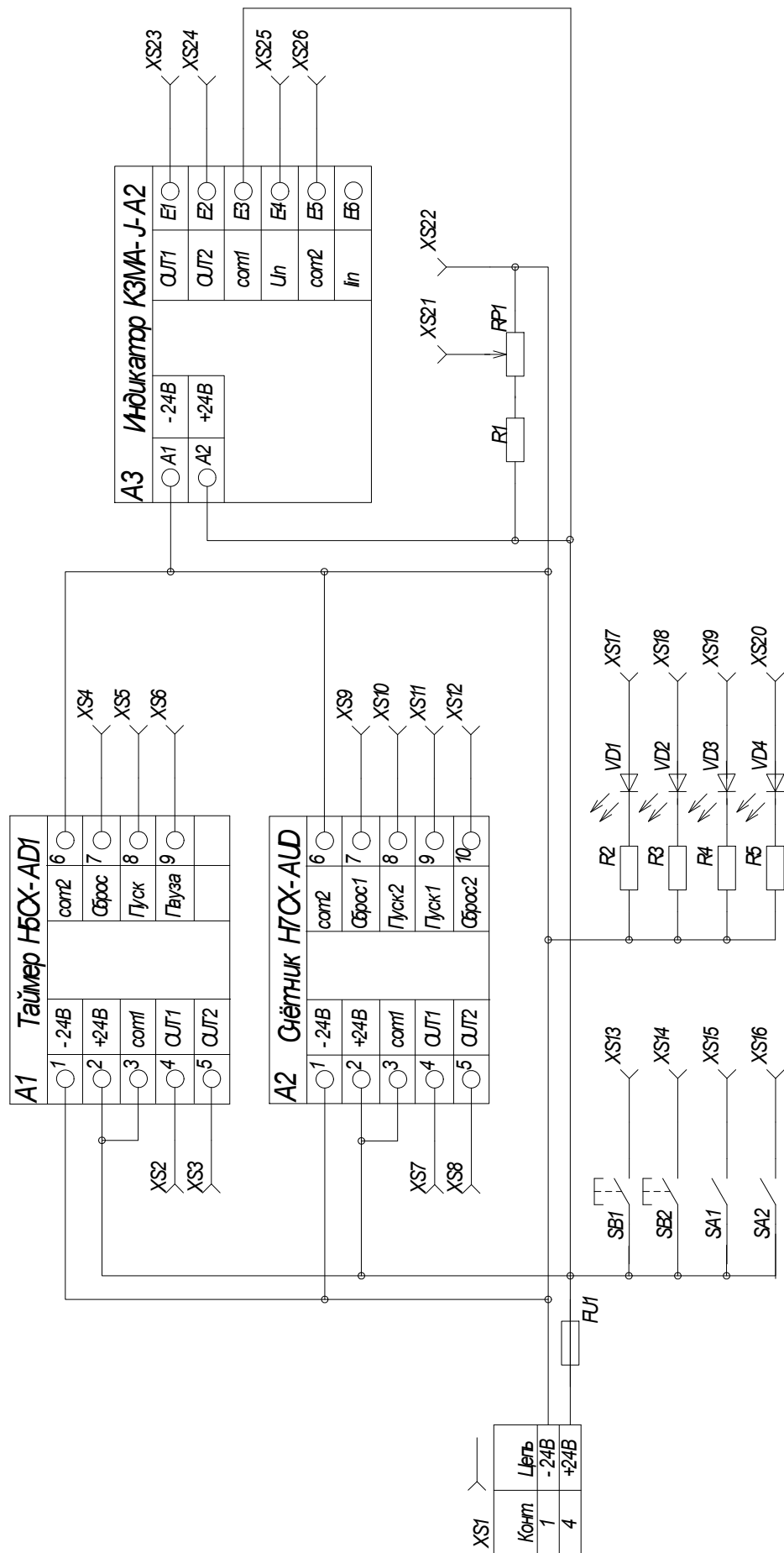


Рис. 5.32. Схема электрическая принципиальная модуля ПО

Для проверки правильности программирования измерителя также собирается схема экспериментальной проверки. Для этого гнезда XS21 и XS22 потенциометра RP1 (см. рис. 5.32) соединяются соответственно с гнездами XS25 и XS26 измерителя-регулятора.

К выходам измерителя можно подключить светодиоды для индикации срабатывания выходов. Состояние выходов также можно увидеть на дисплее (см. рис. 5.23), поэтому подключение светодиодов необязательно.

Если же к выходам измерителя необходимо подключить счётчик или таймер, то его выходы соединяются шнурами с требуемыми входами таймера или счётчика.

5.7. Варианты задач для таймера H5CX-AD

Задача 1. Получить на выходе таймера импульсы 1 с с частотой 5 Гц.

Задача 2. Запрограммировать двойной таймер. Выход находится 4 с в включенном состоянии и 2 с – в выключенном. Работа таймера начинается с выключенного состояния выходного реле.

Задача 3. Запрограммировать таймер таким образом, чтобы выход включался на 5 с с задержкой 10 с по заднему фронту пускового сигнала.

Задача 4. Выход таймера включается фиксировано через 5 с после появления питания. Если на пусковом входе появится единичный сигнал, отсчёт времени должен заблокироваться.

Задача 5. Несколькими способами получить на выходе таймера меандр со следующими параметрами: длительность импульса – 2 с, период – 3 с.

Задача 6. Запрограммировать таймер так, что при появлении кратковременно 1 на пусковом входе, таймер начинает работать в следующем режиме: включенное состояние выхода – 3 с, выключенное – 3 с.

Задача 7. Исследовать режим Z работы таймера. В данном режиме получить меандр частотой 2 Гц и длительность импульса 0,1 с. Далее, после того, как таймер был запрограммирован и переключён в рабочий режим, с помощью клавиш на лицевой панели частоту увеличить до 5 Гц с неизменной длительностью импульса.

Задача 8. В режиме двойного таймера на выходе получить меандр частотой 1 Гц с длительностью импульса 0,2 с.

Примечание.

При решении задач необходимо выполнить следующие операции:

- запрограммировать необходимый режим таймера, диапазон отображения времени, режим работы выхода, время включённого состояния выхода, цвет дисплея (по указанию преподавателя) и тип выхода, а также все заданные значения уставок;

- в режиме двойного таймера запрограммировать диапазоны отображения времени, начальное состояние выхода, тип выхода и цвет дисплея (по указанию преподавателя), а также все заданные значения уставок;

– собрать схему с помощью соединительных шнуров и проверить правильность программирования таймера, подавая на входы сигналы с коммутационной аппаратуры (кнопок и тумблеров) и следя за состоянием дисплея и выходов таймера.

5.8. Варианты задач для счётчика H7CX-AUD1

Задача 1. Запрограммировать режим двойного счётчика: импульсы с двух входов суммируются. При достижении уставки (10 импульсов) выходы устанавливаются в 1 кратковременно на 5 с.

Задача 2. Запрограммировать режим двухтактного счётчика: при достижении уставки №1 (5 импульсов) срабатывает выход 1 – транзисторный, при достижении уставки №2 (10 импульсов) – выход 2 – релейный. Выход 1 включается на 3 с, выход 2 – на 5 с.

Задача 3. Запрограммировать режим тахометра. Сигналы с энкодера имитирует таймер, запрограммированный в режиме двойного таймера (или использовать режим Z). При этом частота отображается в масштабе 1:1. Выход 1 – релейный включается при частоте меньше 2 Гц на 5 с. Выход 2 – транзисторный включается при частоте больше 5 Гц фиксировано.

Задача 4. Запрограммировать режим пакетного счёта. Использовать таймер для создания меандра частотой 1 Гц и длительностью импульса 0,1 с. Уставка пакетного счётчика – 20 импульсов. Уставка выхода 1 – 5 импульсов. Для автоматической остановки счёта при достижении уставки пакетного счётчика выход 2 счётчика подключить на его сбросовый вход.

Задача 5. Запрограммировать режим суммирующего счёта (уставка – 15 импульсов). Входные импульсы подавать от тумблеров или кнопок на лицевой панели модуля. При этом входы работают по схеме CP1+CP2, то есть импульсы с обоих входов суммируются

Задача 6. Запрограммировать тот же режим, что в задаче 5, но импульсы со входа 1 прибавляются к текущему значению, импульсы со входа 2 – вычитаются.

Задача 7. Запрограммировать счётчик в режиме тахометра с масштабом 5:1. Выход 1 включается при частоте больше 2 Гц на 10 с., выход 2 – при частоте меньше 0,2 Гц на 5 с.

Задача 8. Использовать сигнал с выхода 1 индикатора. Индикатор запрограммировать по условиям задачи 1. При достижении уставки 10 импульсов выход 1 включается на 10 с., при достижении 15 импульсов выход 2 включается фиксировано.

Примечание.

При решении задач необходимо выполнить следующие операции:

– запрограммировать необходимый тип счётчика, заданные уставки срабатывания выходов, типы выходов, типы входов, нумерацию выходов, а также цвет сегментов дисплея (по указанию преподавателя);

– при необходимости использования таймера, запрограммировать необходимый режим таймера, диапазон отображения времени, режим работы выхода, вре-

мя включённого состояния выхода, цвет дисплея (по указанию преподавателя) и тип выхода, а также все заданные значения уставок;

– собрать схему с помощью соединительных шнуров и проверить правильность программирования счётчика, подавая на входы сигналы с коммутационной аппаратуры (кнопок и тумблеров) и следя за состоянием дисплея и выходов счётчика.

5.9. Варианты задач для индикатора КЗМА-J-A2

Задача 1. Индикатор показывает значение в масштабе 1:1. Использовать 3 знака после точки. Выход 1 включается при сигнале менее 5.000, выход 2 – при сигнале более 8.000.

Задача 2. То же, что и задача 1, но выходы подключены к счётным входам счётчика (счётчик в режиме двойного счёта CP1+CP2). Подсчитать, сколько раз входной сигнал индикатора вышел за границы.

Задача 3. То же, что и задача 1, но выходы подключены к счётным входам счётчика (счётчик в режиме двойного счёта CP1–CP2).

Задача 4. Индикатор показывает значение в масштабе 2:1. Использовать 2 знака после точки. Выход 2 включается при сигнале менее 5.000, выход 1 – при сигнале более 12.000. Запрограммировать уровень гистерезиса 1.000. При выходе входного сигнала за границы цвет сегментов меняется.

Задача 5. Запрограммировать индикатор следующим образом. Выходы включаются при превышении уставок 5.000 и 7.000 соответственно. Ввести полный запрет на изменение текущих значений параметров в рабочем режиме.

Задача 6. Запрограммировать индикатор следующим образом. Выходы находятся в граничном режиме работы, то есть при выходе входного аналогового сигнала за границы диапазона выходы включаются. Уставки срабатывания выходов: для выхода 1 – 2.000 и 5.000; для выхода 2 – 4.000 и 7.000. К выходу 1 подключить счётчик. Подсчитать число выходов уровня сигнала за границы с помощью счётчика.

Задача 7. То же, что и задача 1. Но выход 2 включается при значении большем 3.000 и меньшем 7.000.

Задача 8. Запрограммировать индикатор следующим образом. Выходы находятся в граничном режиме работы, то есть при выходе входного аналогового сигнала за границы диапазона выходы включаются. Уставки срабатывания выходов: для выхода 1 – 0.000 и 8.000; для выхода 2 – 5.000 и 6.000.

Примечание.

При решении задач необходимо выполнить следующие операции:

– перед программированием индикатора произвести сброс всех параметров;

– запрограммировать необходимый тип входа индикатора, зависимость отображаемого значения от уровня входного сигнала, позицию десятичной точки, режимы работы выходов, цвет дисплея, уставки срабатывания выходов, уровень гистерезиса, уровень защиты;

– при необходимости, запрограммировать необходимый режим счётчика, диапазон отображения времени, режим работы выхода, время включённого состоя-

ния выхода, цвет дисплея (по указанию преподавателя) и тип выхода, а также все заданные значения уставок;

– собрать схему с помощью соединительных шнуров и проверить правильность программирования индикатора, изменяя аналоговый сигнал с потенциометра и следя за состоянием дисплея и выходов счётчика.

5.10. Требования к отчёту

В отчёт по работе должны входить следующие пункты:

- цель работы;
- последовательность программирования устройства;
- методика экспериментальной проверки работы запрограммированного устройства;
- выводы по работе.

5.11. Контрольные вопросы

1. Сколько режимов работы может обеспечить таймер H5CX?
2. Перечислить режимы работы выходов таймера.
3. С помощью чего осуществляется программирование параметров таймера и счётчика?
4. Каковы минимальное и максимальное значения уставок таймера?
5. Сколько режимов работы может обеспечить счётчик H7CX?
6. Какие выходы есть у счётчика?
7. Что такое DIP-ключ?
8. Функциональное назначение клавиш на лицевой панели таймера (счётчика или индикатора)?
9. Какие входные сигналы можно подключать ко входам индикатора (тип, пределы измерения)?
10. Назначение элементов дисплея индикатора?

6. РАБОТА №5. ИЗУЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РЕЛЕ OMRON ZEN-10C1DR-D

6.1. Цель работы

Ознакомиться с устройством и техническими характеристиками программируемого реле ZEN-10C1DR-D, приобрести навыки программирования, изучить основные функции и операции.

6.2. Содержание работы

1. Изучить назначение, технические характеристики программируемого реле ZEN-10C1DR-D, основные узлы и возможности лабораторного комплекса.
2. Изучить систему команд и принципы программирования реле.
3. Дома при подготовке к работе выполнить синтез системы автоматизации согласно выданного варианта задачи. Составить программу для ввода в программируемое реле.
4. В лаборатории:
 - пройти тестирование по техническим характеристикам и принципу программирования программируемого реле ZEN-10C1DR-D;
 - освоить графическую среду программного обеспечения;
 - набрать и откомпилировать на компьютере подготовленную программу;
 - проверить правильность работы программы на симуляторе;
 - ввести программу в программируемое реле. Собрать схему проверки и убедиться в правильности работы программы.

6.3. Технические характеристики программируемого реле ZEN-10C1DR-D

Программируемое реле ZEN имеет 10 программируемых входов/выходов (6 входов и 4 выхода) и позволяет решать задачи автоматизации малого масштаба.

На рис. 6.1 показан внешний вид программируемого реле. Пояснения к позиционным обозначениям рис. 6.1 даны в табл. 6.1.

Таблица 6.1

№ п/п	Объект	Описание
1	Клеммы питания	Подключается напряжение питания реле
2	Входные клеммы	Подключаются к входным цепям
3	ЖКИ-экран	Производится отображение различной рабочей информации
4	Кнопки управления	Используются для управления и программирования реле
5	Выходные клеммы	Подключаются к выходным цепям
6	Гнездо для подключения ПЭВМ и модуля памяти	Применяется для обеспечения связи между реле и ПЭВМ или модулем памяти

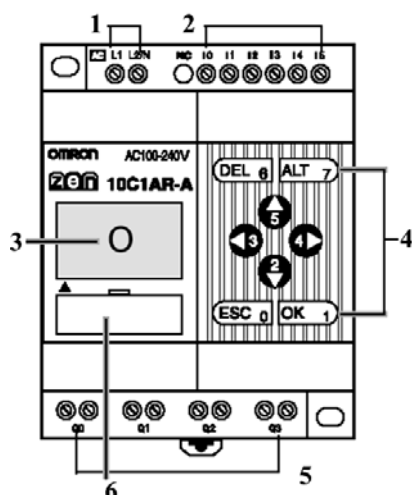


Рис. 6.1. Программируемое реле ZEN-10C1DR-D

В табл. 6.2 представлены общие характеристики интеллектуального реле ZEN-10C1DR-D.

Таблица 6.2

Параметр	Характеристика
Напряжение питания	20,4 – 26,4 В
Потребляемая мощность	6,5 Вт
Число входов/выходов	6 входов/4 выхода
Ёмкость программы	96 строк, в строке до 3 контактов и 1 выход
Управление интеллектуальным реле	Записанная в память программа
Управление входами/выходами	Циклический опрос программы
Языки программирования	Диаграмма РКС, электрическая схема*
ЖКИ-экран	12 колонок x 4 строки, с подсветкой
Кнопки управления	4 клавиши курсора, 4 клавиши управления
Запись программы пользователя	Внутренняя EEPROM или модуль памяти
Сохранение при пропадании питания	Конденсатор большой ёмкости (максимум 2 дня)
Подключение модулей расширения	Есть
Пароль	Есть
Календарь и часы	Есть (точность 1-2 мин/месяц)

* Программа представленная в виде электрической схемы изображается согласно ГОСТ.

6.4. Подключение входных сигналов

На рис. 6.2 представлены функциональные схемы входов реле. На рис. 6.3 дана схема подключения входов к клеммнику интеллектуального реле.

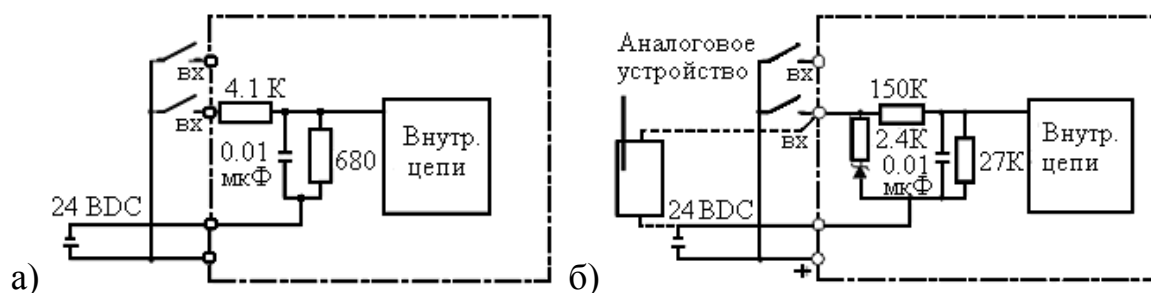


Рис. 6.2. Функциональные схемы входов а) IN0-IN3 и б) IN4 и IN5

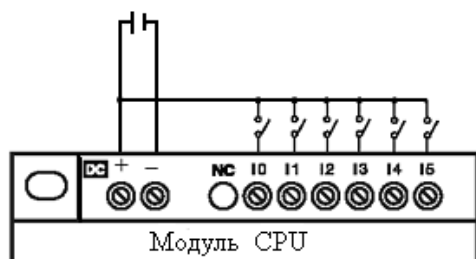


Рис. 6.3. Схема подключения входных сигналов для реле ZEN

Общая характеристика входов реле представлена в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Параметр		Значение
Входы IN0-IN3 (без гальванической развязки)		
Входное напряжение		24 В, постоянный ток
Входной ток		5 мА
Входы IN4 и IN5 (без гальванической развязки)		
Входы постоянного тока	Входное напряжение	24 В, постоянный ток
	Входной ток	5 мА
Аналоговые входы	Диапазон	0 – 10 В
	Разрешение	0,1 В
	Суммарная погрешность	10% макс. величины
	Аналого-цифровое преобразование	0 – 10,5 В

6.5. Подключение выходных сигналов

Общая характеристика выходов контроллера представлена в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Параметр	Значение
Тип выхода	Все выходы релейные
Механическая прочность реле	10 000 000 переключений

Выходы имеют функциональную схему, представленную на рис. 6.4. На рис. 6.5 приведена схема подключения выходных сигналов к клеммнику реле.

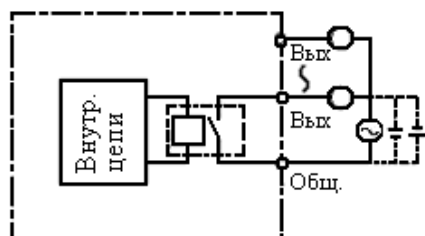


Рис. 6.4. Функциональная схема выходов

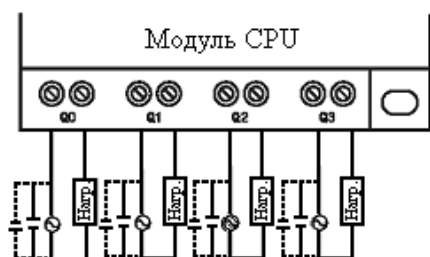


Рис. 6.5. Схема подключения выходных сигналов реле ZEN

6.6. Распределение памяти интеллектуального реле ZEN

В табл. 6.5 представлена карта памяти интеллектуального реле.

Таблица 6.5

Область памяти	Символ	Биты	Пояснения
Дискретные входы	I	I0-I5	Состояние входных устройств, подключенных ко входным клеммам
Кнопочные переключатели	B	B0-B7	Включены, если в режиме RUN нажаты кнопки управления
Биты аналогового компаратора	A	A0-A3	Результат сравнения сигналов на аналоговых входах реле
Биты компаратора	P	P0-Pf	Сравнение текущих значений таймеров (T), таймеров удержания (#), и счётчиков (C) и вывод результата сравнения
Дискретные выходы	Q	Q0-Q3	Состояние дискретных выходов
Рабочие биты	M	M0-Mf	Используются в качестве промежуточных переменных
Биты удержания	H	H0-Hf	То же, что и рабочие биты, но сохраняют своё состояние при отключении питания
Таймеры	T	T0-T7	Режимы работы: задержка на включение/выключение, короткий импульс, импульсная последовательность
Таймеры удержания	#	#0-#3	Текущее значение сохраняется даже при отключении управляющего входа или пропадании напряжения питания.
Счётчики	C	C0 – C7	Реверсивные счётчики
Недельный таймер	@	@0-@7	Может включаться и выключаться в определенный момент времени
Календарный таймер	*	*0-*7	Может включаться и выключаться в определённый календарный период
Отображение сообщений	D	D0-D7	Отображение сообщений пользователя, времени, текущих значений таймеров, счётчиков или аналоговых величин

Примечания:

1. Для дискретных выходов можно выбрать дополнительные функции. Выходы, а также рабочие биты и биты удержания могут работать в четырёх режимах:

– [– стандартный выход (Выход включается и выключается в зависимости от состояния условия выполнения);

– S – установка (Выход устанавливается в состояние 1 при выполнении условий);

– R – сброс (Выход сбрасывается в состояние 0 при выполнении условий);

– A – переключение (Бит переключается между состояниями 1 и 0 каждый раз, когда условие исполнения устанавливается в состояние 1).

2. В табл. 6.6 и 6.7 представлены параметры таймеров и счётчиков, доступные для программирования или просмотра пользователем во время работы реле.

Таблица 6.6

Параметр	Значение и комментарий	
Функция таймера	T	Вход триггера
	R	Сброс таймера
Тип таймера	x	Задержка на включение.
	■	Задержка на выключение.
	●	Выдача импульса заданной длительности при переходе предшествующей цепи входа таймера из ложного состояния в истинное
	F	Импульсный таймер
Единицы времени	S	От 00.01 до 99.99 с
	M : S	От 00 мин. 01 с до 59 мин 59 с
	H : M	От 00 часов 01 мин до 99 часов 59 мин
Контроль работы	A	Можно контролировать параметры работы и изменять настройки
	D	Нельзя контролировать параметры работы и изменять настройки
Уставка таймера	XX.XX	Отображается величина уставки таймера
Текущее значение таймера	XX.XX	Отображается текущее значение таймера
Состояние управляющего входа TRG	○	Выключен
	●	Включен
Состояние сбросового входа RES	○	Выключен
	●	Включен
Состояние выхода таймера	○	Выключен
	●	Включен

Таблица 6.7

Параметр	Значение и комментарий	
Функция счётчика	C	Счётчик
	D	Изменение направления счёта
	R	Сброс счётчика
Уставка счётчика	XXXX	Отображается величина уставки счётчика
Текущее значение счётчика	XXXX	Отображается текущее значение счётчика
Контроль работы	A	Можно контролировать параметры работы и изменять настройки.
	D	Нельзя контролировать параметры работы и изменять настройки.
Состояние счётного входа CNT	○	Выключен
	●	Включен
Состояние сбросового входа RES	○	Выключен
	●	Включен
Состояние входа направления счёта DIR	○	Прямой счёт
	●	Обратный счёт
Состояние выхода счётчика	○	Выключен
	●	Включен

На рис. 6.6 представлены временные диаграммы работы таймера в различных режимах:

а) задержка на включение;

- б) задержка на отключение;
- в) выдача импульса заданной длительности;
- г) импульсный таймер.

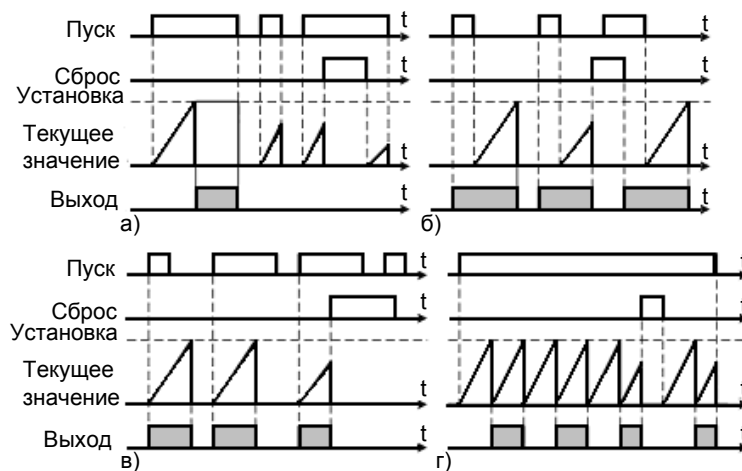


Рис. 6.6. Временные диаграммы работы таймера в различных режимах

В данном описании не приводятся характеристики недельных и календарных таймеров, параметры аналоговых и цифровых компараторов, а также функции отображения сообщений.

6.7. Управление с кнопочной панели реле

При использовании интеллектуального реле ZEN есть возможность управления им с кнопочной панели, расположенной на лицевой стороне реле (рис. 6.7). В табл. 6.8 представлено описание функций элементов кнопочной панели.

Необходимым элементом при работе на кнопочной панели интеллектуального реле является ЖКИ-экран, на котором отображается вся рабочая информация. На рис. 6.8 представлен внешний вид дисплея при включении реле и обозначены его основные элементы.

Таблица 6.8

Кнопка	Описание
DEL (B6)	Удаление входа, выхода, соединения и линии
ALT (B7)	Переключение между нормально замкнутыми и нормально разомкнутыми условиями. Переход в режим ввода соединения. Вставка линии
ESC (B0)	Возврат к предыдущему изображению. Отмена настройки и возврат к предыдущему состоянию. Отмена настроек и возврат к предыдущему действию
OK (B1)	Выбор пункта меню в позиции указателя. Подтверждение настройки
▲(B5) и ▼(B2)	Перемещение курсора вверх/вниз. Выбор типа бита и функции
▶(B3) и ◀(B4)	Перемещение курсора вправо/влево

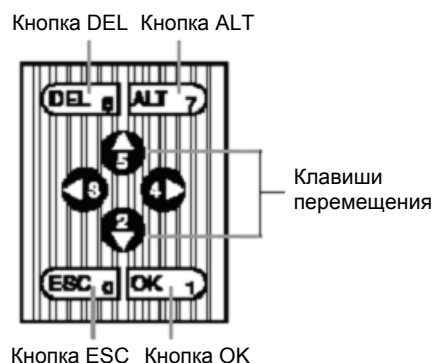
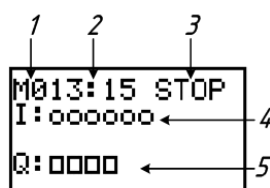


Рис. 6.7. Кнопочная панель реле



1 – день недели, 2 – время, 3 – режим работы, 4 – состояние входа, 5 – состояние выхода

Рис. 6.8. Внешний вид дисплея реле ZEN

На схеме рис. 6.9 представлена упрощенная структура меню интеллектуально-го реле ZEN. Также на схеме дано описание выполняемых функций отдельных пунктов меню.

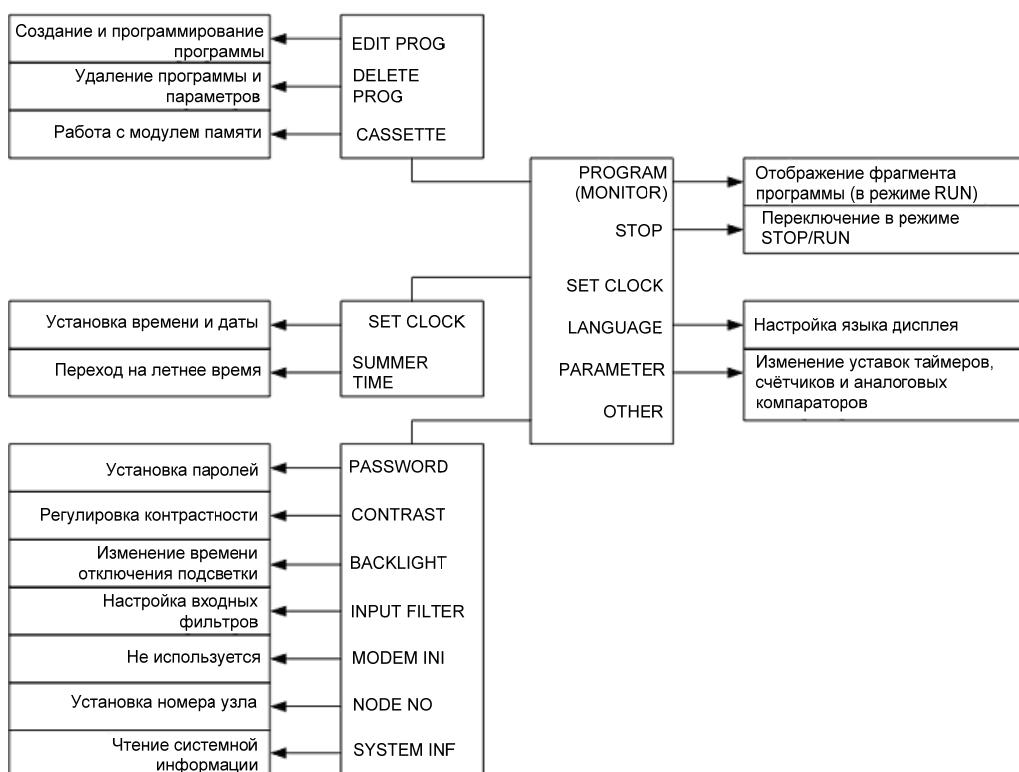


Рис. 6.9. Структура меню реле ZEN

Перемещение по пунктам в пределах одного меню производится клавишами ▲ (B5) и ▼ (B2), выбор пункта меню или подменю происходит нажатием клавиши

ОК (B1), выход из пункта меню производится нажатием клавиши ESC (B0). Вход в подменю происходит при помощи нажатия клавиши ОК (B1), выход из него – ESC (B0).

Далее представлен пример программирования простой программы с помощью клавиш, расположенных на лицевой панели интеллектуального реле ZEN.

Задачей является реализовать систему, в которой на каждый третий импульс генератора загорается лампочка, подключенная к выходу Q1 интеллектуального реле.

Работа системы начинается нажатием на кнопку Пуск (Вход I1), останов процесса счёта осуществляется нажатием на кнопку «Стоп» (Вход I2).

Генератор реализован на таймере T1, работающем в режиме «последовательность импульсов». Стоит отметить, что есть возможность изменять длительность импульса. Для обеспечения работы генератора после отпускания кнопки «Пуск» введена промежуточная переменная H0, которая имеет самоблокировку. Останов работы генератора происходит при нажатии кнопки «Стоп».

Для счёта и выдачи сигнала на выход после 3-его импульса в программу введён счётчик C1 (уставка равна 2). При достижении уставки счётчика C1 его нормально открытый контакт замыкается и включается выход Q1 – лампочка загорается. Для сброса счётчика C1 введён счётчик C0 с уставкой, равной 3. При её достижении выход счётчика включается, и оба счётчика обнуляются. После этого цикл повторяется снова.

Для начала программирования необходимо в главном меню выбрать пункт «PROGRAM», далее выбрать «EDIT PROG». После этого перед пользователем появился пустой экран программирования, а курсор мигает в первой строке экрана.

После этого необходимо нажать клавишу «ОК» – должен появиться замыкающий контакт, при этом курсор мигает в позиции выбора типа контакта. Клавишами ▲ и ▼ необходимо выбрать тип контакта (вход реле I), далее нажать «ОК» и в позиции номера контакта теми же клавишами выбрать 1. После этого снова нажать «ОК» – курсор перейдет к следующему элементу линии. Чтобы поставить горизонтальную или вертикальную линию, необходимо нажать клавиши «ALT» и ► или ▼. Чтобы на линии установить выход, необходимо переместить курсор на правую сторону экрана и нажать «ОК» – курсор начнёт мигать в позиции выбора типа выхода. В зависимости от потребности можно выбрать обычный выход, таймер, счётчик, рабочий бит и т.д. После выбора необходимо нажать «ОК» – курсор начинает мигать в позиции выбора типа функции выхода, таймера, счётчика и т.д. (см. табл. 6.5, табл. 6.6 и табл. 6.7). Аналогично набираются остальные линии программы. В итоге набранная программа имеет следующий вид (рис. 6.10).

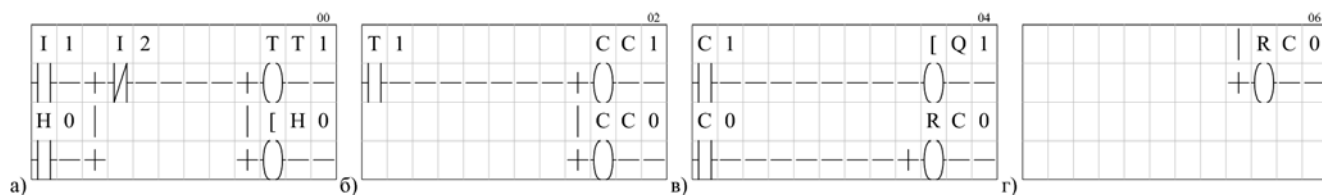


Рис. 6.10. Программа, набранная с кнопочной панели реле ZEN

После того, как программа была набрана, необходимо выставить параметры используемых таймеров и счётчиков. Для этого нужно выйти в главное меню и в нём выбрать пункт «PARAMETER» (см. рис. 6.9). Должно появиться окно, изображенное на рис. 6.11. При этом курсор мигает в позиции адреса таймера. Клавишами ▲ и ▼ необходимо выбрать таймер или счётчик, после чего нажать «ОК» – курсор автоматически перейдёт в позицию выбора номера таймера или счётчика, где нужно выбрать требуемый номер и нажать «ОК». После этого осуществляется переход к настройке параметров.

При настройке параметров таймера первоначально необходимо выбрать тип таймера (см. рис. 6.11а и табл. 6.6), далее по порядку настраивается масштаб времени, контроль работы и уставка таймера. Выбор каждого из параметров осуществляется клавишами ▲ и ▼, подтверждение выбора и переход к следующему параметру – клавишей «ОК». Выбор необходимой цифры в каждом разряде уставки осуществляется клавишами ▲ и ▼, фиксация и переход к следующему разряду – клавишей «ОК». После задания уставки двойным нажатием клавиши «ОК» осуществляется переход к исходному экрану.

В процессе работы, если в позиции «контроль работы» выбран параметр А, есть возможность вывода на экран параметров таймера. Экран имеет следующий вид (см. рис. 6.11б). Таким образом в процессе работы реле можно наблюдать в каком состоянии находятся пусковой вход, сбросовый вход и выход таймера, а также текущее значение таймера.

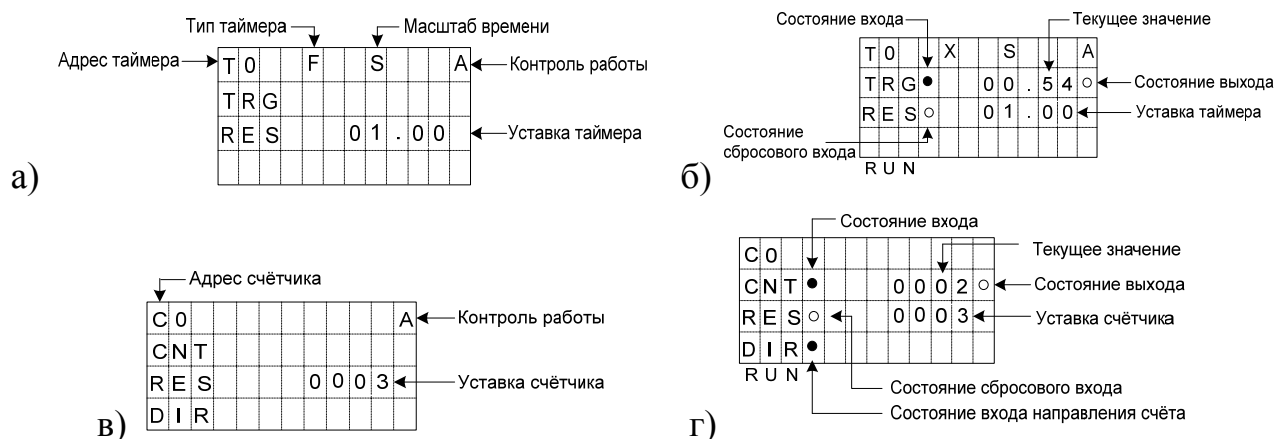


Рис. 6.11. Вид экрана реле ZEN при настройке и просмотре параметров таймера и счётчика

При настройке параметров счётчика необходимо настроить контроль работы и уставку счётчика (см. рис. 6.11в и табл. 6.7). Порядок настройки параметров соответствует порядку настройки параметров таймера.

В процессе работы, если в позиции «контроль работы» выбран параметр А, есть возможность вывода на экран параметров счётчика. Экран имеет следующий вид (см. рис. 6.11г). Таким образом в процессе работы можно наблюдать в каком состоянии находятся счётный и сбросовый входы и выход счётчика, а также текущее значение счётчика.

Позже эта же программа будет представлена в виде диаграммы РКС, составленная на ПЭВМ с помощью программного обеспечения ZenSoft.

6.8. Программирование реле ZEN-10C1DR-D с использованием ПЭВМ

6.8.1. Общие положения

Программирование интеллектуального реле можно производить на ПЭВМ с помощью пакета программирования ZenSoft в операционных системах Windows 98/NT/2000/XP. Программирование с помощью ZenSoft производится через COM-порт ПЭВМ с помощью специального кабеля связи.

Программное обеспечение ZenSoft имеет следующие возможности:

- выбор типа интеллектуального реле;
- установка параметров связи реле с ПК;
- создание и редактирование программ;
- просмотр программы в виде диаграмм РКС или электрических схем;
- создание и просмотр комментариев к программе;
- компиляция, запись в реле и выгрузка из него программ;
- отладка и проверка правильности работы программы на симуляторе.

2.8.2. Подготовка программы

Для подготовки программ при проведении лабораторных работ служит программа ZenTool Russian. Её запуск осуществляется через соответствующий ярлык на рабочем столе или по пути «Пуск/Программы/Omron/ZenSoft/ZenTool Russian».

После запуска программы появляется окно, представленное на рис. 6.12.

В окне программы можно выделить следующие области: 1-4 – различные панели инструментов, 5 – рабочее поле программы, используемое при программировании реле (программа может представляться в виде диаграмм РКС или электрических схем), 6 – окно, в котором есть возможность выбрать следующее действие (создание новой программы, загрузка программы из файла, загрузка программы из интеллектуального реле ZEN), 7 – строка состояния, в которой отображается состояние выделенного элемента. Для того чтобы создать новую программу, необходимо выбрать в окне 6 пункт «Новая программа». При этом появится окно настройки параметров (рис. 6.13), в котором необходимо выбрать тип реле (поле «Тип ZEN»), указать наличие модулей расширения (поля «Модуль расшир.1», «Модуль расшир.2», «Модуль расшир.3»), ввести имя нового проекта (поле «Имя проекта»), а также необходимые комментарии. Выбрав нужные параметры, следует нажать кнопку «ОК» для подтверждения выбора или «Отмена» – для отмены. После этого вид программы должен измениться – появилось окно редактирования программы (рис. 6.14), представляющее чистое поле. В последующем можно изменить параметры проекта, выбрав на панели меню «Файл/Свойства».

Для открытия уже существующего проекта необходимо в окне выбора на рис. 6.13 выбрать пункт «Загрузить программу из файла». Появится окно выбора проекта (рис. 6.15).

Для выбора необходимо выделить указателем мыши нужный проект и нажать кнопку «Открыть» для подтверждения или «Отмена» – для отмены выбора.

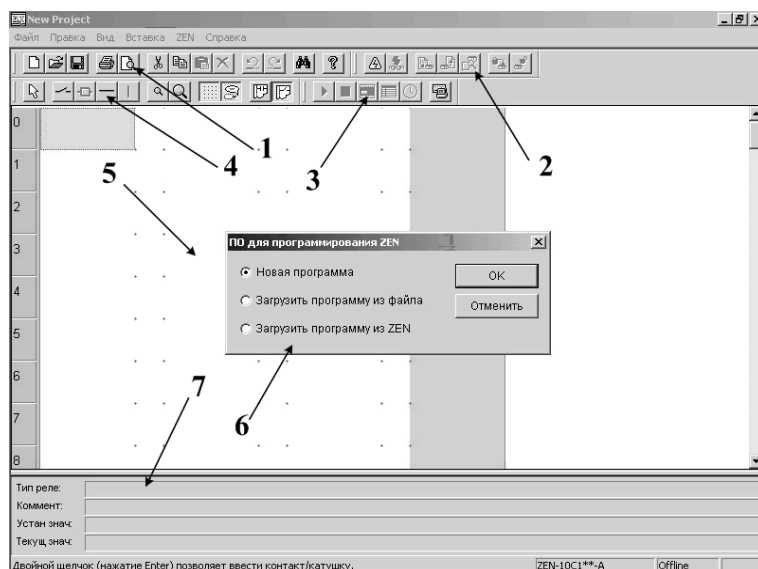


Рис. 6.12. Окно программы ZenTool Russian

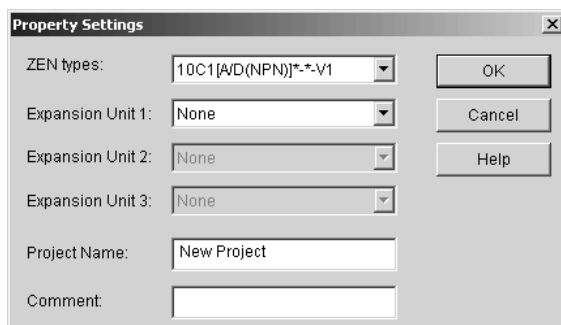


Рис. 6.13. Окно настройки параметров

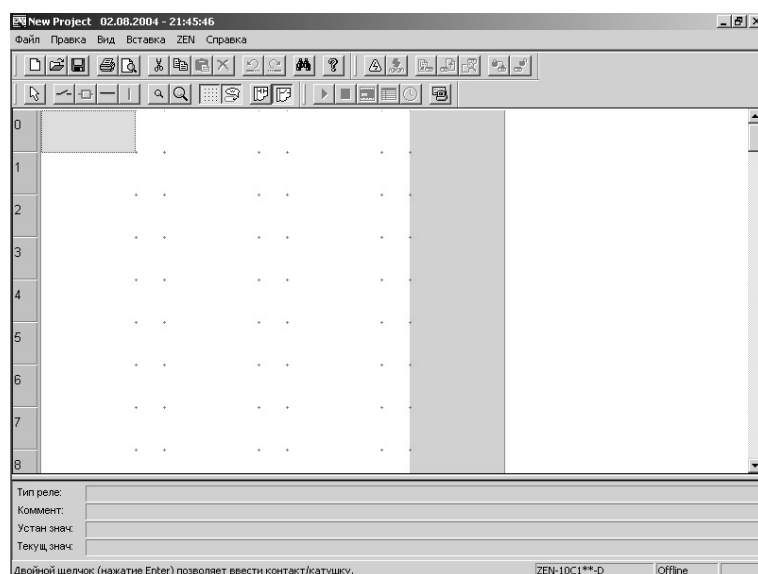


Рис. 6.14. Главное окно программы

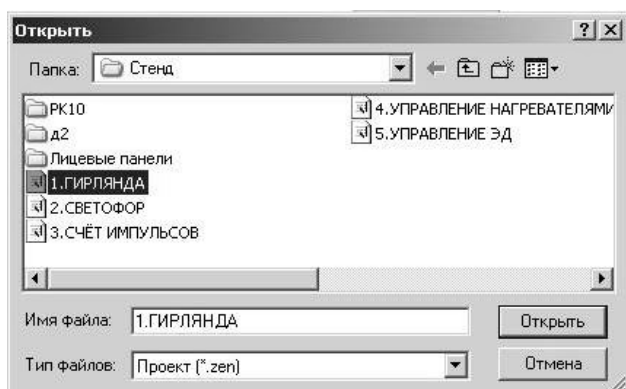


Рис. 6.15. Окно выбора существующего проекта

Над рабочим полем программы расположены различные панели инструментов (рис. 6.16).

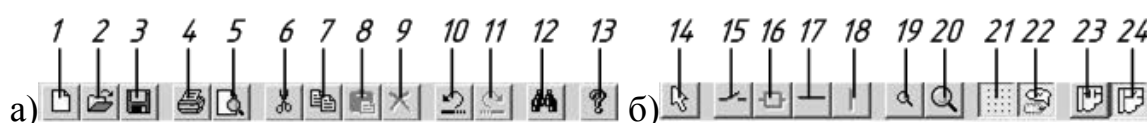


Рис. 6.16. Панели инструментов ZenTool Russian

В табл. 6.9 приведено краткое описание элементов панелей инструментов.

Таблица 6.9

Инструменты	Описание инструмента	Инструменты	Описание инструмента
1	Создать новый проект	13	Справка
2	Открыть существующий проект	14	Стрелка выбора объектов
3	Сохранить изменения в проекте	15	Вставить контакт
4	Печать проекта	16	Вставить катушку
5	Предварительный просмотр на печать	17	Вставить горизонтальную линию
6	Вырезать (с запоминанием) фрагмент программы	18	Вставить вертикальную линию
7	Копировать фрагмент программы	19 и 20	Изменение масштаба редактируемой программы
8	Вставить фрагмент программы	21	Показать сетку
9	Удалить фрагмент программы	22	Показать комментарии к программе
10	Отменить совершённое действие	23	Показать в виде диаграмм РКС
11	Повторить отмененное действие	24	Показать в виде электрических схем
12	Найти необходимый элемент		

Для начала программирования необходимо перевести курсор на рабочее поле, где он примет вид карандаша. Выбрать место установки элемента и необходимый элемент на рабочей панели инструментов. При вводе контакта появляется окно «Изменить контакт» (рис. 6.17а), в котором необходимо выбрать имя реле (имена реле представлены в табл. 6.5), тип контакта (замыкающий или размыкающий), ввести его номер и комментарии. Далее нужно нажать «ОК» для подтверждения или «Отмена» – для отмены.

При переходе в поле, выделенное зелёным цветом можно вставить только катушку. При её вставке появляется окно «Изменить катушку» (рис. 6.17б). В данном окне можно выбрать имя реле (см. табл. 6.5), выполняемую функцию реле, обозначить его номер и ввести нужные комментарии. Для подтверждения выполненных действий необходимо нажать «ОК» для подтверждения или «Отмена» – для отмены.

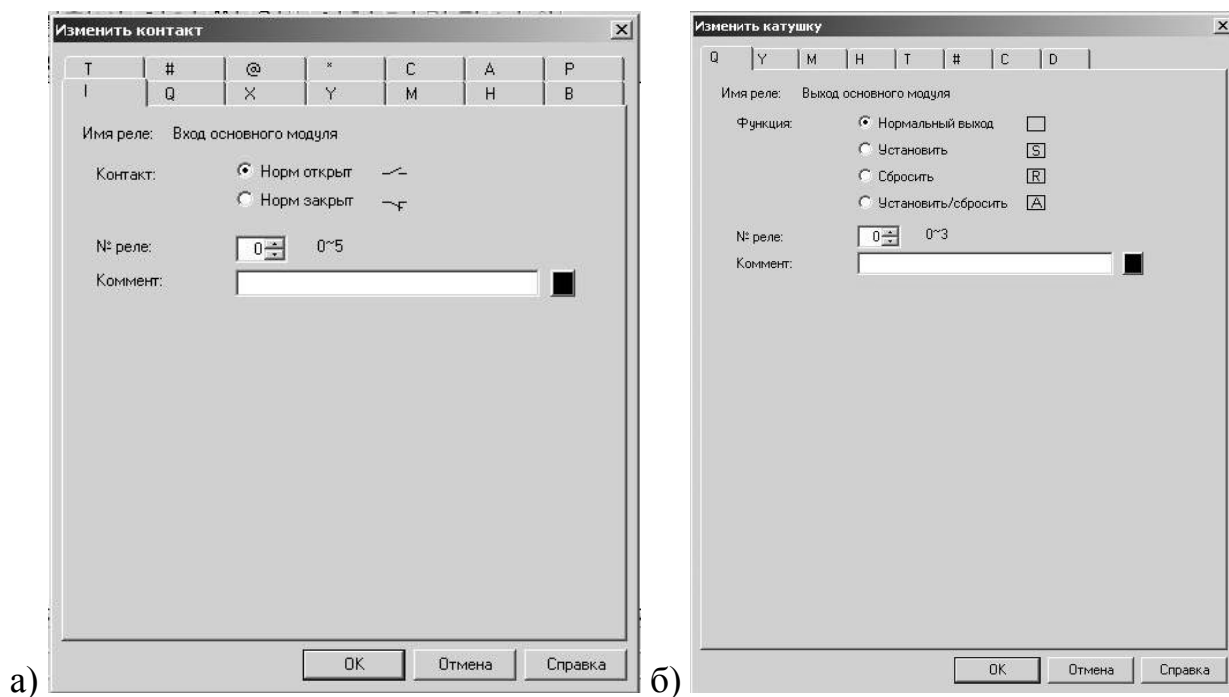


Рис. 6.17. Окна выбора параметров контакта и катушки

Стоит отметить, что при двойном нажатии левой клавиши мыши в позиции установки контакта или катушки автоматически появляется окно редактирования контакта (см. рис. 6.17а) или окно редактирования катушки (см. рис. 6.17б).

При редактировании программы можно производить следующие операции:

а) можно выделять необходимые области программы и производить с ними действия (через контекстное меню, появляющейся при нажатии правой кнопки мыши или через панель инструментов), представленные в табл. 6.9;

б) при перемещении объекта с нажатой левой клавишей мыши происходит его перемещение (не копирование) на новое место;

в) есть возможность отменять предыдущие действия.

При необходимости можно изменить любые параметры ранее установленных элементов программы, нажав на него два раза левой кнопкой мыши.

Выделение части программы производится курсором мыши при нажатой клавише «SHIFT». Курсором необходимо выделить начальную и конечную точки необходимой области.

Для удаления какого-либо элемента необходимо выделить его, нажав на него один раз левой кнопкой мыши и нажать клавишу «Delete». Для удаления строки

программы целиком нужно увести курсор до предела влево и нажать клавишу «Delete».

Для сохранения проекта служат пункты «Сохранить» и «Сохранить как...» в меню «Файл».

6.8.3. Пример программы, разработанной на ПЭВМ в ZenSoft

Внешний вид программы приведён на рис. 6.18. Там же приведены параметры её элементов (входов, выхода, промежуточной переменной, таймера и счётчиков)

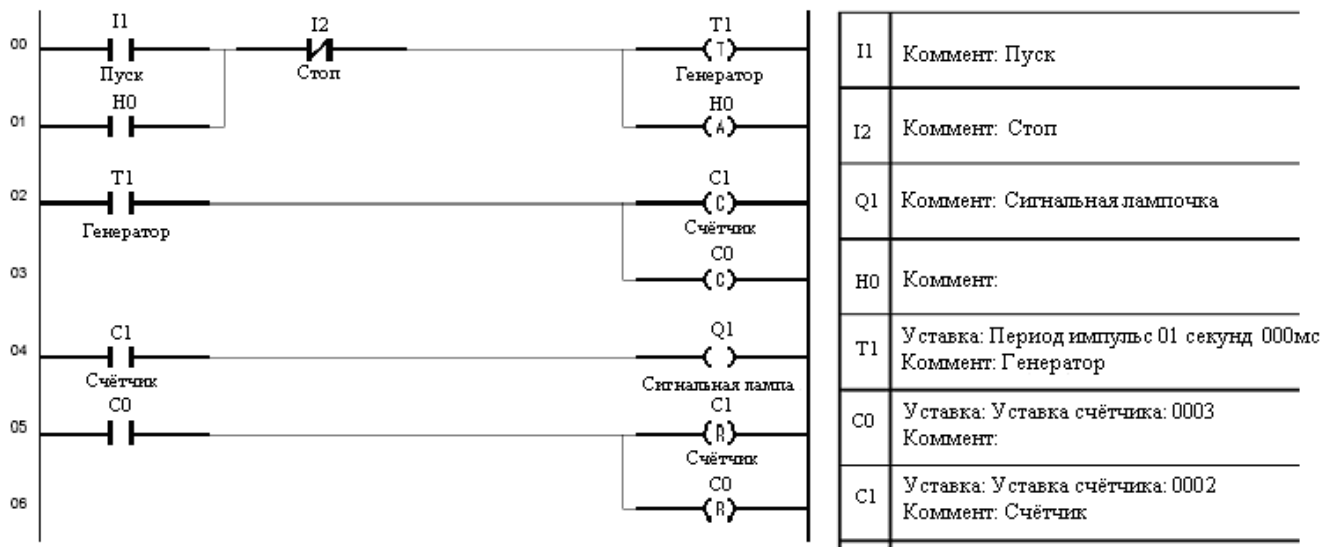


Рис. 6.18. Программа и параметры её элементов

6.8.4. Компиляция программы

После завершения составления программы, её необходимо проверить (откомпилировать). Для этого в закладке «ZEN» необходимо выбрать пункт «Проверка программы». После проверки должно появиться окно, представленное на рис. 6.19. Если в программе существуют какие-либо ошибки, то появится окно (рис. 6.20), в котором перечислены все ошибки с указанием расположения объекта (строка и столбец).

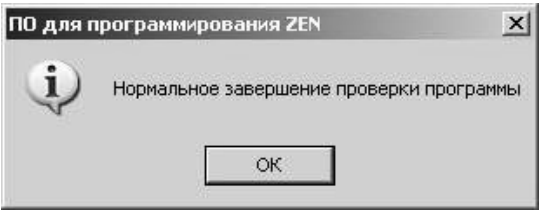


Рис. 6.19. Окно проверки программы

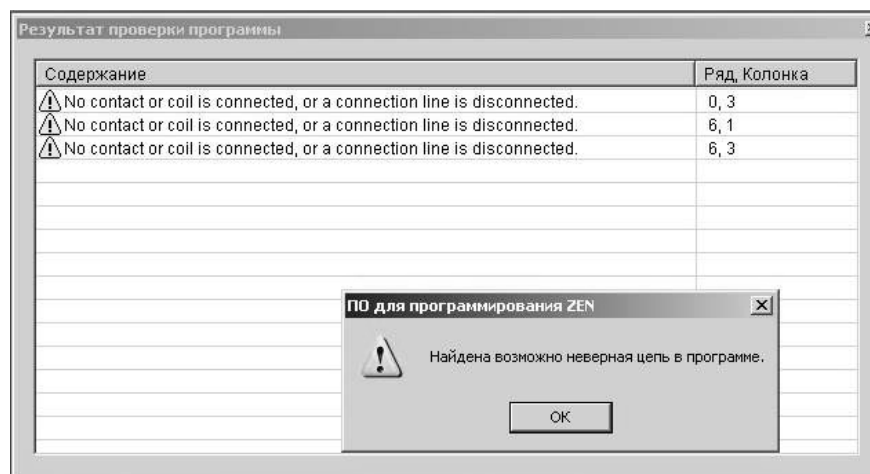


Рис. 6.20. Окно вывода результата проверки программы

6.8.5. Проверка правильности программы с помощью симулятора

Для проверки правильности работы программы в программном обеспечении ZenSoft есть встроенный симулятор реле.

Для работы с симулятором реле существует специальная панель инструментов, расположенная над рабочим окном программы (рис. 6.21). В табл. 6.10 приведено краткое описание элементов данной панели инструментов.



Рис. 6.21. Панель инструментов для работы с симулятором

Таблица 6.10

Инструменты	Описание инструмента	Инструменты	Описание инструмента
1	Пуск выполнения программы	4	Показать лист текущих значений программы
2	Останов выполнения программы	5	Показать часы
3	Показать изображение ZEN	6	Пуск/останов симулятора

При нажатии на кнопку 6 (при этом она остаётся нажатой) должно появиться диалоговое окно (рис. 6.22а), в котором необходимо выбрать ОК для продолжения. Далее должно появиться изображение интеллектуального реле и программа перейдёт в режим симуляции (рис. 6.23). Для запуска программы необходимо нажать кнопку 1 «Пуск» (см. рис. 6.21). При правильном выполнении всех операций ранее набранная программа должна выполняться (о выполнении программы свидетельствует зелёная подсветка включённых контактов и катушек).

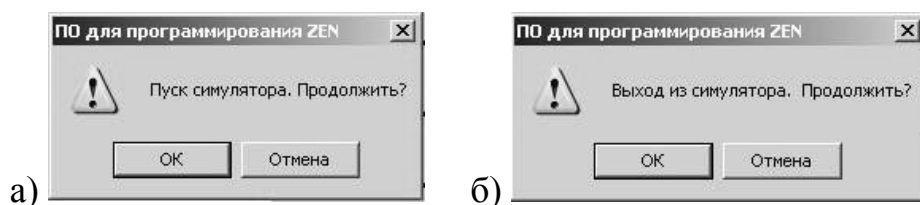


Рис. 6.22. Окна пуска и остановки работы симулятора

При необходимости остановки выполнения программы нужно нажать кнопку 2 «Стоп». Выполнение программы должно прекратиться. Для выхода из режима симуляции необходимо отжать кнопку 6. При этом появится ещё одно диалоговое окно (рис. 6.22б)

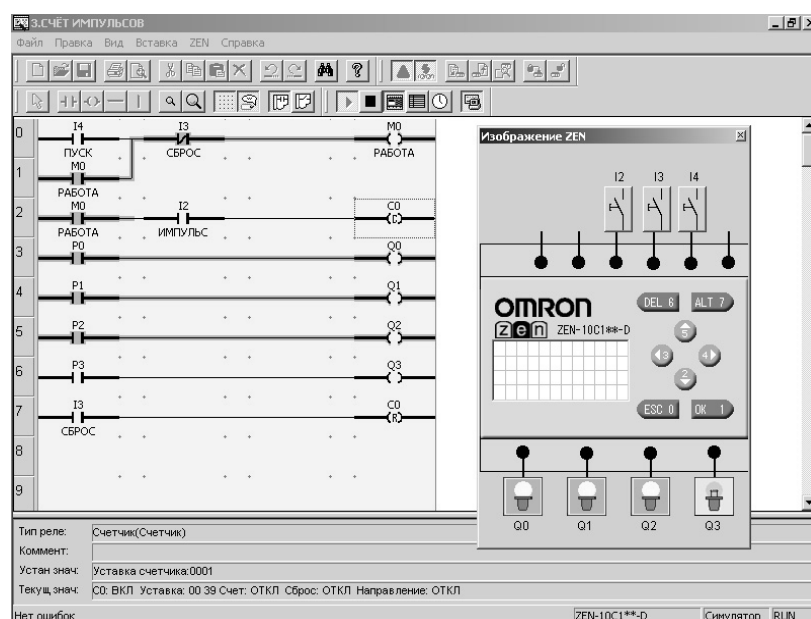


Рис. 6.23. Внешний вид симулятора ZEN

6.8.6. Подключение и запись программ

Перед включением необходимо обеспечить связь интеллектуального реле с персональным компьютером через последовательный порт (COM-порт) ПЭВМ с помощью соединительного кабеля.

Перед процедурой связи ПК с реле необходимо настроить параметры связи. Для этого в закладке «Файл» на панели меню необходимо выбрать пункт «Установки связи», при этом появится окно «Сведения о местонахождении» (рис. 6.24). Здесь необходимо нажать «Отмена». Потом подтвердить свое действие, нажав «ОК». После этого должно появиться окно «Установка связи» (рис. 6.25), в котором необходимо выбрать имя порта (COM1 или COM2). Для подтверждения нужно нажать «ОК», а для отмены своих действий – «Отмена».

Для подключения к интеллектуальному реле необходимо нажать кнопку  («Go Online»). При этом появляется окно (рис. 6.26), в котором предлагается связаться с реле. Нажав «ОК», мы переходим в режим связи с реле. При этом фон программы меняется на серый, и активизируются панели инструментов. Автома-

тически активизируется новая панель инструментов (рис. 6.27). В табл. 6.11 приведено описание функций кнопок на этих панелях.

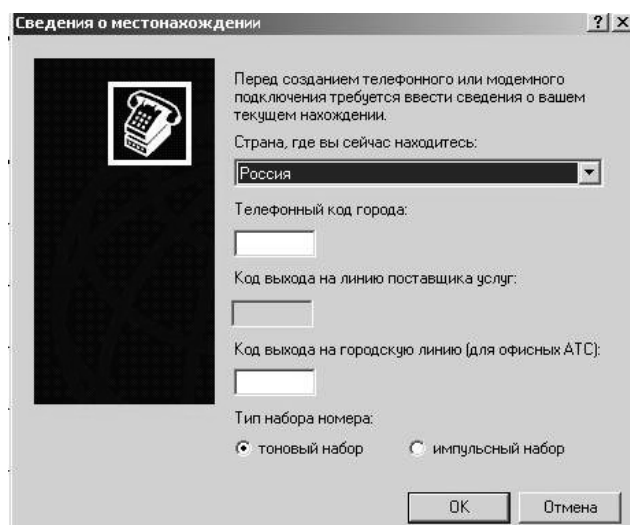


Рис. 6.24. Окно сведений о местонахождении

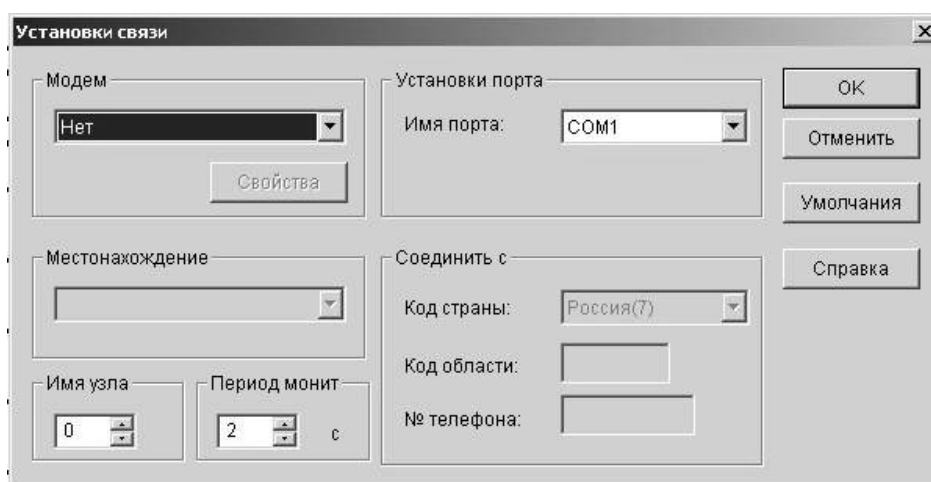


Рис. 6.25. Окно установок связи

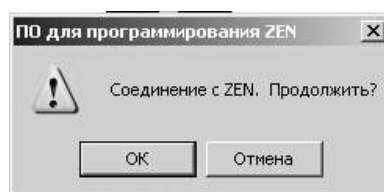


Рис. 6.26.

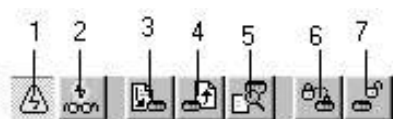


Рис. 6.27. Панели инструментов для работы с реле

Таблица 6.11

Инструменты	Описание инструмента	Инструменты	Описание инструмента
1	Установить связь с реле	5	Сравнить с ZEN
2	Переключение режимов работы реле	6	Установить защиту
3	Загрузить в ZEN	7	Снять защиту
4	Считать из ZEN		

Для записи программы и установок в реле необходимо нажать кнопку 3 «Передача в ZEN». При этом появится окно, в котором будет предложено отправить программу с установками в реле ZEN (см. рис. 6.28а). Для начала отправки данных необходимо нажать кнопку «ОК». После этого появится окно, показывающее степень загрузки проекта в реле (рис. 6.28б).



Рис. 6.28. Окна процесса записи программы в реле ZEN

В случае установки неправильных параметров связи или параметров ПЭВМ и реле или неправильных действий пользователя связь с реле не будет установлена и появится окно ошибки (рис. 6.29).

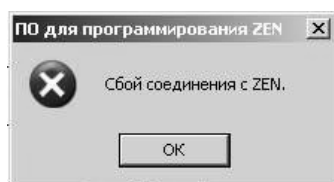


Рис. 6.29. Окно сбоя соединения с реле ZEN

6.8.7. Дополнительные функции

С помощью ПО ZenTool Russian есть возможность производить установку системных настроек интеллектуального реле ZEN. Для этого на панели меню необходимо выбрать «ZEN/Установить защиту/Установки». При этом должно появиться окно «Установки» (рис. 6.30), где есть возможность выбора перехода на летнее время, языка сообщений, уровня контраста ЖКИ-экрана реле, времени включения подсветки, времени задержки передачи данных, а также настройки входного фильтра.

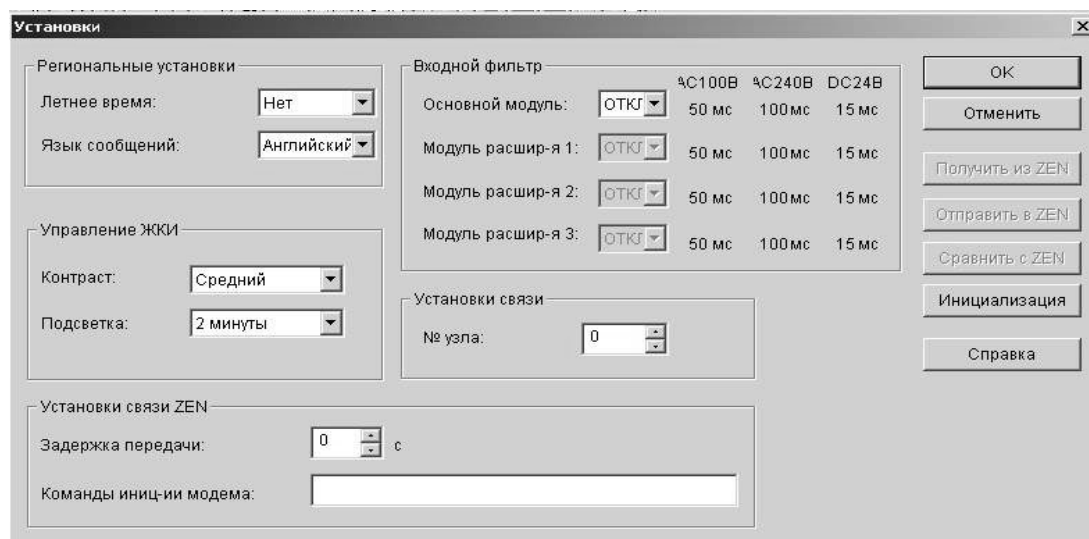


Рис. 6.30. Окно «Установки» для настройки параметров работы реле ZEN

Также с помощью данного ПО есть возможность настройки времени. Для этого на панели меню необходимо выбрать «ZEN/Установить защиту/Настройка времени». При этом должно появиться окно настройки времени (рис. 6.31), в котором устанавливается время и дата внутренних часов реле.

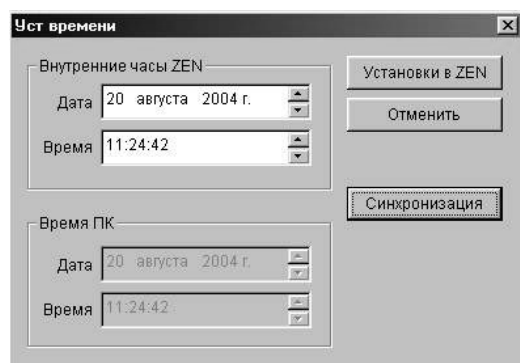


Рис.6.31. Окно настройки внутреннего времени реле

К дополнительным функциям стоит отнести установку пароля. Для этого на панели меню нужно выбрать «ZEN/Установить защиту/Установить пароль». При этом появится окно «Уст пароль» (рис. 6.32), в котором необходимо ввести пароль (при этом необходимо раскладку клавиатуры переключить на английскую) и ниже подтвердить его. Потом необходимо нажать «ОК» для подтверждения своих действий или «Отмена» – для отказа от них. Также есть возможность удалить старый пароль.

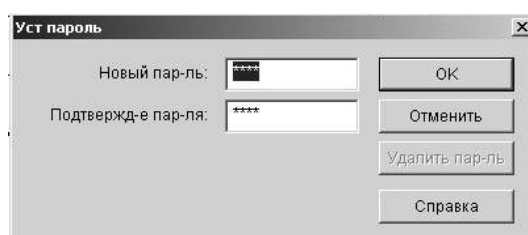


Рис. 6.32. Окно установки пароля

Для защиты программы от уничтожения существует функция установки защиты. Для этого необходимо выбрать «ZEN/Защита/Установить». Далее появится окно, в котором нужно будет установить пароль. Для снятия защиты необходимо выбрать «ZEN/Защита/Снять защиту», после этого ввести пароль, и защита будет снята.

Также с помощью данного ПО есть возможность очистки памяти реле. Для этого необходимо выбрать «ZEN/Очистить всю память ZEN». После этого появится диалоговое окно для подтверждения действия. Необходимо нажать «ОК» – для подтверждения или «Отмена» – для отмены очистки памяти.

Также в качестве дополнительной функции стоит отметить возможность вывода созданных программ на печать. Для этого необходимо нажать кнопку  «Print» или на панели меню выбрать «Файл/Печать». После этого должно появиться окно настройки печати принтера, в котором пользователь сам выбирает установки принтера.

6.9. Выполнение лабораторной работы

Лицевая панель модуля интеллектуального реле ZEN представлена на рис. 6.33. Исследуемое реле 2 закреплено на лицевой панели модуля. Светодиоды 1 индицируют наличие входных сигналов реле, поступающих от трёх кнопок 8 и трёх тумблеров 9 узла входных сигналов. Контактные гнёзда 3 подключаются к выходам реле. Питание к модулю подводится через разъём 4. Через разъём 5 обеспечивается связь реле с персональным компьютером при программировании. Узел матрицы светодиодов 6 предназначен для индикации работы программы исследуемого реле. Узел 7 представляет собой матрицу контактных гнёзд, связанных с соответствующими светодиодами матрицы 6.

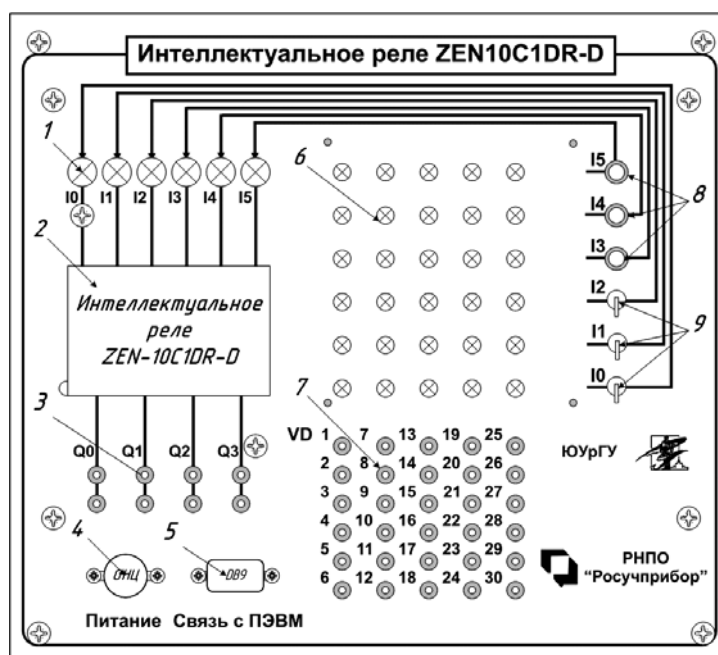


Рис. 6.33. Лицевая панель модуля ИР

При выполнении лабораторной работы для каждого варианта задачи имеется своя съёмная панель. Панель представляет собой лист, на котором изображена схема автоматизируемого объекта и имеются окна напротив светодиодов матрицы 6. На панели нанесены позиционные обозначения используемых в данном варианте задачи светодиодов, а напротив используемых в данном варианте кнопок и тумблеров – надписи о функциональном назначении этих элементов. Внешний вид панелей представлен ниже при описании вариантов задач.

Исследуемое реле А1 (рис. 6.34) получает питание 24 В постоянного тока через разъём Х2. Через разъём Х1 обеспечивается связь реле с персональным компьютером. Светодиоды VD31–VD36 индицируют включенное состояние входных сигналов от кнопок SB1–SB3 и тумблеров SA1–SA3. Каждый из светодиодов VD1–VD30 подключен к своему гнезду XS3–XS32. Выходной сигнал с реле при помощи проводника со штекерами подключается через контактные гнёзда XS3–XS32 (VD1–VD30) и XS33–XS36 к используемому в решаемой задаче светодиоду.

При подготовке к проведению лабораторной работы студент должен в соответствии с табл. 6.12 выбрать свой вариант задания.

Таблица 6.12

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
Вариант объекта	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	5	8

Для заданного варианта необходимо разработать алгоритм её решения. В соответствии с обозначениями используемых светодиодов и входных сигналов на панели объекта определиться с адресацией входных и выходных переменных. Затем определиться с адресацией вводимых промежуточных переменных и с адресацией и параметрами используемых таймеров и счётчиков. Составить программу для реле ZEN.

В лаборатории панель с изображением автоматизируемого объекта установить на матрицу светодиодов. Через отверстия в панели видны только используемые светодиоды и подписано, какие используются кнопки и тумблеры. С использованием программного обеспечения Zen Soft или с клавиатуры на панели (по выбору студента) ввести подготовленную дома программу в реле. Проверить правильность работы программы на симуляторе. Далее запустить программу в работу и убедиться в правильности её работы. При наличии ошибок в работе устранить их и продемонстрировать преподавателю работу правильно функционирующей программы.

6.10. Варианты задач для интеллектуального реле

Вариант 1. Схема управления нагревателями печи представлена на рис. 6.35а. Печь сопротивлений содержит три нагревательных элемента R1, R2 и R3, каждый из которых включается своим аппаратом KM1, KM2 и KM3.

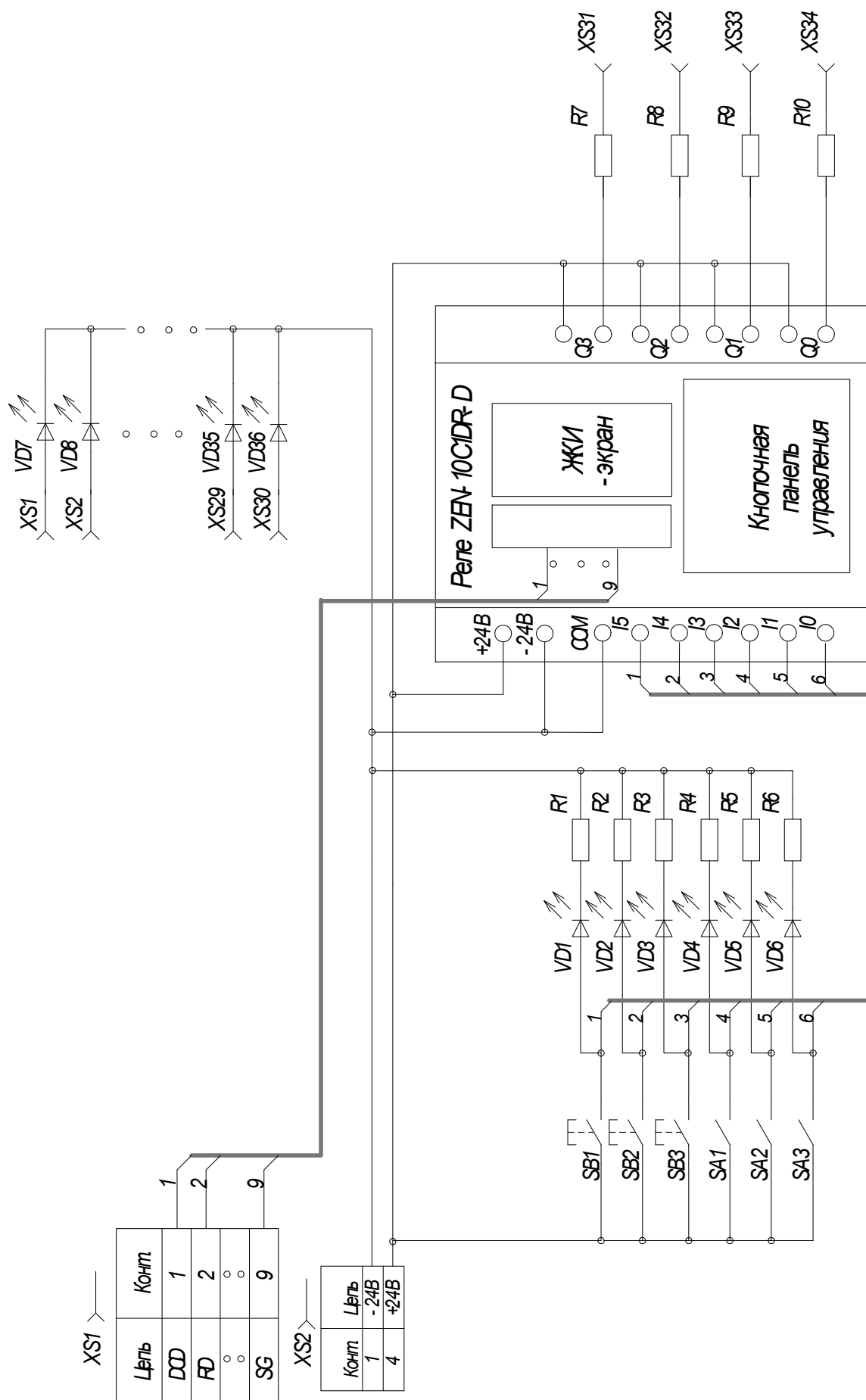


Рис. 6.34. Схема электрическая принципиальная модуля ИР

Синтезировать схему, обеспечивающую следующий алгоритм работы нагревательных элементов, представленный в табл. 6.13.

Таблица 6.13

Номер импульса генератора	–	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
Состояние R1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	...
Состояние R2	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	
Состояние R3	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	

Начало работы осуществляется после нажатия на кнопку «Пуск».

Цикл управления печью состоит из 6 тактов. Переход с одного такта на другой осуществляется при поступлении очередного импульса от генератора импульсов. Циклы управления непрерывно следуют друг за другом.

При поступлении команды «Стоп» прекращается подача импульсов, и все сопротивления отключаются. Для возобновления работы необходимо нажать на кнопку «Пуск».

Импульсы подаются при проведении работ либо с кнопки «Импульс», либо формируются программным путём.

Включённому состоянию сопротивления в табл. 6.13 соответствует «1», отключённому – «0».

Вариант 2. Схема панели «Управление асинхронным электродвигателем » представлена на рис. 6.35б. Светодиоды VD2, VD5 и VD26 светодиодной матрицы отражают состояние элементов схемы. Свечение этих светодиодов соответствует включённым контакторам электропривода КМ1 (вращение «Вперёд»), КМ3 (команда «Быстро») и КМ2 (вращение «Назад»).

Необходимо запрограммировать на реле следующую последовательность действий. В исходном положении все светодиоды погашены. При нажатии кнопки «Вперёд» должен загореться светодиод VD2 и через задержку времени – светодиод VD5 контактора ускорения КМ3. При нажатии кнопки «Назад» должны погаснуть светодиоды VD2 и VD5, включиться светодиод VD26, а через задержку времени – снова светодиод VD5.

При нажатии кнопки «Стоп» все светодиоды отключаются.

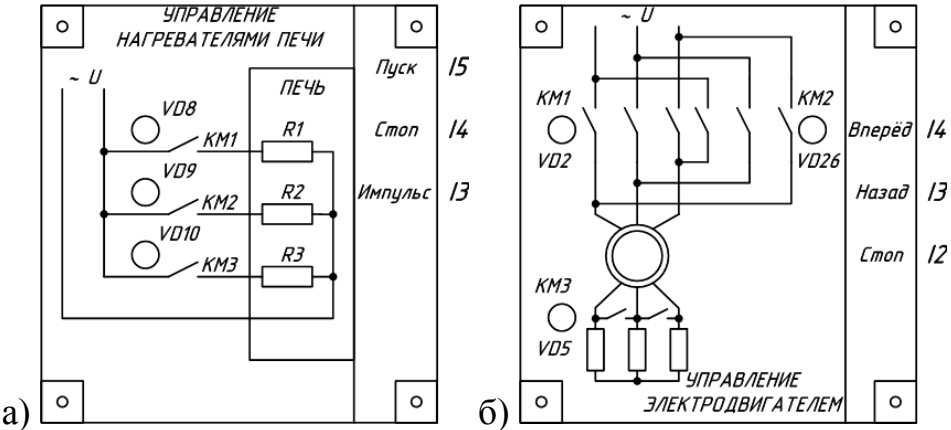


Рис. 6.35. Схемы управления нагревателями печи и управления электродвигателем

Вариант 3. Схема панели для демонстрации «гирлянды» представлена на рис. 6.36а.

Гирлянда состоит из 4-х светодиодов VD3, VD9, VD15 и VD20, которые условно обозначим цифрами 1, 2, 3 и 4 соответственно. Требуется реализовать схему, обеспечивающую при нажатии кнопки «Пуск» и положении переключателя «Прямо» следующий порядок включения светодиодов: 12 – 23 – 34... При по-становке переключателя в положение «Обратно» порядок включения должен быть следующим: 34 – 23 – 12 – 34 – 32 ...

При нажатии на кнопку «Стоп» все светодиоды выключаются.

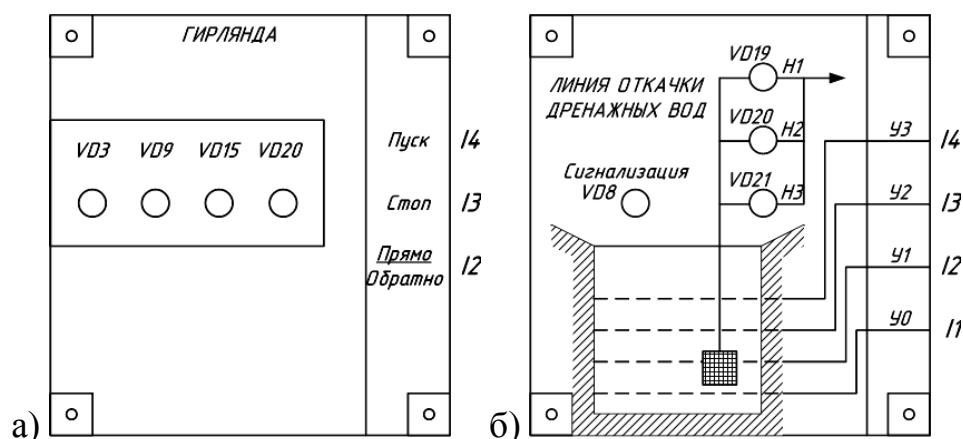


Рис. 6.36. Схема «гирлянды» и линии откачки дренажных вод

Вариант 4. Схема линии откачки дренажных вод представлена на рис. 6.36б. Откачка ливневых вод осуществляется насосами Н1–Н3, уровень контролируется датчиками У0–У3. Если уровень воды в сборном резервуаре (СР) достиг отметки У1, то включается насос Н1 и его отключение произойдёт при полной откачке воды. Если уровень воды достигает отметки У2, то дополнительно включается насос Н2, который отключается при полном опустошении СР. Если же уровень воды продолжает повышаться и достигает отметки У3, то включается насос Н3, который отключается при уменьшении уровня воды до отметки У1. Если же при включении Н3 уровень воды не опускается ниже отметки У2, то с выдержкой времени t после откачки ниже уровня У3 включается световая индикация.

Вариант 5. Схема панели светофора представлена на рис. 6.37а. Светофор работает в двух режимах: дневном и ночном. В дневное время чередование сигналов и их длительности следующие: красный – 5 с, жёлтый – 2 с, зелёный – 5 с. В ночное время (по сигналу оператора) светофор работает в режиме мигалки: жёлтый горит в течение 1 с, не горит – 1 с, вновь горит жёлтый в течение 1 с и т.д.

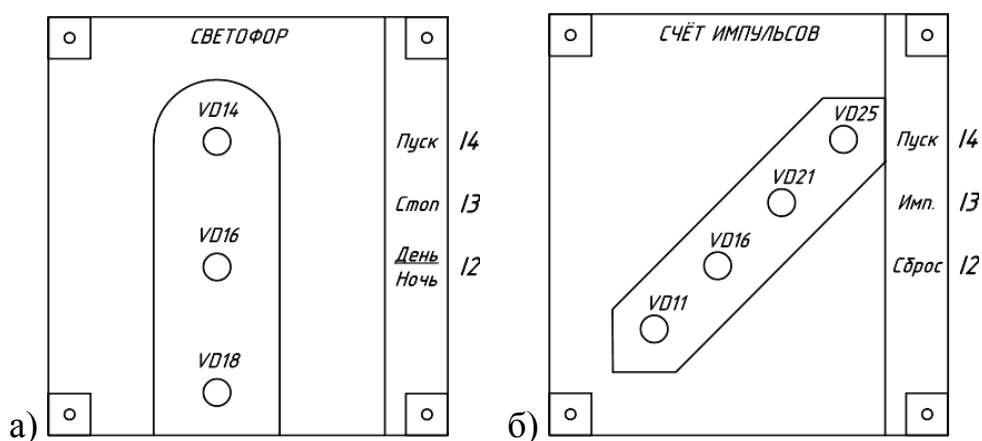


Рис. 6.37. Схемы светофора и счёта импульсов

Вариант 6. Схема панели счёта импульсов представлена на рис. 6.37б. Импульсы подаются на вход реле нажатием кнопки «Импульс» или с генератора, реализуемого программным путём в реле.

После подачи 10 импульсов должен загореться светодиод VD11. После прохождения второго десятка импульсов должен загореться светодиод VD16, светодиод VD11 при этом остаётся включённым. Аналогично считаются третий и четвёртый десяток импульсов, факт прохождения которых фиксируется соответственно светодиодами VD21 и VD25. После прохождения 4-ого десятка импульсов последующие импульсы не меняют состояния светодиодов.

При кратковременном нажатии кнопки «Сброс» все светодиоды должны погаснуть и сразу же должен начаться новый цикл работы схемы.

Вариант 7. Схема бегущего огня представлена на рис. 6.38а. Необходимо запрограммировать реле ZEN на выполнение следующей задачи.

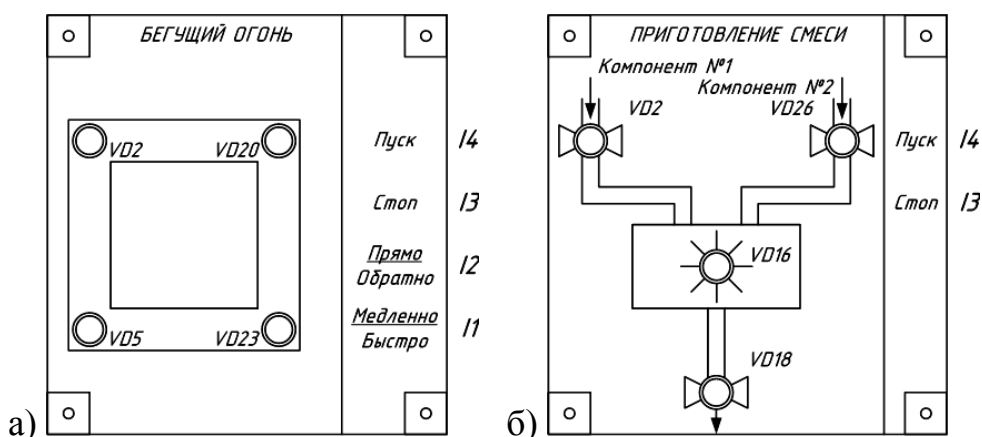


Рис. 6.38. Схемы «Бегущий огонь» и «Приготовление смеси»

При нажатии кнопки «Пуск» и положении «Прямо» переключателя направления «бега» светодиоды должны включаться и затем отключаться в следующей последовательности VD2, VD20, VD23, VD5, VD2, VD20 и т.д. При постановке переключателя направления «бега» в положение «Обратно» последовательность включения/отключения светодиодов изменяется на противоположное, т.е. VD2,

VD5, VD23, VD20, VD2, VD5 и т.д. При переключении переключателя «Медленно/Быстро» меняется скорость «бега» при любых положениях переключателя направления бега «Прямо/Обратно».

При нажатии кнопки «Стоп» все светодиоды гаснут.

Вариант 8. Панель процесса «Приготовление смеси» представлена на рис. 6.38б. Смесь готовится из двух компонентов №1 и №2. При нажатии кнопки «Пуск» одновременно включаются (открываются) вентили VD2 и VD26 подачи компонентов №1 и №2 в ёмкость с «мешалкой» VD16. Через время t_1 отключается вентиль VD2, через время t_2 – вентиль VD26. Затем включается на время t_3 «мешалка» VD16 в ёмкости приготовления смеси. Через время t_4 после остановки «мешалки» на время t_5 включается вентиль VD18 выдачи готовой смеси. После отключения вентилей VD18 цикл приготовления смеси повторяется. Циклы приготовления смеси непрерывно следуют друг за другом до нажатия кнопки «Стоп».

6.11. Требования к отчёту

Отчет должен содержать:

- цель работы;
- условия задачи по варианту, принятые обозначения переменных, логические функции для выходных и промежуточных переменных, при необходимости циклограмму работы оборудования;
- логические функции в адресах интеллектуального реле;
- программу для реализации системы управления на реле ZEN;
- методику экспериментальной проверки функционирования реализованной системы управления и результаты проверки;
- выводы по работе.

6.12. Контрольные вопросы

1. Каково отличие входов I0...I3 от входов I4 и I5?
2. Сколько таймеров можно реализовать в исследуемом реле?
3. Что означает термин «рабочие биты»?
4. Какие режимы может реализовать таймер?
5. Какую максимальную задержку времени можно выполнить на таймере?
6. Что обеспечивает параметр A при его установке при программировании таймеров и счётчиков?
7. Сколько счётчиков можно реализовать в исследуемом реле?
8. Какую максимальную уставку можно задать счётчику?
9. Какое максимальное число последовательно включённых контактов может быть в цепи РКС?
10. В чём отличие программирования в виде РКС и в виде электрических схем?

7. РАБОТА №6. ИЗУЧЕНИЕ ДАТЧИКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

7.1. Цель работы

Ознакомиться с устройством и техническими характеристиками датчиков технологической информации, приобрести навыки подключения датчиков и оценки их погрешностей.

7.2. Содержание работы

1. Дома изучить назначение и технические характеристики датчиков технологической информации, схемы их подключения, а также основные узлы и возможности лабораторного комплекса.

2. В лаборатории:

- пройти тестирование по техническим характеристикам и способам подключения датчиков технологической информации;

- для каждого изучаемого датчика экспериментально рассмотреть работу в двух режимах: в режиме прохождения воздействующего элемента (ВЭ) мимо датчика и в режиме изменения расстояния между торцом датчика и ВЭ;

- для каждого из рассмотренных режимов работы снять задаваемое преподавателем число раз включение/отключение датчика, фиксируя расстояние между датчиком и ВЭ;

- по результатам экспериментов определить среднее квадратическое отклонение случайной погрешности σ и гистерезис датчика;

- экспериментально оценить, как изменяется среднее квадратическое отклонение случайной погрешности σ и гистерезис с изменением исходного расстояния между датчиком и ВЭ;

- для датчика с аналоговым выходом экспериментально снять и построить номинальные статические характеристики при разных расстояниях между датчиком и ВЭ, рассчитать по ним наибольшее значение суммарной погрешности, оценить изменение гистерезиса с изменением расстояния между датчиком и ВЭ.

7.3. Общие технические характеристики исследуемых датчиков

В лабораторной работе используются следующие датчики:

- бесконтактный емкостной конечный выключатель ВЕ Е5-31-Р-10-400-ИНД-ЗВ (рис. 7.1а);

- бесконтактный индуктивный конечный выключатель ВК Е4-31-Р-8-250-ИНД-ЗВ (рис. 7.1б);

- бесконтактный оптический выключатель ОВ А43А-31Р-150-LZ (рис. 7.1в);

- индуктивный преобразователь перемещения ИПП Е41-33-Р-8-А1 (рис. 7.1г).

Далее для удобства в описании будут использоваться краткие названия датчиков – ВЕ, ВК, ОВ и ИПП соответственно.

Все изучаемые датчики технологической информации выпускаются научно-производственной фирмой «ТЕКО» (г. Челябинск).

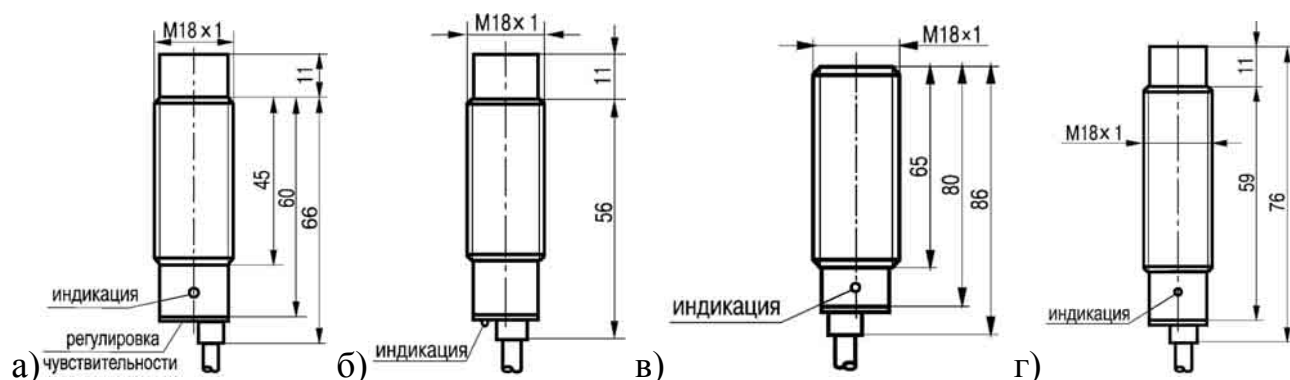


Рис. 7.1. Внешний вид и габаритные размеры выключателей

Характеристики указанных датчиков представлены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Параметр		ВЕ	ВК	ОВ	ИПП
		Значение параметра			
Напряжение питания, $U_{РАБ}$		10 – 30 В постоянного тока			
Собственный ток потребления		≤ 25 мА	≤ 25 мА	≤ 25 мА	≤ 25 мА
Выходное сопротивление		$\geq 4,7$ кОм	$\geq 4,7$ кОм	$\geq 4,7$ кОм	$\geq 4,7$ кОм
Ток нагрузки, $I_{РАБ}$		400 мА	250 мА	250 мА	–
Падение напряжения		$\leq 2,5$ В	$\leq 1,5$ В	$\leq 2,5$ В	$\leq 1,5$ В
Номинальный зазор, $S_{НОМ}$		10 мм	8 мм	150 мм	8 мм
Рабочий зазор, $S_{РАБ}$		0...8 мм	0...6,4 мм	–	1,2...8 мм
Линейная зона рабочего зазора		–	–	–	1,75...5,75 мм
Нелинейность		–	–	–	≤ 3 %
Гистерезис		3 – 15 %	10 %	–	–
Допустимая освещённость		–	–	6000 Люкс	–
Выходные напряжения	$S = 0$ мм	–	–	–	$\leq 1,5$ В
	$S_{ЛИН} = \min$	–	–	–	$2,3 \pm 0,3$ В
	$S_{ЛИН} = \max$	–	–	–	$8,5 \pm 0,3$ В
	$S_{РАБ} = \max$	–	–	–	≥ 10 В
Максимальная скорость изменения напряжения на нагрузке		–	–	–	2,5 В/мс
Частота переключения, $f_{\max}$		≤ 300 Гц	≤ 300 Гц	≤ 100 Гц	–
Температурный режим		$-25...+75$ °С	$-25...+75$ °С	$-15...+65$ °С	$-15...+70$ °С
Защита схемы		Нет	Нет	Есть	Есть
Световая индикация		Есть	Есть	Есть	Есть

Примечания:

1. Исследуемый емкостной выключатель имеет встроенный потенциометр для регулировки чувствительности. Для работы производится основная настройка на зазор $0,7...0,8 S_{НОМ}$.

2. Для определения рабочего зазора емкостного выключателя необходимо воспользоваться табл. 7.2, где приведены поправочные коэффициенты или табл. 7.3 и рис. 7.2, по которым определяется величина диэлектрической проницаемости материала и далее по значению ε_r – величина рабочего зазора.

3. Рабочий зазор индуктивного выключателя зависит от металла, из которого изготовлен объект воздействия. Для определения $S_{РАБ}$ в табл. 7.2 приведены поправочные коэффициенты для некоторых металлов.

Таблица 7.2

ВК Е4-31-Р-8-250-ИНД-ЗВ		ВЕ Е5-31-Р-10-400-ИНД-ЗВ	
Материал	Поправочный коэффициент	Материал	Поправочный коэффициент
Сталь 40	1,00	Металл, вода	1,0
Чугун	0,93...1,05	Стекло	0,5
Никель	0,65...0,75	Дерево	0,2...0,7
Нерж. сталь	0,60...1,00	Масло	0,1
Алюминий	0,30...0,50		
Латунь	0,35...0,50		
Медь	0,25...0,45		

Таблица 7.3

Материал	ε_r	Материал	ε_r	Материал	ε_r	Материал	ε_r
Бумага	2,3	Мрамор	8	Полиэтилен	2,3	Тальк	1,6
Вода	80	Нефть	2,2	Резина	2,5	Тефлон	2
Воздух	1	Парафин	2,2	Слюда	6	Фарфор	4,4
Гетинакс	4,5	Песок	3,7	Смолы	3,6	Целлулоид	3
Дерево	2...7	Полиамид	5	Спирт этиловый	25,8	Эбонит	4
Компаунд	2,5	ПВХ	2,9	Стекло	5	Электрокартон	4

Для оптического выключателя рабочий зазор определяется с использованием поправочного коэффициента (табл. 7.4).

Датчики ВЕ, ВК и ОУ имеют одинаковую схему подключения, которая приведена на рис. 7.3.

Таблица 7.4

Материал	Поправочный коэффициент	Материал	Поправочный коэффициент
Бумага белая матовая 200 г/м ²	1,0	Поливинилхлорид, серый	0,5
Металл полированный	1,2...1,6	Дерево необработанное	0,4
Пенопласт, белый	1,0	Картон чёрный, блестящий	0,3
Ткань хлопчатобумажная	0,6	Картон чёрный, матовый	0,1

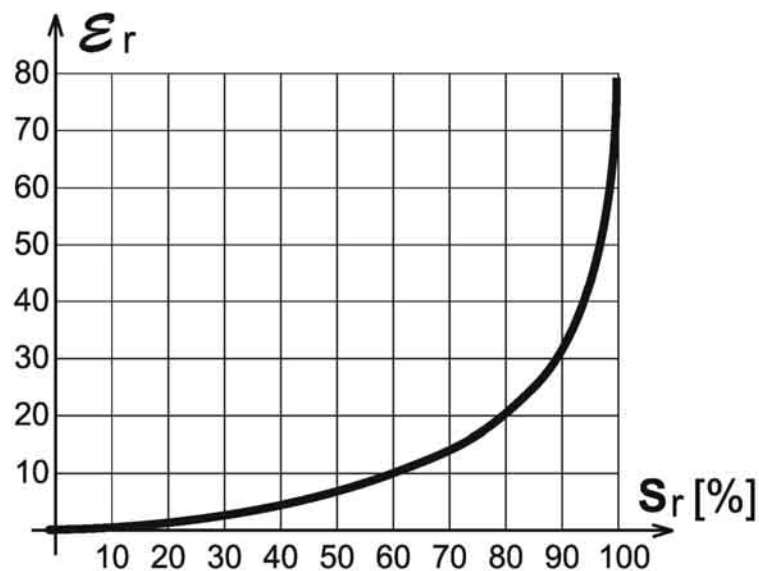


Рис. 7.2. Зависимость рабочего зазора от диэлектрической проницаемости материала



Рис. 7.3. Схема подключения датчиков

Индуктивный преобразователь перемещения ИПП имеет аналоговый выход. Схема подключения представлена на рис. 7.4а, а каталожная статическая характеристика преобразователя – на рис. 7.4б,

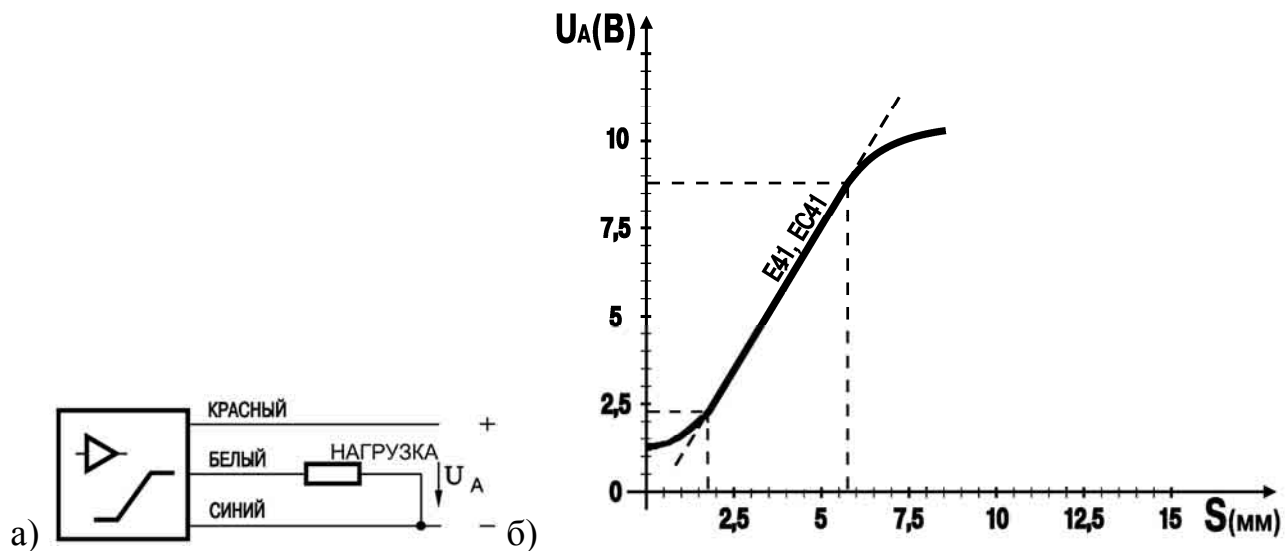


Рис. 7.4. а) Схема подключения и б) Статическая характеристика ИПП $U_A = f(S)$

Принцип действия емкостного бесконтактного выключателя состоит в следующем. Чувствительная поверхность выключателя образуется двумя концентрически расположенными металлическими электродами. Их поверхности А и В

(рис. 7.5) расположены в цепи обратной связи высокочастотного генератора, который настроен таким образом, что он не генерирует при отсутствии объекта детектирования. Если объект приближается к чувствительной поверхности датчика, то он попадает в электрическое поле перед поверхностями электродов и способствует повышению ёмкости связи между пластинами А и В. При этом амплитуда генератора начинает возрастать. Амплитуда колебаний регистрируется оценочной схемой и преобразуется в логический сигнал включения.

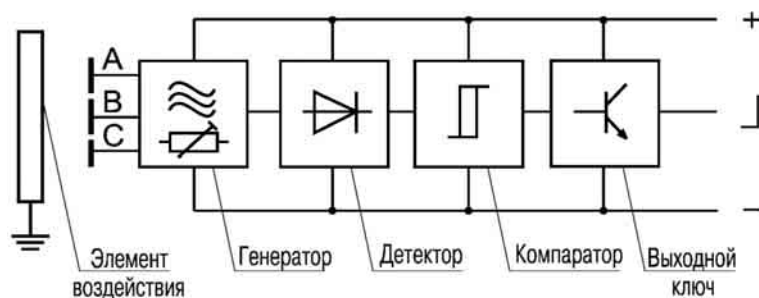


Рис. 7.5. Структура емкостного выключателя

Принцип действия индуктивного бесконтактного выключателя также основан на изменении амплитуды колебаний генератора при внесении в активную зону датчика металлического, магнитного, ферромагнитного или аморфного магнитного материала определённых размеров. При подаче питания на конечный выключатель в области его чувствительной поверхности образуется изменяющееся магнитное поле (рис. 7.6), наводящее во внесённом материале вихревые токи, которые приводят к изменению амплитуды колебаний генератора. В результате вырабатывается аналоговый выходной сигнал, величина которого изменяется в зависимости от расстояния между датчиком и контролируемым предметом. Далее триггер преобразует аналоговый сигнал в логический, устанавливая уровень переключения и величину гистерезиса.

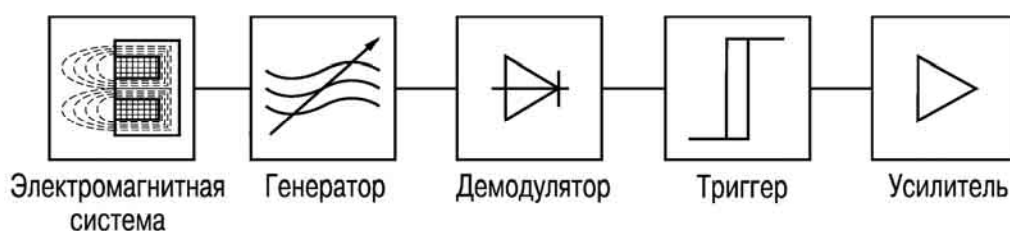


Рис. 7.6. Структура индуктивного выключателя

Оптический бесконтактный выключатель – электронное устройство, которое обнаруживает контролируемый объект, отражающий или прерывающий оптическое излучение, и имеет полупроводниковый или релейный коммутационный элемент.

Выключатель, изучаемый в лабораторной работе, относится к D типу. Этот датчик состоит из излучателя и приёмника, установленных в одном корпусе. Луч излучателя отражается от контролируемого объекта и попадает в приёмник. Вы-

ключатель срабатывает при наличии контролируемого предмета в зоне его действия.

Индуктивный преобразователь перемещения ИПП – также электронное устройство, выходное напряжение которого изменяется с изменением положения ВЭ относительно торца преобразователя.

7.4. Выполнение лабораторной работы

Конструктивно все исследуемые датчики выполнены однотипно. Они представляют собой цилиндрический корпус с резьбой на внешней поверхности для их крепления при помощи двух гаек на месте установки. В корпусе размещается чувствительный элемент и полупроводниковая аппаратура. Все исследуемые датчики подобраны с одинаковыми диаметрами крепёжной цилиндрической части, поэтому их исследование проводится последовательно на одном и том же модуле.

Лабораторная установка (рис. 7.7) состоит из основания 1, на котором располагается стойка датчиков 2, стойка микрометра 3, а также розетка разъёма 4 для подключения питания. Также на лицевой панели расположены гнезда 5 для подключения датчиков к источнику питания, светодиод 6 индикации состояния выхода датчика и гнезда 7 для подключения к выходу датчика измерительного прибора. В качестве измерительного прибора используется цифровой индикатор модуля ПО.

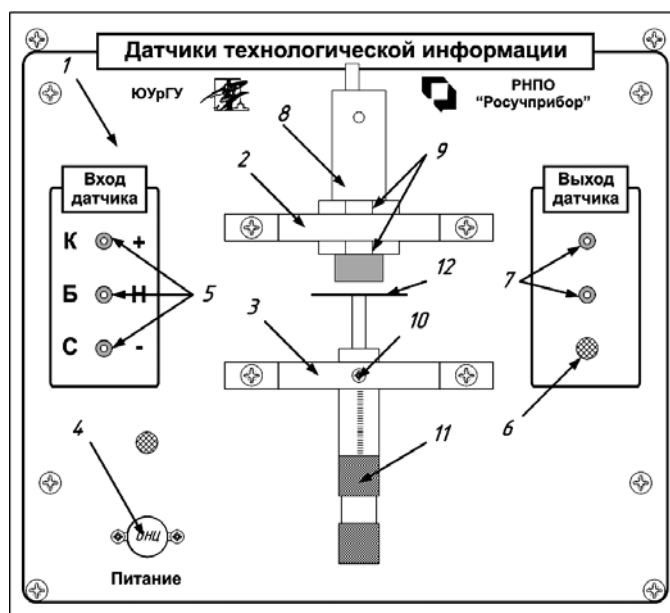


Рис. 7.7. Лицевая панель модуля ДТИ

В стойку 2 в верхнее или нижнее гнездо устанавливается исследуемый датчик 8, закреплённый гайками 9.

В стойку 3 устанавливается и винтом 10 фиксируется микрометр 11 с ценой деления 0,01 мм. На выдвижной части микрометра закреплён воздействующий элемент 12, имеющий круглую часть с выступающим «усом» (рис. 7.8). Микро-

метр позволяет перемещать воздействующий на датчик элемент (ВЭ) и измерять его положение относительно датчика.

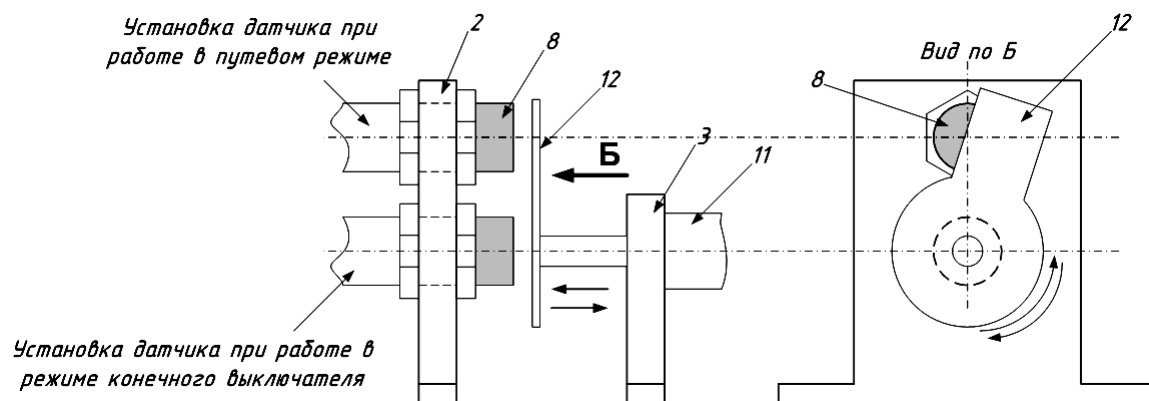


Рис. 7.8 Расположение датчиков и воздействующего элемента

«Ус» используется при исследовании влияния на характеристики датчика изменения положения пластины при прохождении её мимо датчика, а круглая часть – при исследовании влияния изменения зазора между торцом датчика и пластиной.

В работе предусмотрено исследование датчиков в двух режимах:

- 1) контроль прохождения ВЭ мимо датчика;
- 2) контроль изменения расстояния между ВЭ и торцом датчика.

Условно введём для разделения этих двух режимов воздействий соответственно термин «путевой режим» и «режим конечного выключателя» («торцевой режим»).

Для исследования в путевом режиме датчик устанавливается в верхнее монтажное отверстие стойки датчиков (см. рис. 7.8). При этом исследуется воздействие на датчик «уса» ВЭ, то есть используется поворот воздействующего элемента. В режиме конечного выключателя датчик устанавливается в нижнее отверстие стойки и исследуется приближение/удаление круглой части ВЭ.

Для исследования оптического датчика имеется устанавливаемое на лабораторном модуле устройство с перемещающимся вверх/вниз отражающим элементом (ОЭ). Положение ОЭ относительно оптического выключателя измеряется при помощи цифрового штангенциркуля. Возможно изменение материала отражающей поверхности ОЭ (на рис. 7.7 не показано).

Подключение исследуемого датчика SQ1 к схеме питания модуля (рис. 7.9) производится с помощью штекеров соответствующей окраски. Через разъем XS4 осуществляется питание 24 В постоянного тока. Светодиоды VD1 и VD2 соответственно индицируют состояние выхода исследуемого датчика и наличие питания на модуле. Резисторы R1 и R2 являются ограничивающими ток в цепи светодиодов. Гнезда XS5 и XS6 используются для контроля выходного сигнала исследуемого датчика.

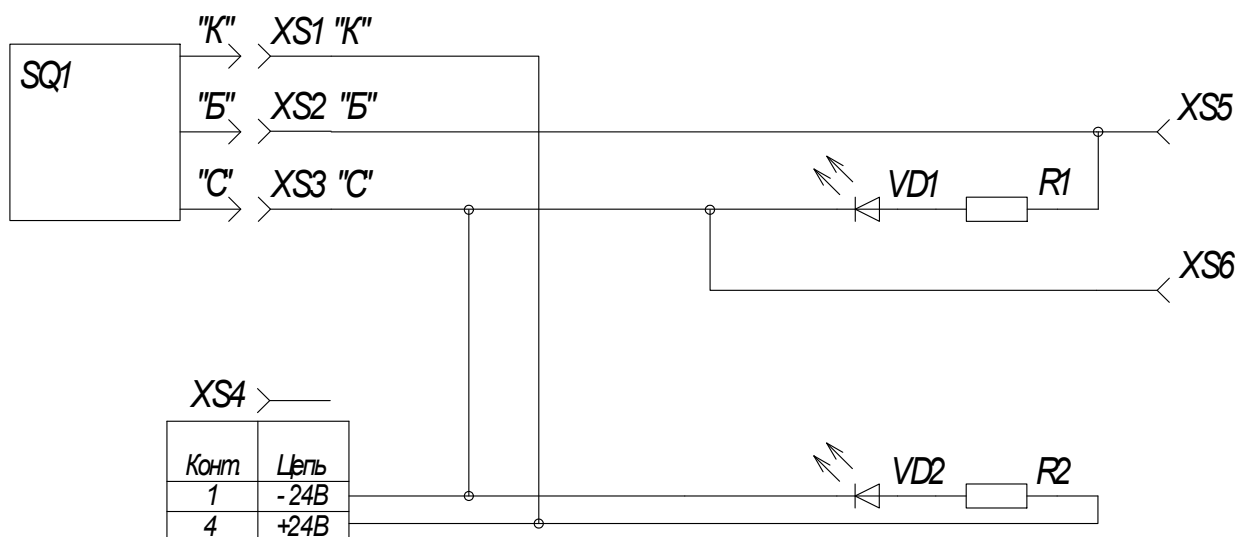


Рис. 7.9. Схема электрическая принципиальная модуля ДТИ

В лаборатории при исследовании датчиков ВК и ВЕ необходимо выполнить следующие эксперименты:

1. В режиме торцевого выключателя плавным изменением положения ВЭ произвести включение и отключение датчика (контролируется по состоянию светодиода). При наличии осциллографа зафиксировать переходный процесс включения и отключения датчика. Произвести включение и отключение датчика заданное число раз (не менее 5), фиксируя по микрометру положение ВЭ.

Для исключения влияния люфтов в передаче следует после отключения датчика ещё удалить ВЭ от него, чтобы в начале очередного цикла эксперимента проходить положение отключения в направлении движения к выключателю.

По результатам измерений вычисляется среднее арифметическое значение результатов наблюдений по формуле

$$l_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n},$$

где l_i – результат i -го наблюдения; n – число наблюдений.

Определяются согласно ГОСТ 8.009-72 средние значения погрешности при измерениях 1 со стороны меньших (больших) значений:

$$\bar{\Delta}_m = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_{mi}}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (l_{im} - l_{cp})}{n};$$

$$\bar{\Delta}_b = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_{bi}}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (l_{ib} - l_{cp})}{n},$$

где l_{im} (l_{ib}) – измеренные значения при изменении 1 со стороны меньших (больших) значений; n – число опытов при определении $\bar{\Delta}_m$ ($\bar{\Delta}_b$).

Систематическая составляющая $\Delta_{\text{сист}}$ погрешности определяется формулой

$$\Delta_{\text{сист}} = \frac{\bar{\Delta}_m + \bar{\Delta}_\delta}{2}.$$

Среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности определяется формулой

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_{mi} - \bar{\Delta}_m)^2 + \sum_{i=1}^n (\Delta_{\delta i} - \bar{\Delta}_\delta)^2}{2n - 1}}.$$

Гистерезис датчика (дифференциал хода) D , то есть расстояние между точками включения и отключения датчика, по результатам эксперимента определяется как разность между максимальным в серии опытов значением положения ВЭ при отключении выключателя $l_{\text{откл}}$ и минимальным значением положения ВЭ при включении датчика $l_{\text{вкл}}$.

Подключая к гнездам выхода датчика цифровой индикатор модуля пультового оборудования, зафиксировать значение напряжения на выходе датчика при отключённом и включённом состояниях.

2. Для исследования датчика в путевом режиме необходимо расстояние между торцом датчика и ВЭ при включенном состоянии разбить на 3 примерно равных части, которым будут соответствовать положения ВЭ l_1, l_2, l_3 .

При повороте ручки микрометра происходит поворот «уса» ВЭ, вызывающий включение/отключение датчика. Для каждого из трёх положений l_1-l_3 n раз (значение задаётся преподавателем) произвести включение и отключение датчика. После включения датчика и фиксации показаний микрометра вращение микрометра осуществляется в противоположную сторону (в сторону отключения датчика). После фиксации показаний микрометра при отключении датчика для исключения влияния люфтов следует ещё удалить «ус» от датчика, чтобы в начале очередного цикла эксперимента проходить положение отключения в направлении движения к включению.

По результатам экспериментов для каждого из положений l_1-l_3 необходимо:

- определить среднее квадратическое отклонение σ ;
- гистерезис датчика;
- значение выходного напряжения при отключённом и включённом состояниях датчика;
- оценить, как изменяются значения σ и гистерезис с изменением расстояния между торцом датчика и ВЭ.

При исследовании ВК ИПП с аналоговым выходом необходимо выполнить следующее:

1. В режиме торцевого выключателя снять и построить (заданное преподавателем число раз) на одном графике зависимости выходного напряжения датчика от расстояния между торцом датчика и ВЭ. По данным эксперимента рассчитать и построить номинальную статическую характеристику датчика. Выходное напря-

жение при каждом положении ВЭ рассчитывается как среднее из всех результатов измерений при данном положении ВЭ.

Рассчитать наибольшее значение суммарной погрешности Δ как наибольшее по абсолютной величине из экспериментально полученных значений Δ_{mi} и $\Delta_{\delta i}$. Здесь Δ_{mi} ($\Delta_{\delta i}$) – i -ая реализация погрешности при изменении входного сигнала со стороны меньших (больших) значений до значения заданного.

2. В путевом режиме работы датчика для заданных расстояний между торцом датчика и ВЭ необходимо:

- снять и построить на одном графике заданное преподавателем число раз зависимости выходного напряжения датчика от угла поворота ВЭ для заданных расстояний между торцом датчика и ВЭ;
- рассчитать и построить номинальные статические характеристики для заданных расстояний между торцом датчика и ВЭ;
- рассчитать наибольшее значение суммарной погрешности для каждой статической характеристики;
- оценить изменение гистерезиса датчика с изменением расстояния между торцом датчика и ВЭ.

При исследовании оптического датчика ОВ лаборатории необходимо выполнить следующее:

1. Отражатель с белой бумагой поставить в исходное положение, в котором оптический датчик отключен. Приближая отражатель к датчику, добиться его включения. Зафиксировать расстояние между отражателем и торцом датчика. Удаляя отражатель от датчика, добиться его выключения. Также зафиксировать расстояние между ними. Вернуть отражатель в исходное положение и n раз (не менее 5) повторить эксперимент. Для исключения влияния люфтов необходимо отражатель перемещать в исходное положение, чтобы положение отключения датчика проходить в направлении движения отражателя к датчику. Определить среднее квадратическое отклонение σ , гистерезис и значения выходного напряжения датчика при отключённом и включённом состояниях датчика.

2. Повторить описанные выше эксперименты ещё для двух разных отражающих материалов отражателя. Провести сопоставление отражающих свойств использованных в эксперименте материалов.

7.5. Требования к отчёту

Отчет должен содержать:

- цель работы;
- основные паспортные характеристики исследуемых датчиков;
- экспериментальные данные, расчётные значения требуемых параметров и графиков по каждому из исследованных датчиков;
- анализ полученных экспериментальных данных, сравнение полученных данных с паспортными, выводы и рекомендации по использованию исследованных датчиков.

7.6. Контрольные вопросы

1. Каков принцип действия индуктивного выключателя?
2. Каков принцип действия емкостного выключателя?
3. К какому типу относится оптический выключатель и каков его принцип действия?
4. Как обеспечивается питание исследуемых датчиков и как подключается нагрузка к их выходам?
5. Как рассчитывается среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности датчика?
6. Что такое гистерезис датчика и как его определить экспериментально?
7. Как исключается влияние люфтов в передаче при исследовании датчиков?
8. Зачем в стойке датчиков выполнено два отверстия для установки датчиков?
9. Как построить номинальную статическую характеристику датчика с аналоговым выходом (ИПП)?
10. Каково назначение «уса» в конструкции воздействующего элемента?
11. Чем отличаются путевой режим работы датчиков от режима конечного выключателя?

8. РАБОТА №7. ИЗУЧЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО КОНТРОЛЛЕРА ТЕМПЕРАТУРЫ MC-2538

8.1. Цель работы

Ознакомиться с устройством и техническими характеристиками программируемого температурного контроллера MC-2538, выпускаемого фирмой MAX-THERMO (Тайвань), изучить основные функции и приобрести навыки программирования.

8.2. Содержание работы

1. Дома при подготовке к проведению лабораторной работы изучить:
 - назначение и технические характеристики программируемого температурного контроллера MC-2538 (в дальнейшем изложении - контроллер);
 - основные узлы и возможности модуля температурного контроллера лабораторного комплекса;
 - принципы программирования контроллера.
2. В лаборатории провести экспериментальные исследования заданных вариантов режимов работы контроллера из ниже перечисленных:
 - режим ON/OFF;
 - режим П-регулятора;
 - режим ПИ-регулятора;
 - режим ПД-регулятора;
 - режим ПИД-регулятора.
3. Провести обработку экспериментальных данных, сделать выводы и составить отчёт по работе.

8.3. Общие технические характеристики контроллера MC-2538

На рис. 8.1 показан внешний вид контроллера MC-2538. Пояснения к позиционным обозначениям рис. 8.1 даны в табл. 8.1.

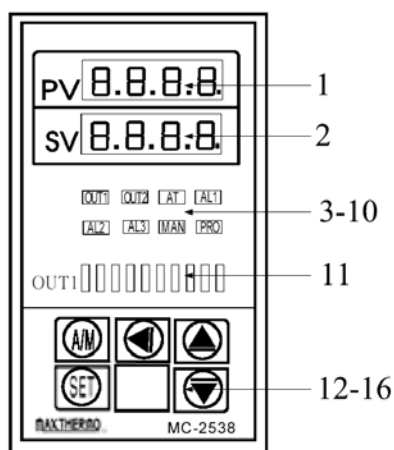


Рис. 8.1. Внешний вид температурного контроллера MC-2538

Таблица 8.1

№ п/п	Объект		Описание
1	Индикатор PV		Отображается текущее значение в рабочем режиме и параметр при программировании
2	Индикатор SV		Отображается температурная уставка в рабочем режиме и значение параметра при программировании
3 – 10	Рабочие индикаторы	OUT1	Состояние выхода 1 (нагрев)
		OUT2	Состояние выхода 2 (охлаждение)
		AT	Состояние автонастройки
		AL1	Состояние сигнального выхода 1 (сигнал 1)
		AL2	Состояние сигнального выхода 2 (сигнал 2)
		AL3	Состояние сигнального выхода 3 (сигнал 3)
		MAN	Ручной режим
		PRO	Режим программирования
11	Светодиодная строка		Отображение процента включённого состояния выхода 1 в общем времени цикла
12 – 16	Кнопки управления		Кнопка выбора режима и настройки
			Выбор режима работы (Автоматический/ручной)
			Вверх/старт
			Вниз/пауза
			Далее/пауза

Указанные на рис. 8.1 и в табл. 8.1 позиции 3 – 10 имеются в максимальной конфигурации температурного контроллера MC-2538. В конфигурации контроллера, используемого в лабораторном комплексе, имеются только позиции OUT1, AT, AL1 и MAN. Остальные позиции не доступны в данной конфигурации.

В табл. 8.2 представлены общие характеристики контроллера MC-2538.

Таблица 8.2

Параметр		Характеристика
Напряжение питания		85-265 В переменного тока
Потребляемая мощность		2 ВА
Число входов/выходов		1 вход/ выход, управляющий релейный + выход сигнальный
Тип входа		по напряжению с термопары; по напряжению: 0–1 В, 0–5 В, 1–5 В, 0–10 В, 2–10 В; по току: 0–20 мА, 4–20 мА
Подключаемые термопары		типы В, Е, J, К, N, R, S, Т, U, W, PT100 (JIS), PT100(DIN), PT50 (JIS)
Тип выхода		релейный 5 А/240 В
Тип сигнального выхода		релейный 5 А/240 В (19 режимов работы)
Режимы работы контроллера	ON/OFF	переменное включение/выключение выхода
	П	пропорциональный режим
	И	интегральный режим
	Д	дифференциальный режим
		ПИД режим ПИД-регулятора

8.4. Подключение входных и выходных сигналов

На рис. 8.2 дана схема подключения входных и выходных сигналов, а также питания к контроллеру МС-2538.

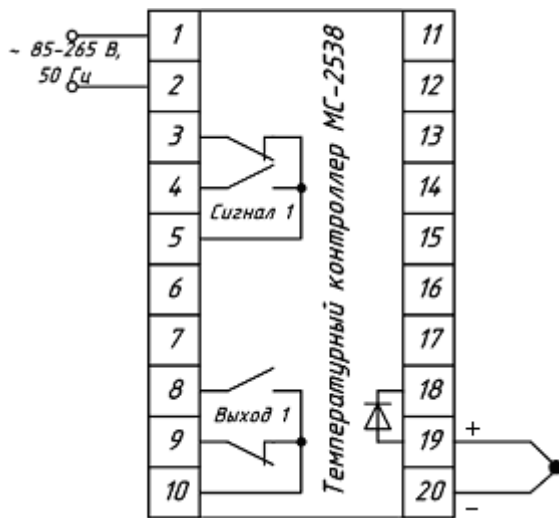


Рис. 8.2. Схема подключения входных и выходных сигналов контроллера

8.5. Режимы работы контроллера МС-2538

Контроллер МС-2538 фирмы MAXTHERMO обеспечивает работу управляющего выхода в пяти режимах (ON/OFF, П-, ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторы) и работу сигнального выхода в 17 режимах, которые будут перечислены ниже.

1. *Режим ON/OFF*. Режим работы ON/OFF выхода ТК самый простой в описании из всех используемых режимов в контроллере. В данном режиме управляющий выход находится во включенном состоянии все время, пока текущее значение температуры $T_{\text{ТЕК}}$ меньше значения температуры уставки $T_{\text{УСТ}}$. При превышении $T_{\text{ТЕК}}$ температуры уставки управляющий выход выключается и включается вновь при понижении температуры до $T_{\text{УСТ}}$. Временные диаграммы работы управляющего выхода в данном режиме представлены на рис. 8.3 а.

При работе контроллера на температуре уставки, управляющий выход периодически включается и выключается из-за малых изменений температуры. Это отрицательно сказывается на сроке службы реле и на внешних устройствах, подключаемых к управляющему выходу контроллера. Поэтому при работе управляющего выхода в режиме ON/OFF используется некоторый диапазон, называемый гистерезисом. Данный параметр необходимо настроить при программировании температурного контроллера. После настройки гистерезиса управляющий выход будет включаться при температуре, которая ниже заданной на величину гистерезиса (рис. 8.3б).

Настройка гистерезиса производится в меню 2 в параметре «HYS1». Величина значения гистерезиса может устанавливаться в диапазоне 0 – 1000 единиц измерения температуры.

При работе в режиме ON/OFF переходный процесс протекает подобно тому, который представлен на рис. 8.3 а. Текущее значение температуры поднимается

выше уставки (перерегулирование) и далее качается около температуры уставки (качание).

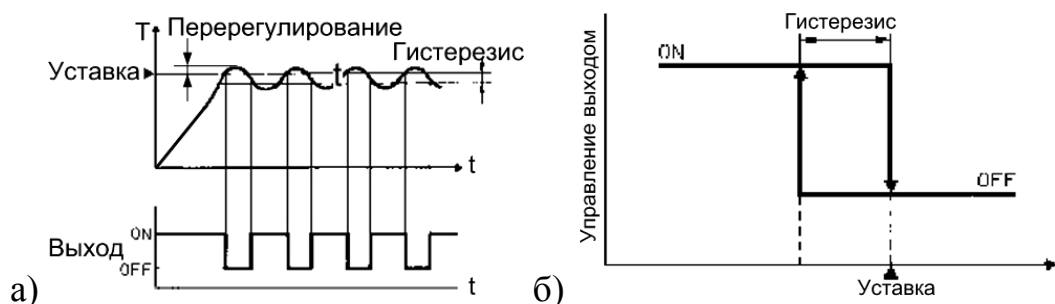


Рис. 8.3. Принцип работы выхода (а) и гистерезис температурного контроллера в режиме ON/OFF (б)

2. Режим П-регулятора. В данном режиме управляющий выход контроллера работает несколько иначе. В режиме П-регулятора в программе температурного контроллера устанавливается время пропорционального цикла T . Контроллер рассчитывает время включенного и выключенного состояния выходного реле. При этом с увеличением температуры и приближением её текущего значения к значению температуры уставки время включенного состояния выхода уменьшается, а при достижении заданной температуры выход выключается (рис. 8.4). Данный способ регулирования также можно назвать пропорционально-временным способом управления. При работе выхода в данном режиме необходимо настроить относительный диапазон P , величина которого выражается в процентах по отношению к диапазону регулирования температуры данного контроллера (в нашем случае диапазон температуры $0 - 300\text{ }^{\circ}\text{C}$). На рис. 8.5 представлены временные диаграммы работы управляющего выхода и переходные процессы изменения температуры при относительно большом и малом диапазоне P .

П-регулирование вызывает некоторую ошибку текущего значения по отношению к уставке. Это возможно из-за разницы между теплоемкостью объекта управления и теплоемкостью нагревателя. Эта ошибка называется смещением. Оно может быть как положительным, так и отрицательным (рис. 8.6).

Зона настройки относительного диапазона P составляет $0 - 200\%$ (меню 2, параметр «P1»). Время пропорционального цикла T можно изменять в диапазоне от 0 до 150 с (меню 2, параметр «CYT1»). Заводское значение CYT1=10 с.



Рис. 8.4. Принцип работы выхода ТК в режиме П-регулятора

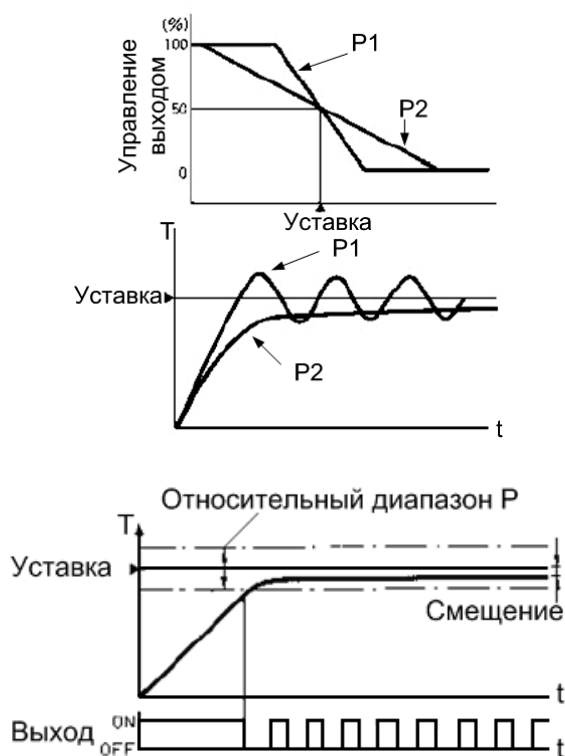


Рис. 8.5. Временные диаграммы работы выхода ТК и переходные процессы изменения температуры в режиме П-регулятора ($P2 > P1$)

Рис. 8.6. Смещение в режиме П-регулятора

3. *Режим ПИ-регулятора.* При работе управляющего выхода в данном режиме дополнительно к пропорциональной составляющей необходимо настроить постоянную времени интегрирования $T_{\text{и}}$. Интегрирующая составляющая вводится для компенсации смещения, возникающего при работе П-регулятора (рис. 8.7).

На рис. 8.8 приведены динамические характеристики ПИ-регулятора при различных значениях времени $T_{\text{и}}$, поясняющие принцип работы ПИ-регулятора.

Постоянная времени $T_{\text{и}}$ может изменяться в диапазоне 0 – 3600 с. Его настройка производится в меню 2 в параметре «I1».

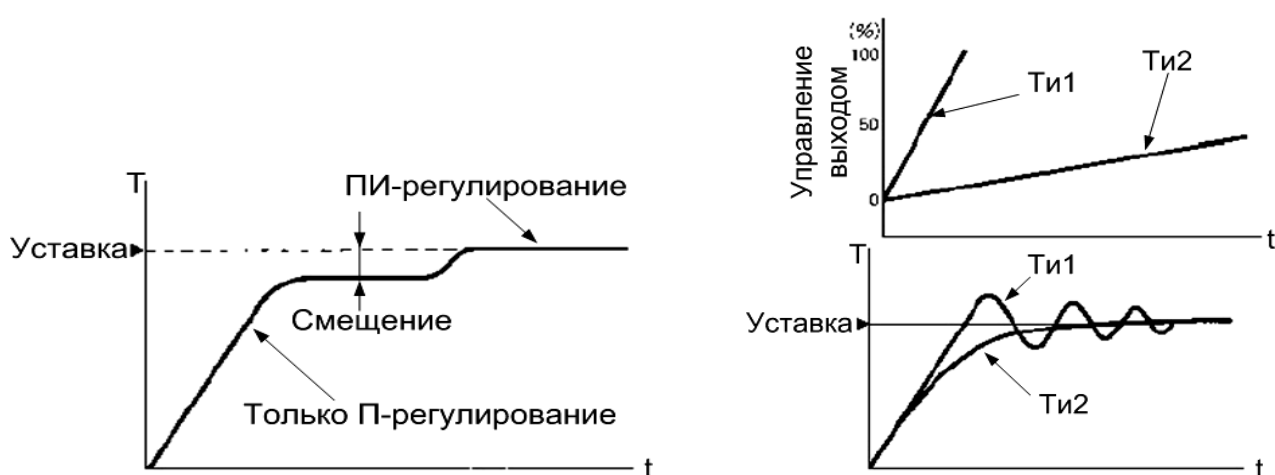


Рис. 8.7. Временные диаграммы работы выхода ТК и переходные процессы изменения температуры в режиме ПИ-регулятора ($T_{\text{и}2} > T_{\text{и}1}$)

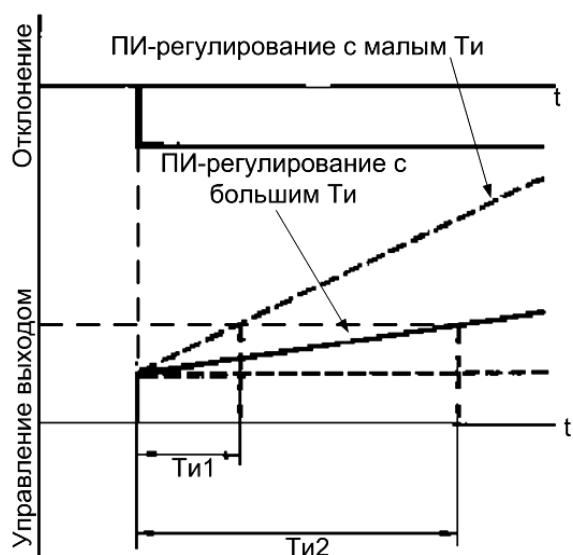


Рис. 8.8. Динамические характеристики ПИ-регулятора при различных T_i

4. *Режим ПД-регулятора.* При работе управляющего выхода в данном режиме дополнительно к пропорциональной составляющей необходимо настроить постоянную времени дифференцирования T_d . Дифференциальная составляющая вводится для более быстрой отработки колебаний текущего значения температуры, возникающих при воздействии внешних возмущений (рис. 8.9).

На рис. 8.10 приведены динамические характеристики ПД-регулятора при различных значениях времени T_d , поясняющие принцип работы ПД-регулятора.

Постоянная времени T_d может изменяться в диапазоне 0 – 900 с. Его настройка производится в меню 2 в параметре «D1».

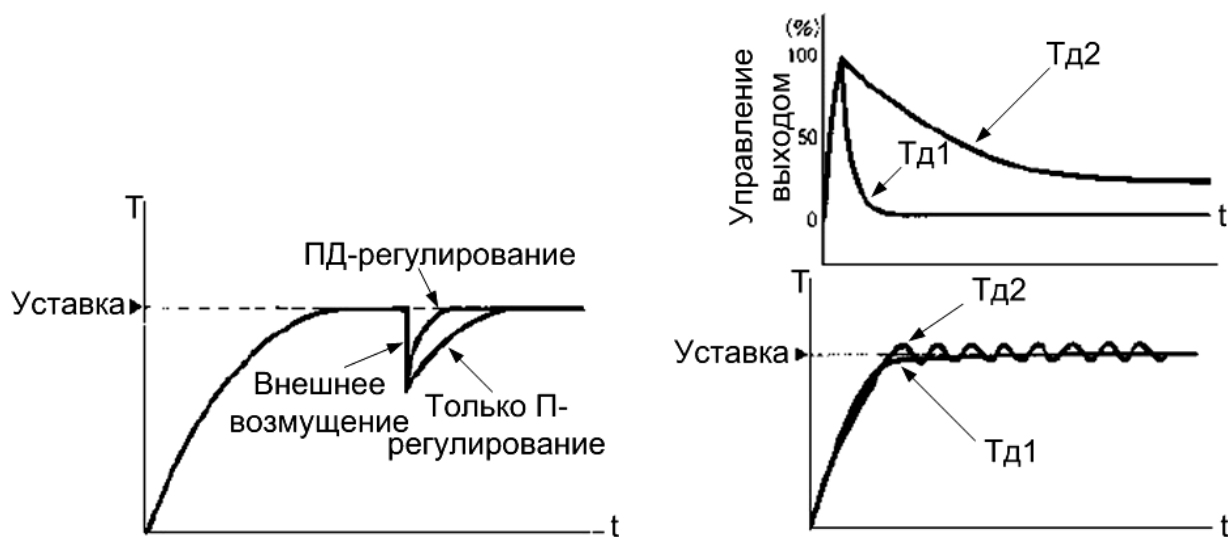


Рис. 8.9. Временные диаграммы работы выхода ТК и переходные процессы изменения температуры в режиме ПД-регулятора ($T_{d2} > T_{d1}$)

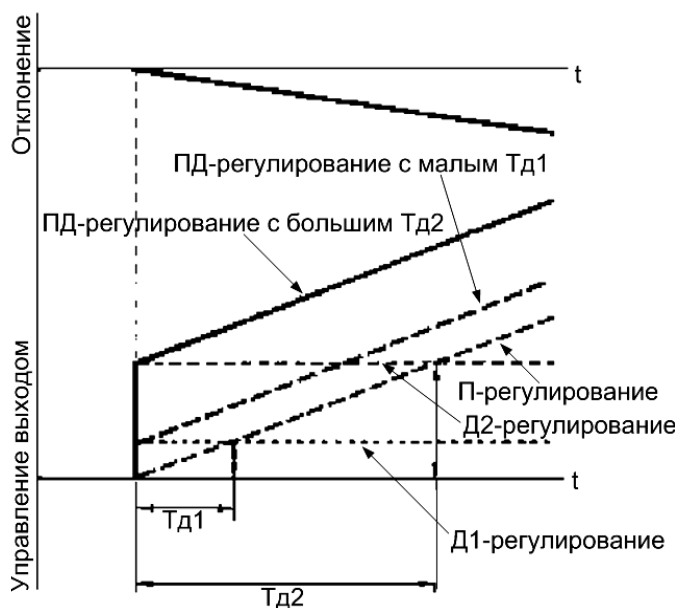


Рис. 8.10. Динамические характеристики ПД-регулятора при различных T_D

5. *Режим ПИД-регулятора.* Данный режим работы управляющего выхода температурного контроллера объединяет качества описанных ранее П-, ПИ- и ПД-регуляторов (рис. 8.11).

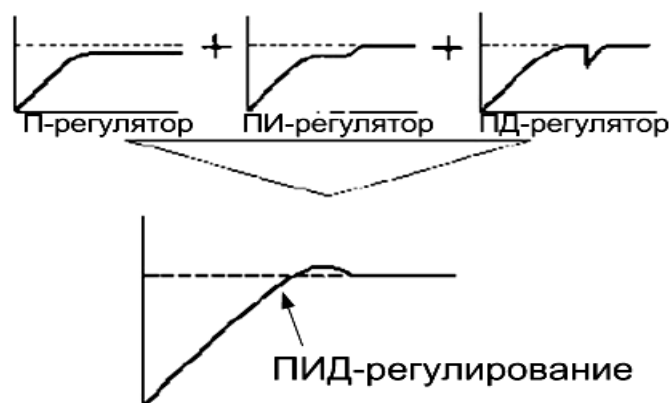


Рис. 8.11. ПИД-регулирование

В режиме ПИД-регулирования температура устанавливается и поддерживается постоянной без качания (П-регулятор), смещение, возникающее при П-регулировании, компенсируется за счет интегральной составляющей (ПИ-регулятор), а также происходит более быстрая отработка внешнего возмущающего воздействия (ПД-регулятор).

В этом режиме работы выхода ТК необходимо настроить относительный диапазон P , интегральное время T_I и дифференциальное время регулятора T_D .

При работе управляющего выхода контроллера в режиме ПИД-регулятора есть возможность автонастройки параметров регулятора. Но при этом могут возникнуть различные варианты переходных процессов изменения температуры. На рис. 8.12 представлены возможные варианты протекания переходного процесса изменения температуры при автонастройке параметров ПИД-регулятора:

а) данный переходный процесс возможен при слишком большом P . В этом случае перерегулирование подавляется, но для этого необходимо сравнительно большое время достижения уставки;

б) переходный процесс при заниженном P . Текущее значение температуры достигнет уставки за сравнительно малое время, но при этом возможно перерегулирование и качание прежде, чем температура установится;

в) переходный процесс, возможный при завышенном $T_{и}$. В данном случае уменьшается перерегулирование, недорегулирование и качание, но для этого необходимо сравнительно большое время;

г) переходный процесс, возникающий при слишком низком $T_{и}$. Текущее значение температуры достигнет уставки за короткое время, но при этом возможно перерегулирование, недорегулирование и качание;

д) переходный процесс, возникающий при слишком высоком $T_{д}$. Текущее значение температуры достигнет уставки за короткое время, но при этом возможно небольшое перерегулирование и пульсации из-за изменения текущего значения температуры;

е) переходный процесс, возможный при завышенном $T_{д}$. В этом случае необходимо большое время для установления заданной температуры. Процесс протекает с большим перерегулированием и провалами.

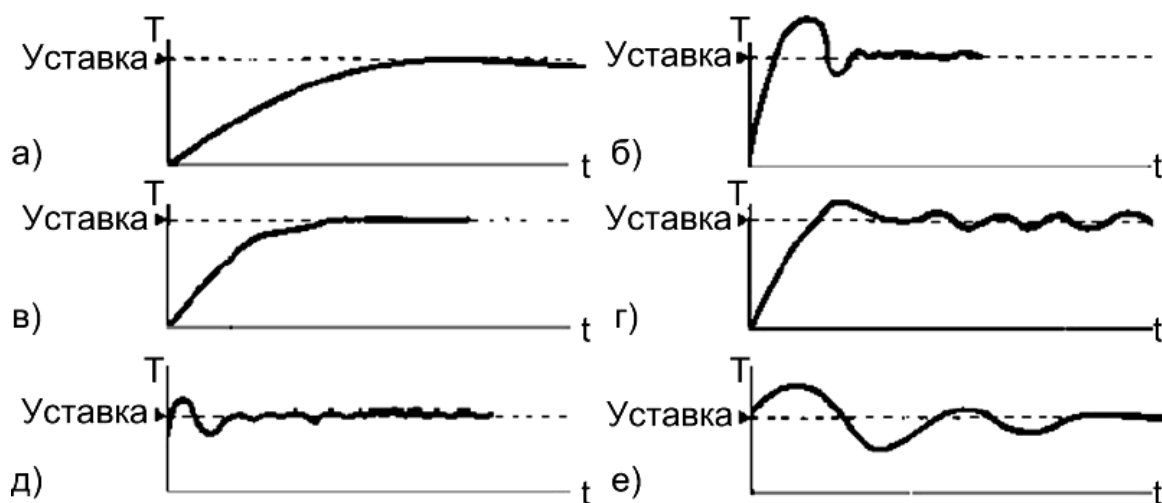


Рис. 8.12. Примеры переходных процессов при автонастройке ПИД-регулятора

8.6. Режимы работы сигнального выхода контроллера МС-2538

Дополнительно к управляющему выходу в температурном контроллере установлен сигнальный выход, который в соответствии с выбранным режимом работы сигнализирует о выходе температуры за установленную границу или, наоборот, о нахождении текущего значения температуры в заданных пределах.

В табл. 8.3 приведены возможные режимы работы сигнального выхода контроллера МС-2538. На рис. 8.13 представлены диаграммы, поясняющие принцип работы сигнального выхода в каждом режиме.

Таблица 8.3

Параметр (код на дисплее)	Комментарий	Запрет включения (запрет сигнала)
01	Сигнал при отклонении в большую сторону	ДА
11	Сигнал при отклонении в большую сторону	НЕТ
02	Сигнал при отклонении в меньшую сторону	ДА
12	Сигнал при отклонении в меньшую сторону	НЕТ
03	Сигнал при отклонении в большую/меньшую сторону	ДА
13	Сигнал при отклонении в большую/меньшую сторону	НЕТ
04/14	Сигнал при отклонении в большую/меньшую сторону от диапазона	НЕТ
05	Сигнал при превышении абсолютного значения	ДА
15	Сигнал при превышении абсолютного значения	НЕТ
06	Сигнал при опускании ниже абсолютного значения	ДА
16	Сигнал при опускании ниже абсолютного значения	НЕТ
08	Включение сигнала при системной ошибке	—
18	Выключение сигнала при системной ошибке	—
19	Сигнал по таймеру задержки	—

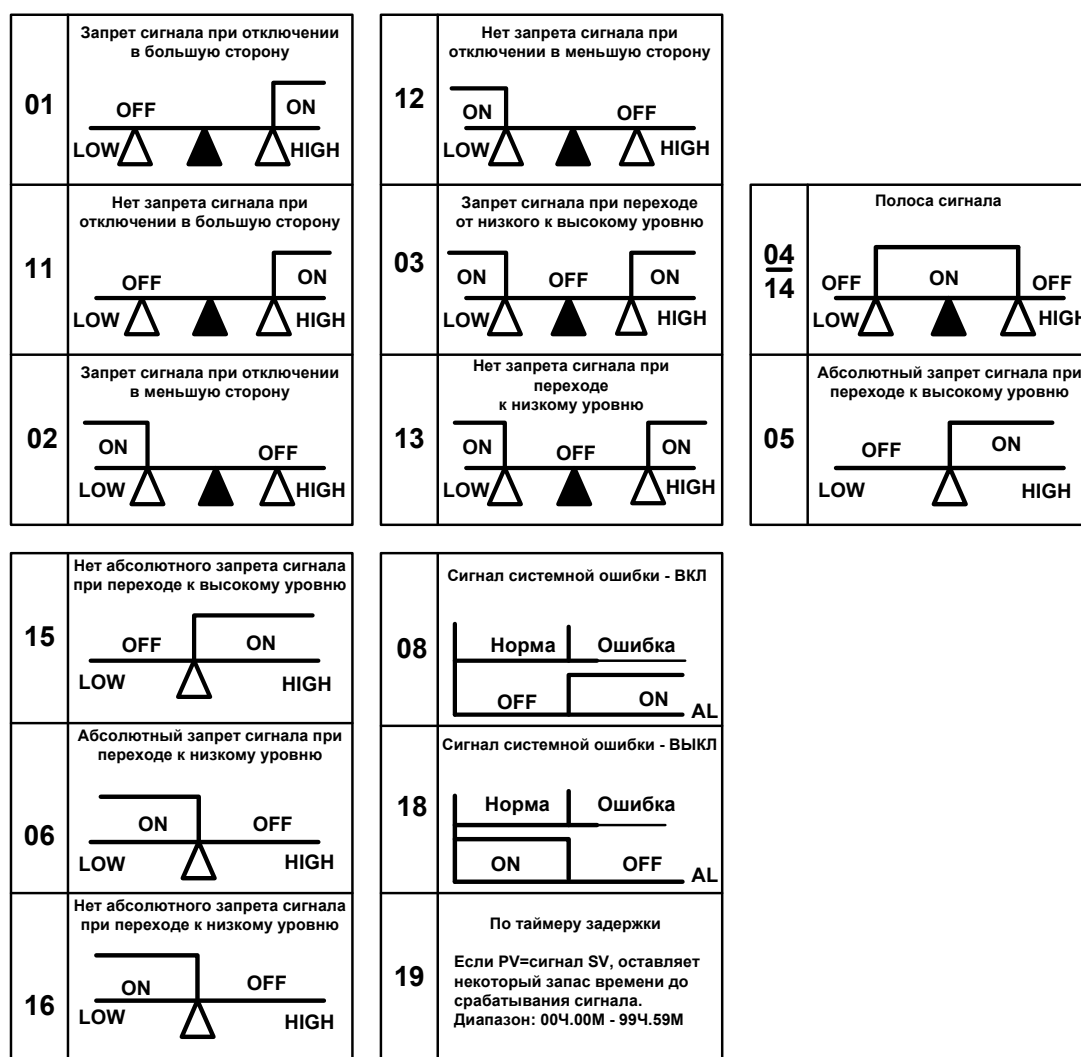


Рис. 8.13. Диаграммы работы сигнального выхода в различных режимах

Настройка режима работы сигнального выхода производится путем выбора необходимого значения в параметре «ALD1» в меню 3. Также есть возможность программно задать длительность сигнала (параметр «ALT1» в меню 2).

8.7. Программирование контроллера MC-2538

Программирование контроллера MC-2538 и управление им ведётся только с кнопочной панели.

В данной конфигурации существует четыре программных уровня. В табл. 8.4 – 8.6 представлено описание программных уровней с указанием кода параметра на индикаторе контроллера, его названия и диапазона регулирования. Стоит отметить, что в таблицах представлены только те параметры, которые необходимы при программировании данной конфигурации температурного контроллера.

Первый программный уровень включает в себя режим рабочей индикации. На данном программном уровне находится всего три параметра (табл. 8.4), а также есть возможность изменения значения уставки температурного контроллера.

Параметры второго уровня (табл. 8.5) относятся к группе основных параметров, используемых при настройке различных типов регуляторов и режимов работы управляющего выхода.

В третьем программном уровне (табл. 8.6) расположены параметры, используемые для более расширенного программирования температурного контроллера.

Четвёртый программный уровень содержит параметры защиты и доступа к уровням в целом, а также к отдельным параметрам этих программных уровней. В данной работе этот уровень не рассматривается, и доступ к нему закрыт.

Таблица 8.4

Параметр (код на дисплее)	Название		Диапазон настройки
OUTL	OUTL	Уровень выхода	0 – 100 %
AT	AT	Автонастройка. Используется для постоянной автонастройки ПИД	«Yes/No»
AL1	AL1	Сигнал 1	0 – 100 %

Таблица 8.5

Параметр (код на дисплее)	Название		Диапазон настройки
P1	P1	Относительный диапазон	0–200 %. ВКЛ/ВЫКЛ при P=0
I1	I1	Постоянная времени интегрирования	0–3600 с. «Интегральный» выкл. при I=0
D1	D1	Постоянная времени дифференцирования	0–900 с. «Производный» выкл. при D=0
DB1	DB1	Время зоны нечувствительности	0–1000 с. Компенсация зоны нечувствительности
ATVL	ATVL	Смещение автонастройки	0–USPL

CYT I	CYT1	Время пропорционального цикла	0 – 150 с. Если вывод релейный, то обычно уставка 10
HYS I	HYS1	Гистерезис	0 – 1000. Только для управления ВКЛ/ВКЛ
LCK	LCK	Блокировка функций	LCK = 0101, закрыт доступ ко всем параметрам, кроме LCK. LCK = 0001, возможен доступ к уровню 1 и редактирование SV. LCK = 0110, возможен доступ к уровням 1 и 2 и редактирование параметров уровня 1. LCK = 0100, возможен доступ и редактирование уровней 1 и 2. LCK = 0000, возможен доступ к уровню 1

Таблица 8.6

Параметр (код на дисплее)	Название		Диапазон настройки
INP I	INP1	Настройка основного входа	Выбор типа входа
ANL I	ANL1	Установка нуля, аналоговый сигнал.	LSPL-USPL. Используется для калибровки (коды основного входа AN1 – AN5)
ANH I	ANH1	Установка диапазона, аналоговый сигнал	Аналогично ANL1
DP	DP	Десятичная точка	Настройка позиции десятичной точки
LSPL	LSPL	Нижний предел уставки	Настройка нижнего предела для INP1
USPL	USPL	Верхний предел уставки	Настройка верхнего предела для INP1
ALD I	ALD1	Режим сигнализации	00 – 19
ALT I	ALT1	Настройка времени сигнала 1	00 – 99.59 мин 0 = прерывистый сигнал 99.59 = постоянный сигнал, другое = время задержки 99.59
HYSR	HYSR	Гистерезис сигнализации	00 – 1000
CLO I	CLO1	Установка нуля	LSPL-USPL (только текущий выход)
CHO I	CHO1	Установка диапазона	0 – 9999 (только текущий выход) Калибровка верхнего значения выхода 1
SVOS	SVOS	Компенсация SV	–1000 –1000
PVOS	PVOS	Компенсация PV	LSPL–USPL
UNIT	UNIT	Единица измерения PV и SV	C, F, A (аналог)
SOFT	SOFT	Программируемый фильтр	0.05 – 1.00 Настройка времени ответной реакции PV, чем больше, тем быстрее

На рис. 8.14 представлены методы перехода на различные программные уровни. Все переходы происходят из режима рабочей индикации. Для перехода на первый программный уровень (рис. 8.14а) необходимо нажать **SET**. Для перехода на второй программный уровень (рис. 8.14б) необходимо нажать и удерживать

кнопку  не менее 5 с. Для перехода на третий уровень (рис. 8.14в) необходимо одновременно нажать и удерживать не менее 5 с кнопки  и .

Для перехода от одного параметра к другому в пределах одного программного уровня необходимо кратковременно нажимать кнопку  до появления требуемого параметра.

Для редактирования значения какого-либо параметра необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- а) нажать кнопку  для входа в режим редактирования. На индикаторе SV начнёт мигать младший разряд значения параметра;
- б) кнопками  и  выставить требуемую величину младшего разряда;
- в) для перехода к следующему разряду параметра нажать .
- г) аналогично настраивается второй и последующие разряды параметра;
- д) после установки необходимого значения параметра нужно подтвердить настройку нажатием кнопки .

Для установки режима автонастройки параметров ПИД-регулятора необходимо в режиме рабочей индикации, нажимая кратковременно кнопку , выбрать параметр «At». Далее нужно войти в режим редактирования параметра, нажав . Кнопкой  выбрать значение «YES». Кнопкой  подтвердить выбор. При этом на лицевой панели должен загореться индикатор АТ. В течение некоторого времени контроллер автоматически будет настраивать параметры ПИД-регулятора. После её завершения индикатор АТ должен погаснуть.

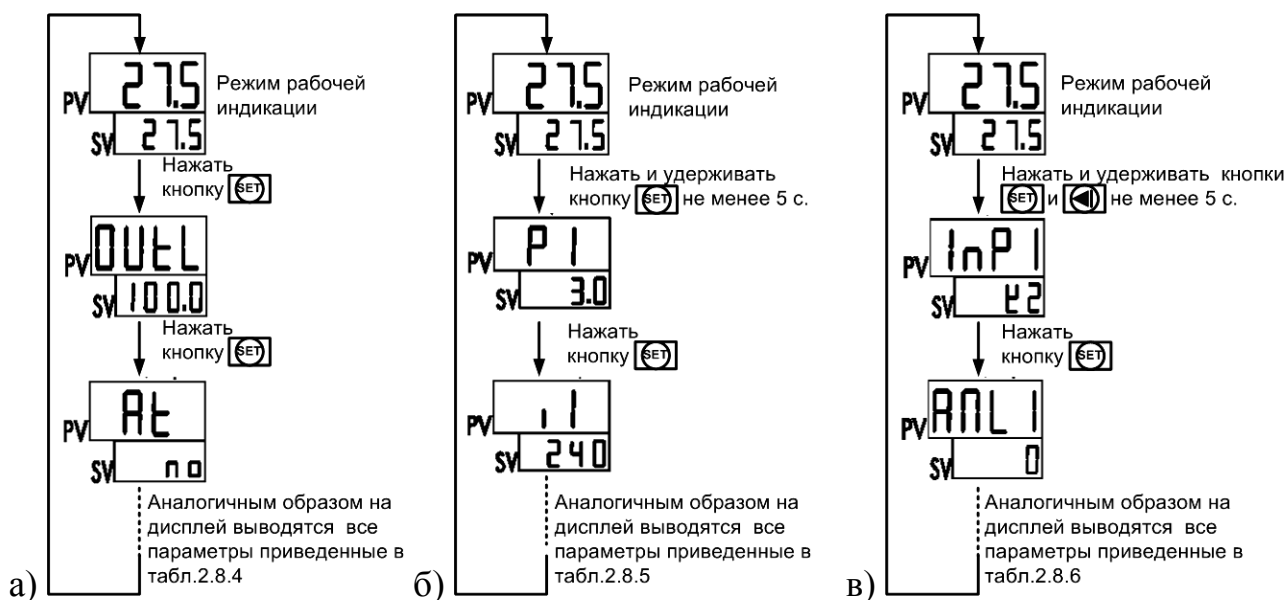


Рис. 8.14. Работа с программными уровнями

8.8. Выполнение лабораторной работы

Конструктивно модуль РТ (рис. 8.15) состоит из лицевой панели 1 и защитного заднего кожуха. На лицевой панели располагается нагревательная камера 2 и сам температурный регулятор 3. В нагревательной камере располагается электриче-

ская лампа накаливания, исполняющая роль нагревательного элемента и термопара, измеряющая температуру в нагревательной камере. Также на лицевой панели расположены тумблер для коммутации напряжения питания 4, светодиод 5, индицирующий наличие питания и держатель предохранителя 6. На лицевой панели модуля располагаются также гнезда 7 для измерения напряжения $U_{ВК}$ на выходе термопары и гнезда для контроля 8 состояния выхода регулятора.

Питание температурного регулятора А1 (рис. 8.16) осуществляется от сети переменного тока 220 В, 50 Гц. Включение происходит с помощью тумблера SA1. Для защиты оборудования установлен плавкий предохранитель FU1. Индикация наличия питания осуществляется с помощью светодиода VD1, последовательно которому установлено сопротивление R1, а встречно – защитный диод VD2. Лампа накаливания HL1, играет роль нагревательного элемента. Термопара BK1 рассчитана на диапазон измерений температур 0 – 300 °С. Гнезда XS2 и XS3 предназначены для контроля состояния выхода температурного контроллера, а гнезда XS4 и XS5 – для измерения напряжения на выходе термопары.

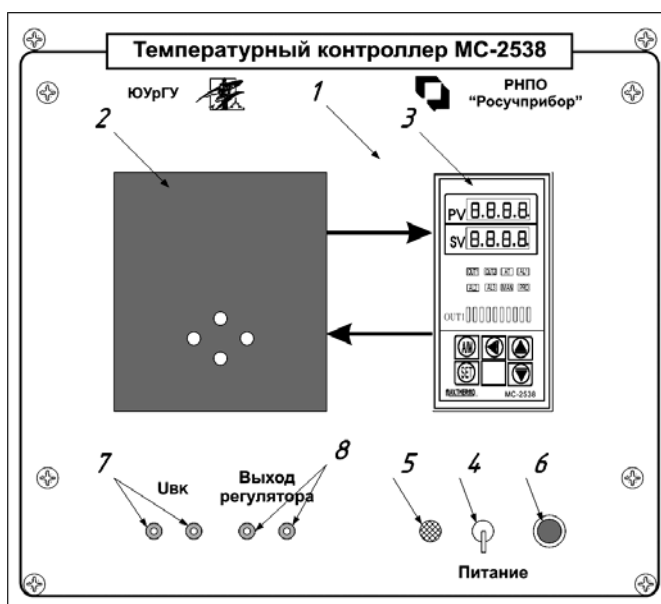


Рис. 8.15. Внешний вид лицевой панели модуля ТК

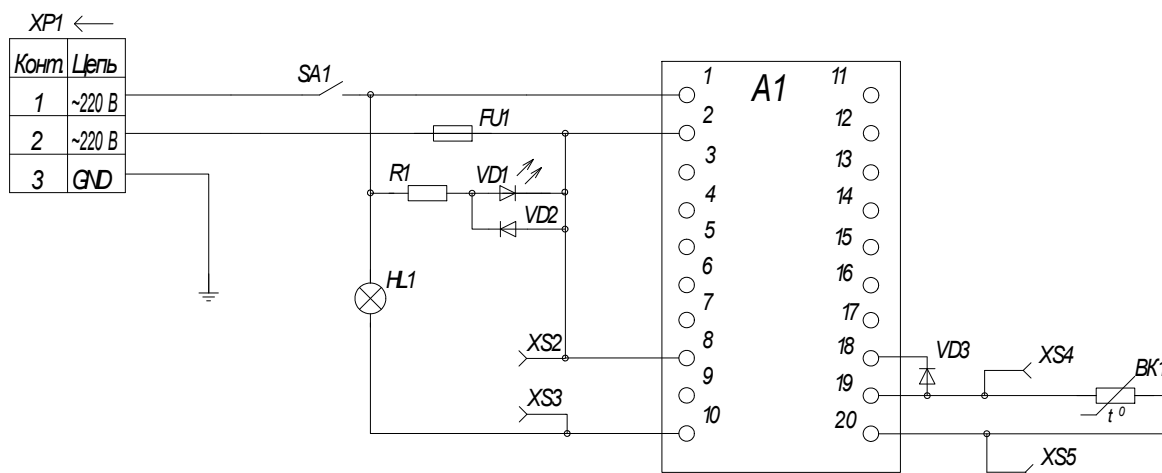


Рис. 8.16. Схема электрическая принципиальная модуля РТ

Включение питания модуля температурного контроллера осуществляется подключением сетевого кабеля модуля к сети 220 В, 50 Гц и включением тумблера на лицевой панели модуля. Автоматически включается контроллер и происходит проверка его параметров (последовательно проверяется состояние всех индикаторов, расположенных на лицевой панели, отображается тип термопары, диапазон измерения температуры, текущее значение и величина уставки). При исправном состоянии контроллера на нижнем индикаторе отображается уставка, на верхнем – текущее значение температуры.

Для настройки работы контроллера в режиме ON/OFF необходимо выполнить следующие действия:

- 1) нажать и удерживать  до появления параметра P1;
- 2) нажать  для начала редактирования параметра;
- 3) установить параметр P1=0 (это соответствует режиму ON/OFF);
- 4) нажать  для подтверждения настройки;
- 5) кратковременно нажимать  до появления параметра «HYS1»;
- 6) нажать  для начала редактирования параметра;
- 7) кнопками  и  выставить требуемое значение гистерезиса;
- 8) подтвердить настройку нажатием кнопки .
- 9) нажать и удерживать кнопку  в течение 5 с, должно появиться текущее значение на верхнем индикаторе и уставка – на нижнем;
- 10) для изменения величины уставки необходимо нажать  для начала редактирования и кнопками  и  выставить требуемую величину;
- 11) нажать  для подтверждения настройки.

После выполнения этих действий температурный контроллер должен в автоматическом режиме включиться в работу. Для отключения контроллера необходимо отключить его питание. На модуле температурного контроллера расположены гнезда для подключения измерительного прибора к выводам термопары.

Для настройки работы контроллера в режиме П-регулятора необходимо выполнить следующие действия:

- 1) нажать и удерживать до появления параметра P1 кнопку .
- 2) нажать кнопку  для начала редактирования параметра;
- 3) установить заданную величину параметра P1 – относительный диапазон;
- 4) нажать  для подтверждения настройки;
- 5) кратковременно нажимать кнопку  до появления параметра «CYT1» – время пропорционального цикла;
- 6) нажать  для начала редактирования параметра;
- 7) кнопками  и  выставить требуемое значение времени пропорционального цикла;
- 8) подтвердить настройку нажатием кнопки .
- 9) нажать и удерживать кнопку  в течение 5 с, должно появиться текущее значение на верхнем индикаторе и уставка – на нижнем;

10) по необходимости настроить величину уставки в соответствии с пунктами 10 и 11 правил по выбору режима ON/OFF.

После выполнения этих действий температурный контроллер должен в автоматическом режиме включиться в работу. Для отключения контроллера необходимо отключить его питание.

Для настройки работы контроллера в режиме ПИ-регулятора необходимо выполнить аналогичные действия, как и при настройке П-регулятора, но необходимо дополнительно настроить интегральную составляющую.

Для настройки работы контроллера в режиме ПД-регулятора необходимо выполнить аналогичные действия, как и при настройке П-регулятора, при этом дополнительно необходимо настроить дифференциальную составляющую.

Для настройки ПИД-регулятора необходимо воспользоваться режимом автонастройки АТ (см. табл. 8.4). В этом режиме температурный контроллер сам устанавливает необходимые параметры для работы. После снятия характеристик переходных процессов в режиме автонастройки следует снять аналогичные характеристики при вариации параметров P , T_i и T_d .

После установки заданного режима работы и включения контроллера для выполнения этого режима необходимо, пользуясь часами и считывая с индикатора PV текущую температуру, снять характеристику изменения температуры во времени. Характеристику снимать до наступления установившегося режима работы. Так как процесс регулирования температуры сравнительно длительный, то задание (табл. 8.7) даётся бригаде студентов, а не индивидуально членам бригады. По распоряжению преподавателя отчёты могут выполняться индивидуально. В этом случае в отчёте каждого студента отражается работа регулятора только в режимах, указанных преподавателем.

Таблица 8.7

Бригада	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
Уставка, °C	60	65	70	75	80	85	90	95
Режим ON/OFF	+	+	+	+	+	+	+	+
Гистерезис, %	5	10	15	5	10	15	5	10
П-регулятор	+			+			+	
Время цикла, с	5	6	7	10	11	12	15	16
Диапазон P_1 , %	5	3	4	5	6	7	5	8
Диапазон P_2 , %	10			15			20	
ПИ-регулятор		+			+			+
T_{i1} , с	5	10	12	13	15	16	17	20
T_{i2} , с		20			30			40
ПД-регулятор			+			+		
T_{d1} , с	5	8	10	11	12	15	16	17
T_{d2} , с			20			30		
ПИД-регулятор	+	+	+	+	+	+	+	+
Режим сигнального входа	01	11	02	12	03	13	05	15

Характеристики снимаются только для режима нагрева. Для охлаждения камеры следует отключить питание модуля температурного контроллера и снять кожух нагревательной камеры (приподнять кожух вверх и потянуть на себя).

При обработке экспериментальных данных определять и указывать в отчёте основные показатели работы температурного контроллера:

- время первого достижения значения уставки;
- перерегулирование;
- смещение;
- время достижения установившегося режима;
- частоту и амплитуду установившихся колебаний температуры.

8.9. Требования к отчёту

Отчет должен содержать:

- цель работы;
- условия поставленной задачи по варианту регулятора ON/OFF, таблицу экспериментальных данных, характеристику переходного процесса и оценку полученных показателей работы температурного контроллера;
- то же, но для заданного варианта регулятора (П-, ПИ- или ПД-регулятор);
- то же, но для ПИД-регулятора;
- общие выводы по работе.

8.10. Контрольные вопросы

1. Какие отличия имеет изучаемый температурный контроллер по сравнению с контроллером максимальной конфигурации?
2. Какой выход контроллера называется сигнальным и как задать режим его работы?
3. Зачем вводится гистерезис в режиме работы ON/OFF контроллера?
4. Почему режим работы П-регулятора можно назвать пропорционально-временным способом регулирования?
5. Что означает термин «относительный диапазон Р» у П-регулятора?
6. Что означает термин «смещение» при работе контроллера в режиме П-регулятора?
7. Как влияет увеличение $T_{\text{и}}$ ПИ-регулятора на характер переходного процесса?
8. Что обеспечивает дифференциальная составляющая в ПД-регуляторе?
9. Каковы особенности работы контроллера в режиме «Автонастройка»?
10. Как экспериментально снимаются переходные характеристики контроллера?
11. Как обеспечивается охлаждение нагревательной камеры перед очередным экспериментом?

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А ВАРИАНТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

А.1. Общие положения

А.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.

А.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. А.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. А.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.

А.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.

А.2. ВАРИАНТ 1. РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ТРАНСПОРТИРОВКИ ИЗДЕЛИЙ

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

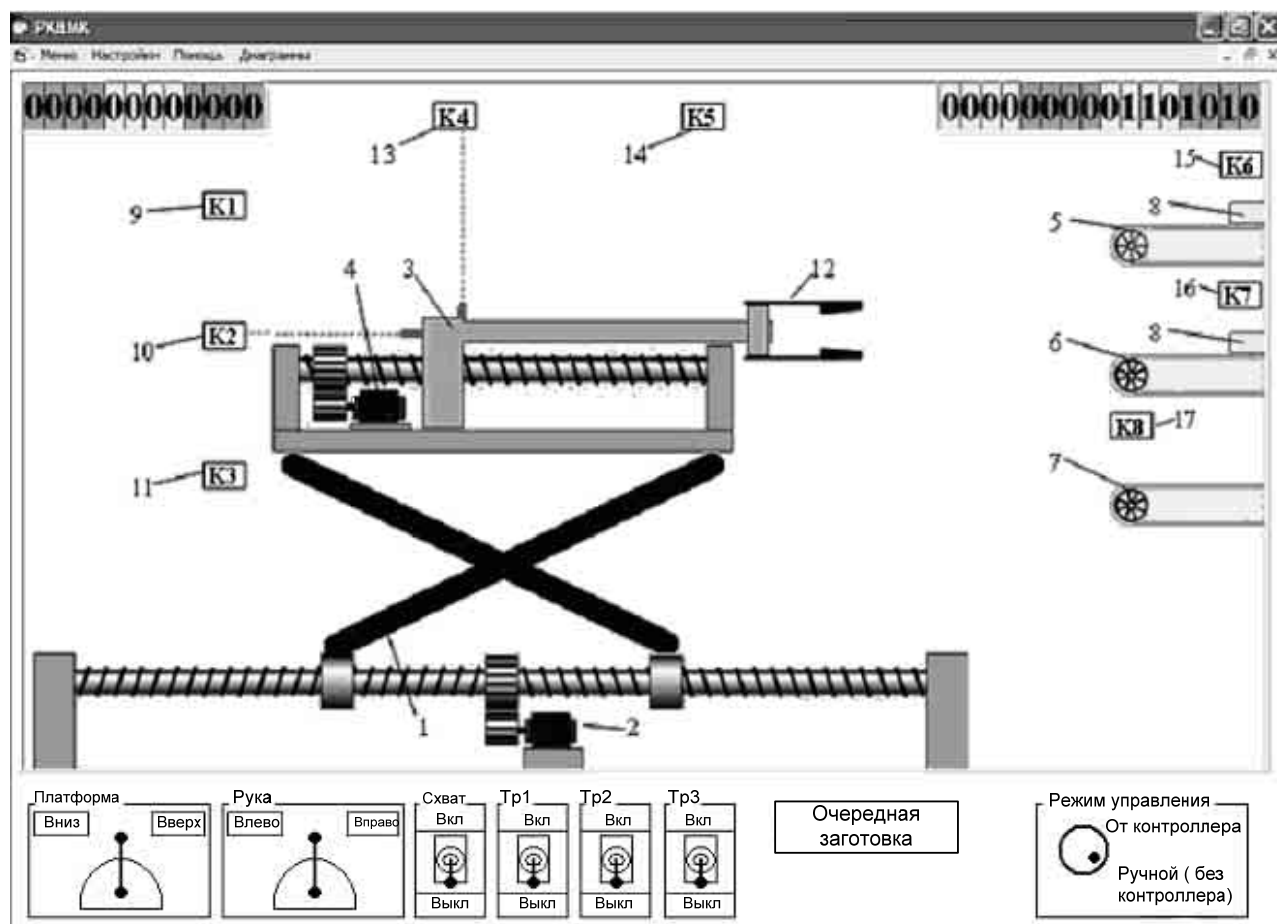


Рис. А.1. Роботизированный комплекс транспортировки изделий

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 манипулятора до срабатывания датчика K6 или K7. Система должна включить соответ-

ствующий 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. Требуется автоматизировать процесс тестового контроля всех приводов и датчиков робота.

При нажатии кнопки «Пуск» на экране сенсорного монитора схват робота должен разжаться, рука прийти в положение К4, и механизм подъема опустить руку в положение К3. Через задержку времени $t=2\ldots3$ с осуществляется подъем руки до положения К1 с остановкой на время t в положении К2. Затем рука движется в положение К5, стоит в нем в течение времени t , происходит зажим схвата и возвращение руки вновь в положение К4. Через задержку времени t происходит разжим схвата и опускание руки в положение К3.

При исправности всех датчиков и работоспособности всех механизмов на экране сенсорного монитора загорается сигнальная лампа. Если же при проверке были сбои, то через 60 с после нажатия кнопки «Пуск» загорается другая сигнальная лампа.

При составлении программы для контроллера считать, что команды на включение привода подъема, горизонтального перемещения руки и команды на зажим и разжим схвата являются подтверждением их работоспособности.

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

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

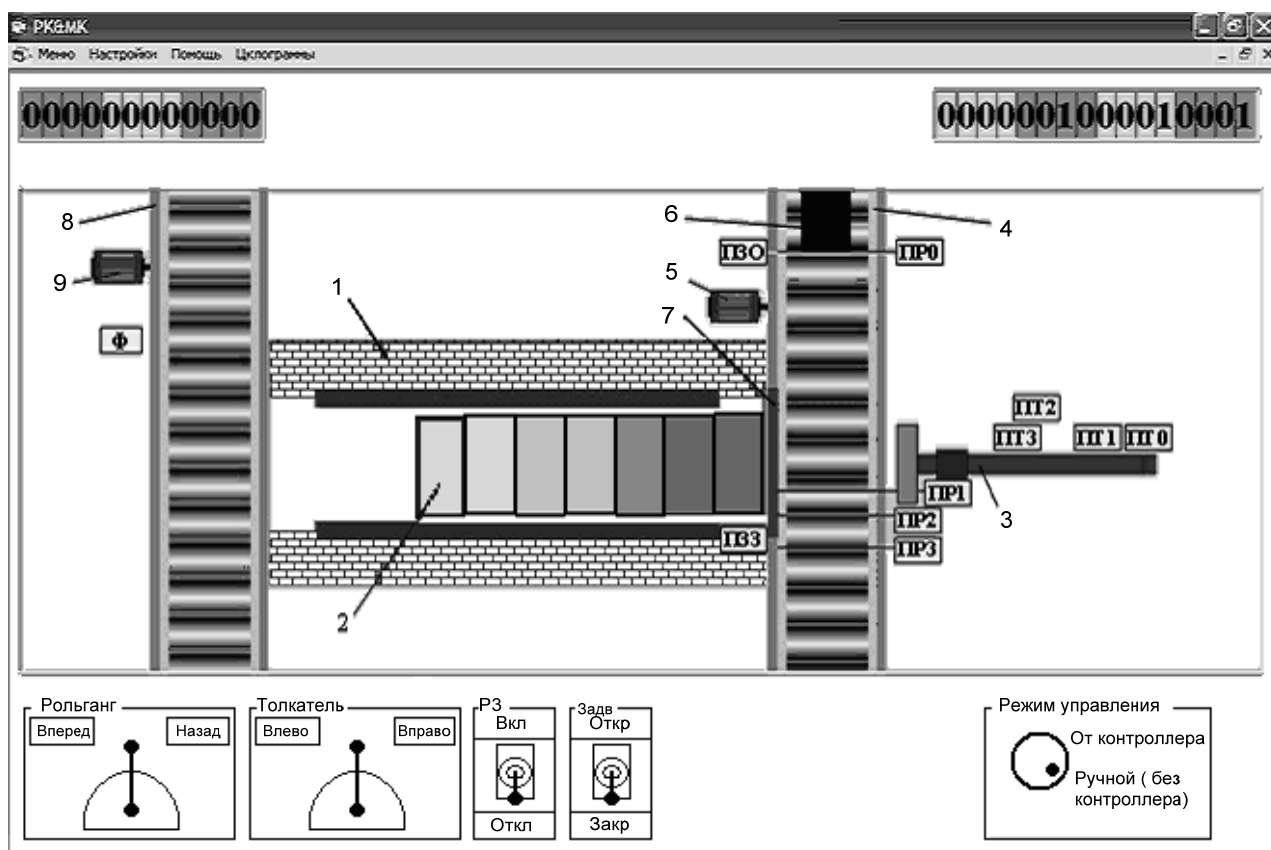


Рис. А.2. Участок транспортировки заготовок в методическую печь

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 ЗО). 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 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. При достижении заготовкой положения ПР2 рольганг останавливается, заслонка открывается и включается привод толкателя. При достижении толкателем положения ПТ1 проверяется условие полного открытия заслонки (т.е. достижения положения ПЗ0). Если заслонка полностью открыта, то толкатель продолжает движение вперед до положения ПТ3. Если же заслонка еще не открыта, то толкатель останавливается, а затем после полного открытия заслонки продолжает движение до положения ПТ3. В положении ПТ3 привод толкателя реверсируется и толкатель возвращается в исходное положение ПТ0. При движении назад и проходе толкателем положения ПТ1 подается команда на закрытие заслонки.

А.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. А.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. А.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. А.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 ко-

нечный выключатель правый соответственно) независимо от режима работы напольно-крышечной машины.

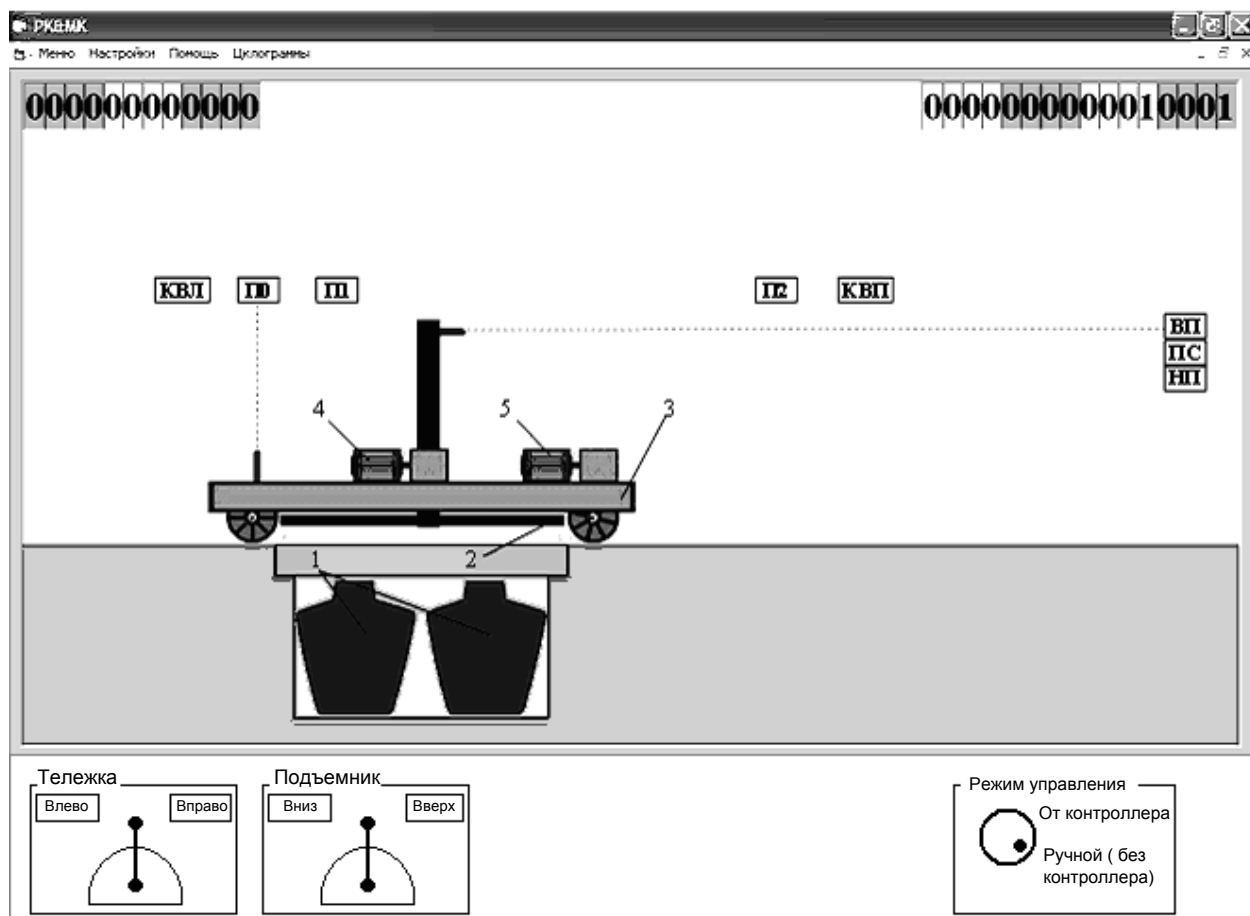


Рис. А.3. Механизм управления крышкой нагревательных колодцев

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, 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.

А.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. А.4).

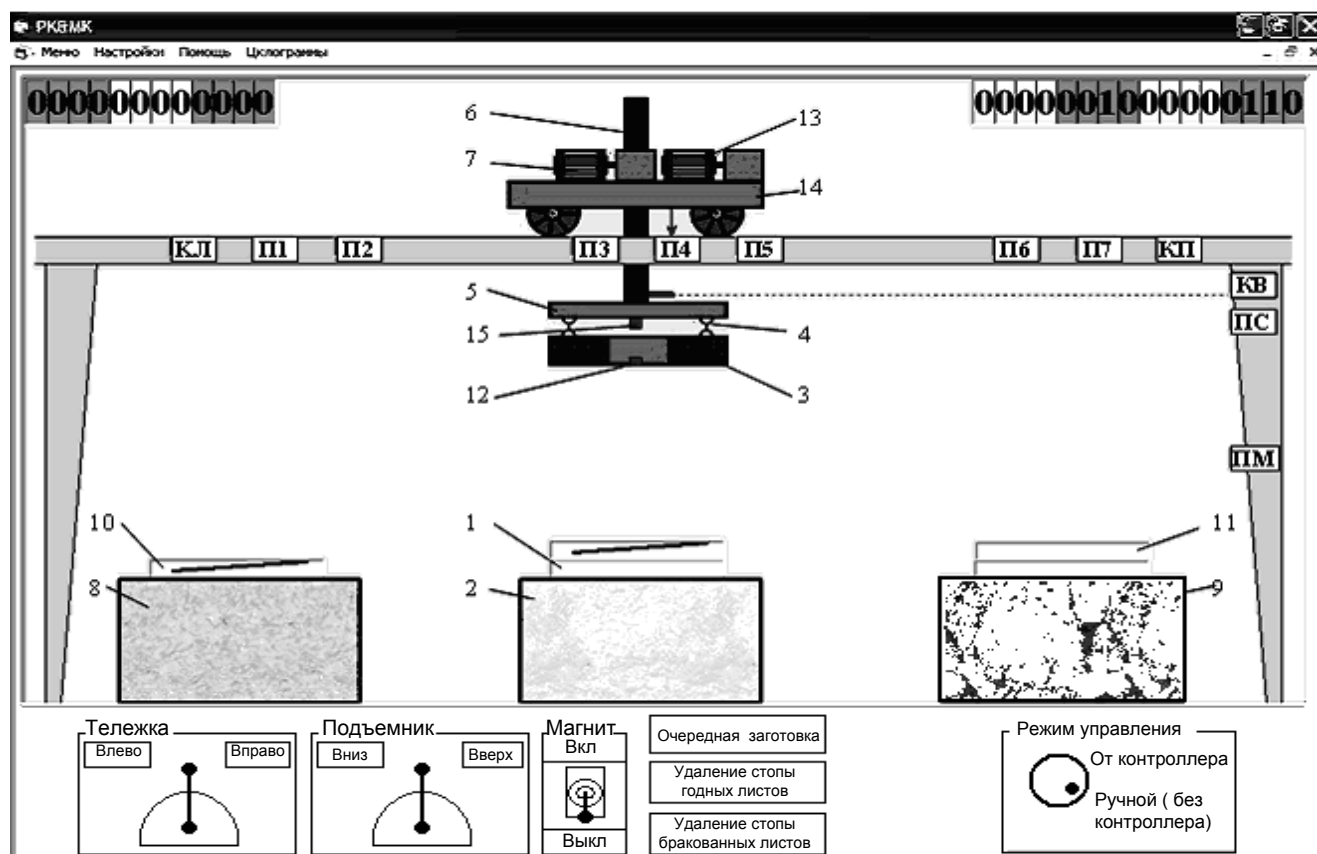


Рис. А.4. Участок сортировки и пакетирования листов

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. А.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 каждом нечетном 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 каждом четном 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 (при каждом четном нажатии на кнопку «Пуск») включается сигнал «Конец цикла», который выключается очередным сигналом «Пуск» или подачей сигнала «Сброс».

Подвариант 4.2. Требуется автоматизировать процесс перемещения двух листов со стола раскладывателя (см. рис. А.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.

Затем совершается еще один цикл перекалывания листа со стола 2 на стол 9. 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. Необходимо произвести автоматизированный тестовый контроль работы всех механизмов и датчиков раскладывателя. Оценку работы всех датчиков и механизмов визуально осуществляет оператор. Начало контроля осуществляется после нажатия кнопки «Пуск теста» на экране сенсорного монитора. В конце контроля должна загореться сигнальная лампа «Конец контроля». При работе оборудования не должны создаваться аварийные ситуации.

При домашней подготовке этого подварианта обязательно необходимо нарисовать циклограмму работы всех механизмов и датчиков.

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

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

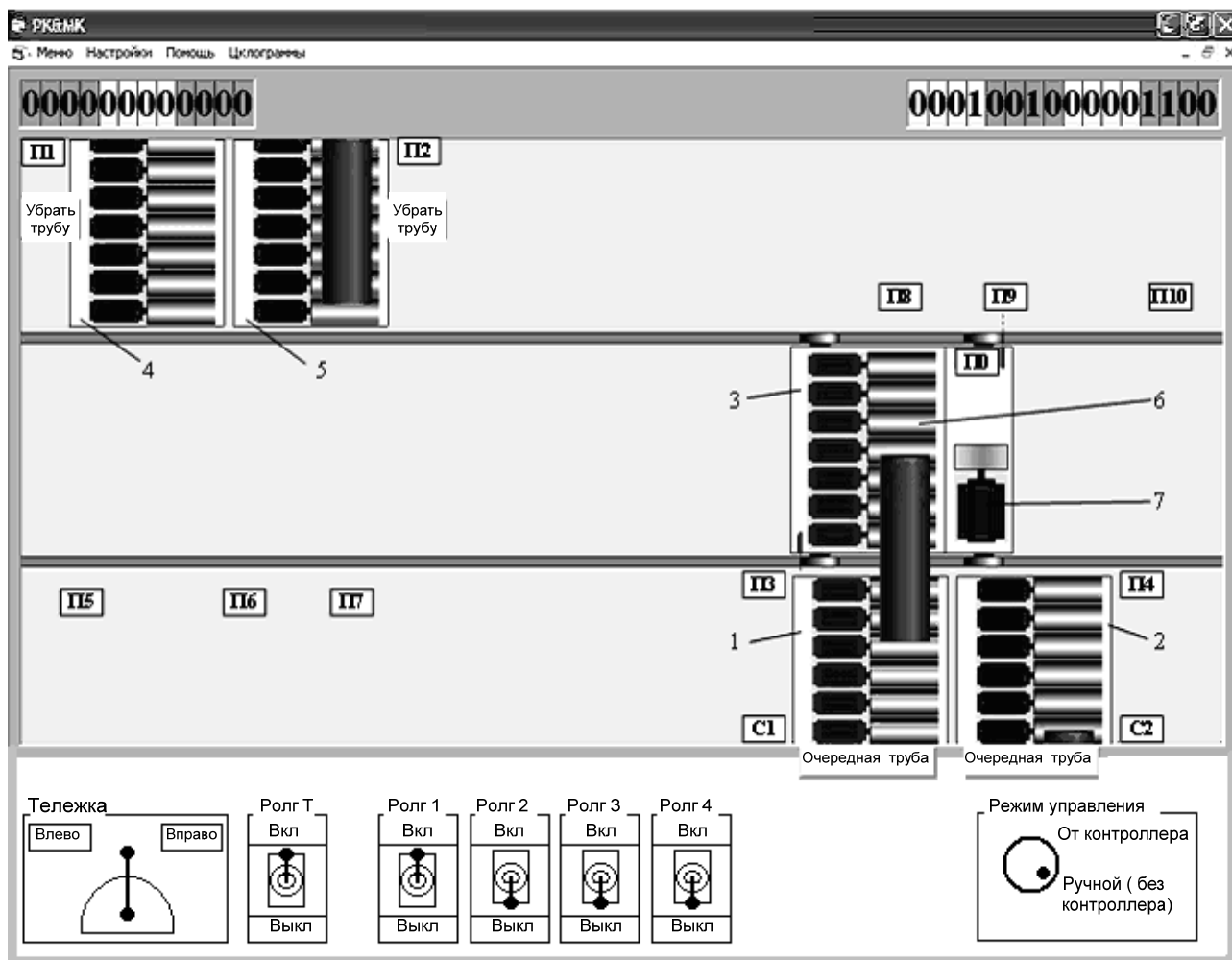


Рис. А.5. Участок транспортировки труб большого диаметра

После сварки на трубоэлектросварочных станках 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 очередно-

го 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 осуществляется 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 этом случае возможен вариант, что от первого сварщика также появится труба, но загрузка на тележку должна производиться строго по очереди. 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). Условия работы рольгангов Р3, Р4 соответствуют основному варианту.

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.

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

Сверление глубоких отверстий связано с периодическим выведением сверла 3 из изделия 4 для извлечения стружки (рис. А.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 ре-

версируется 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.

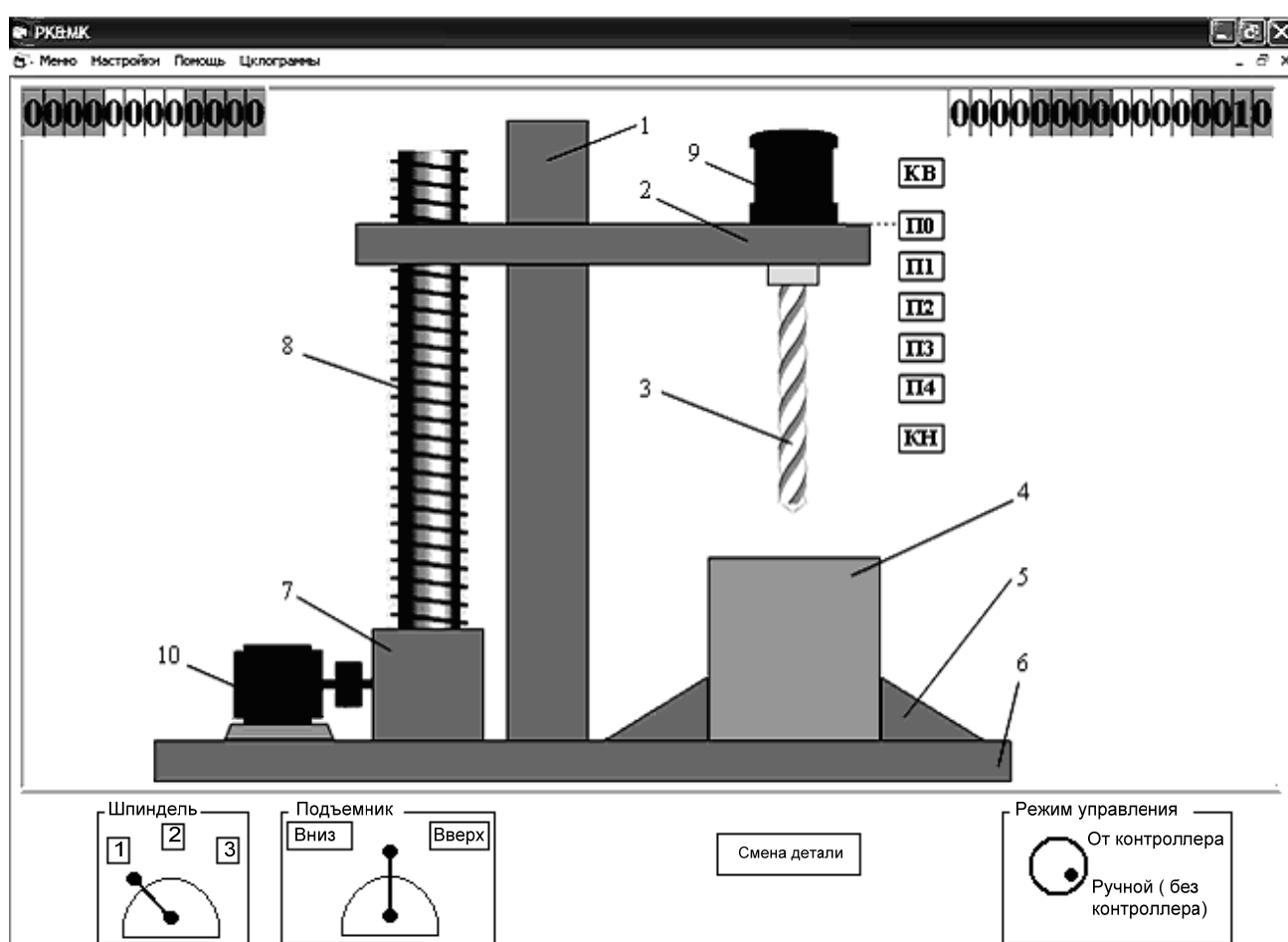


Рис. А.6. Станок для сверления глубоких отверстий

В соответствии с табл. А.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 КВ 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».

А.8. ВАРИАНТ 7. ЛИНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Линия химической обработки деталей предназначена для последовательной обработки деталей в ваннах 1...5 с химическими растворами (рис. А.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 ложемента 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.

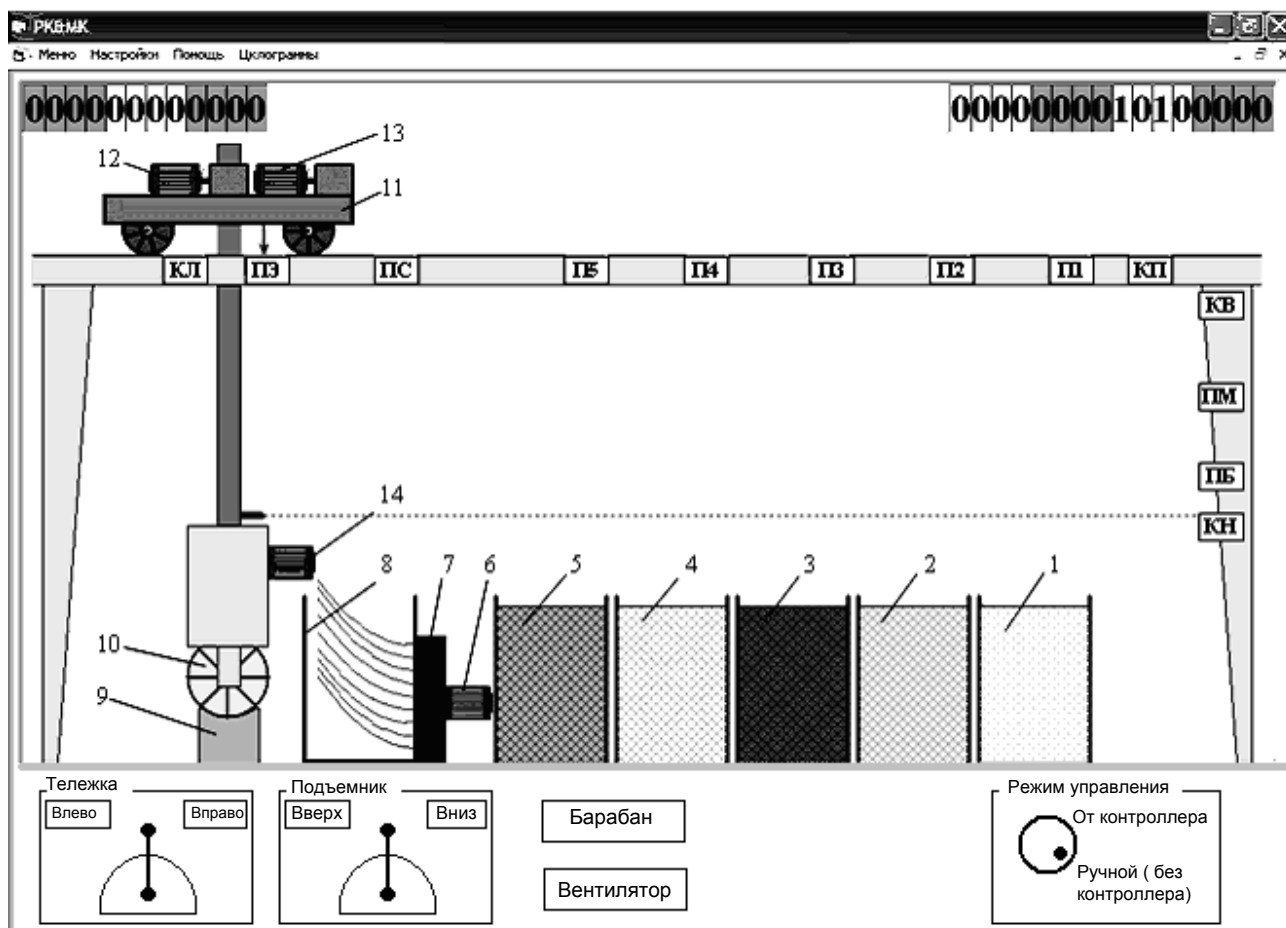


Рис. А.7. Линия химической обработки деталей

Промытые детали переносятся в камеру сушки. Вентилятор включается командой СБ. Время сушки 3 с. Затем барабан в верхнем положении остывает в те-

чение 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 передвигается 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 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 переносится в ванну 4 с проточной водой. Здесь детали промываются в течение 4 с с вращением барабана. По окончании промывки барабан 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 переносится в зону сушки (ПС). В сушильной камере барабан с деталями в течение 4 с обдувается воздухом и затем возвращается в исходное положение.

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

А.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. А.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.

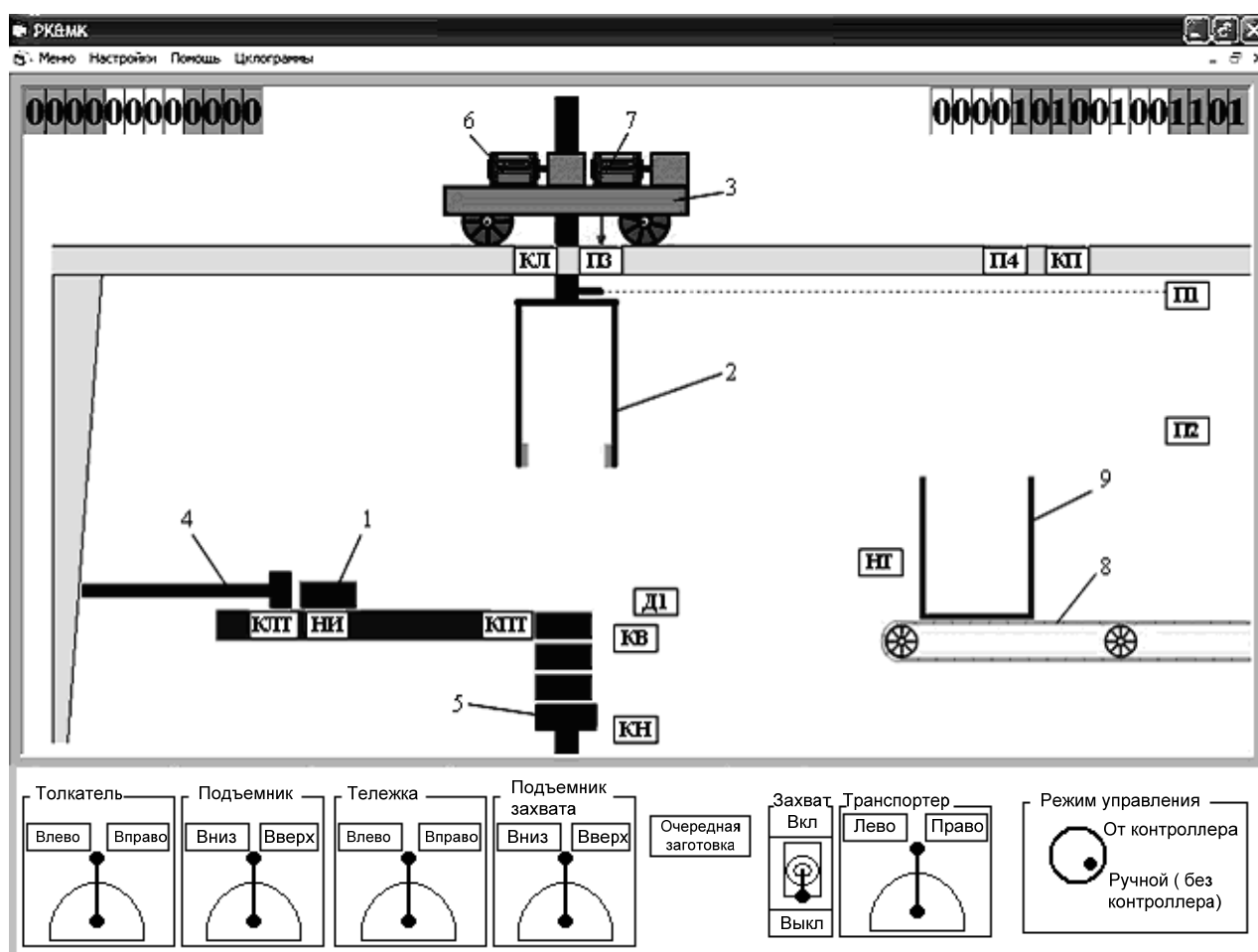


Рис. А.8. Участок упаковки

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 ПЗ, 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 ПЗ 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 ПЗ. 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 сигнальная лампа. Исправность датчиков КЛ и КП в данном подварианте не проверяется.

А.10. ВАРИАНТ 9. ЛИФТ ПАССАЖИРСКИЙ

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

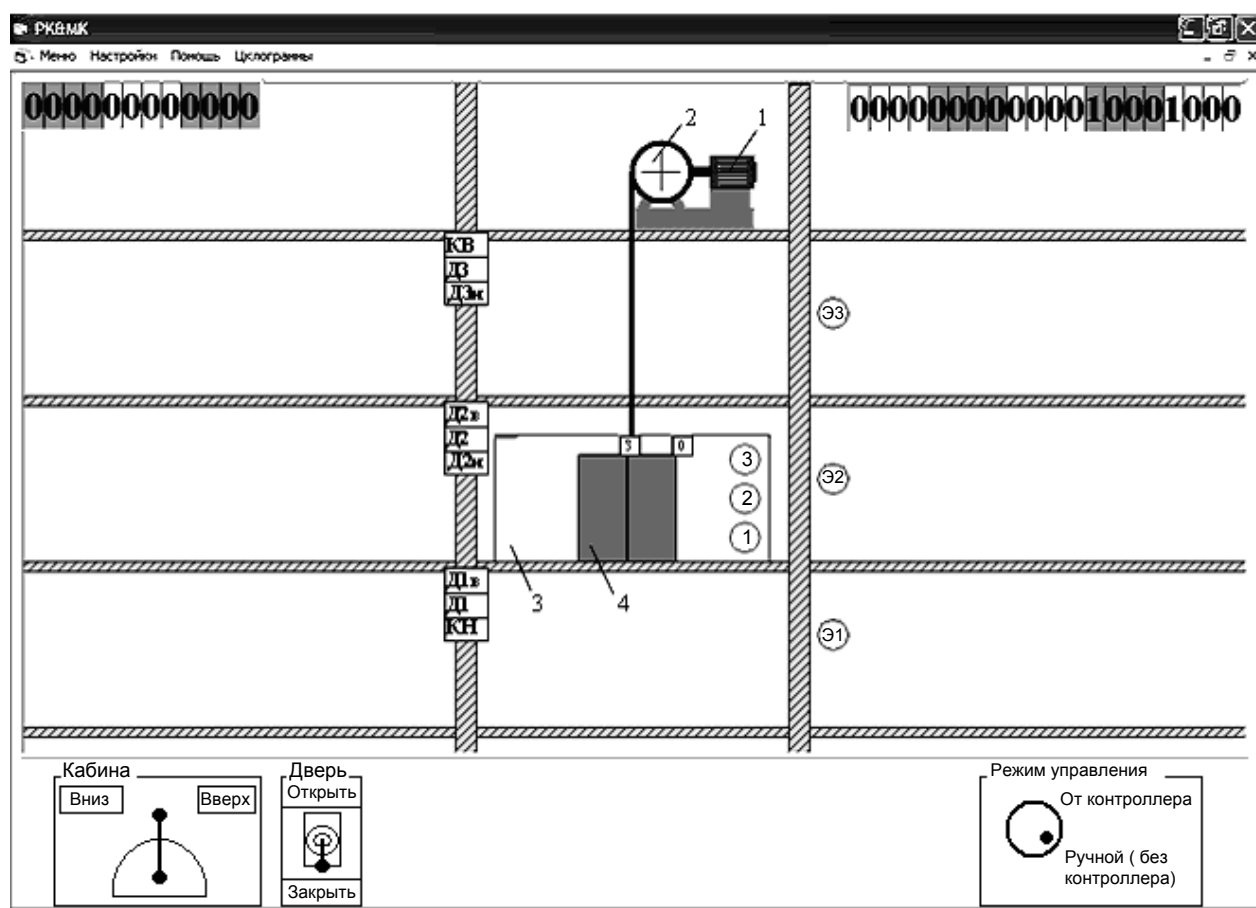


Рис. А.9. Пассажирский лифт

В машинном отделении располагается силовая установка для подъема/опускания кабины: двигатель 1 и шкив 2. Кабина лифта 3 имеет двухстворча-

тую 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 Д3н, 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 отпуске 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 Б

СИСТЕМА КОМАНД ПРОГРАММИРУЕМОГО КОНТРОЛЛЕРА OMRON SYSMAC CPM2A

В табл. Б.1 представлены основные команды, используемые при программировании контроллера. Для команд, перед которыми есть символ @, есть модификации, срабатывающие по переднему фронту управляющего сигнала. Команды, у которых есть функциональные коды, приводятся вместе с ними.

Таблица Б.1

Мнемоника	Наименование	Функция
AND	AND	Логическое И состояния указанного бита и текущего условия состояния
AND NOT	AND NOT	Логическое И инверсного состояния указанного бита и текущего условия исполнения
AND LD	AND LOAD	Логическое И результатов предыдущих блоков
CNT	COUNTER	Декрементирующий счетчик
LD	LOAD	Служит для начала командной строки с состояния указанного бита или для задания логического блока для использования с AND LD и OR LD
LD NOT	LOAD NOT	Служит для начала командной линии с инверсного состояния указанного бита
OR	OR	Логическое ИЛИ состояния указанного бита и текущего условия исполнения
OR LD	OR LOAD	Логическое ИЛИ результатов предыдущих блоков
OR NOT	OR NOT	Логическое ИЛИ инверсного состояния указанного бита и текущего условия исполнения
OUT	OUTPUT	Включает в 1(0) битовый операнд при условии исполнения=1(0)
OUT NOT	OUTPUT NOT	Включает в 0(1) битовый операнд при условии исполнения=1(0)
RSET	RESET	Выключает в 0 битовый операнд при условии исполнения=1. Не влияет на состояние битового операнда при условии исполнения=0
SET	SET	Выключает в 1 битовый операнд при условии исполнения=1. Не влияет на состояние битового операнда при условии исполнения=0
TIM	TIMER	Операция задержки включения в 1 (декрементирующий таймер)
NOP(00)	NO OPERATION	Ничего не выполняется, и программа переходит к следующему адресу
END(01)	END	Требуется в конце программы
IL(02)	INTERLOCK	Если условие исполнения=0, то все выходы=0. Все текущие значения таймеров сбрасываются между IL(02) и следующим ILC(03). Другие операции воспринимаются как NOP. Текущие значения счетчиков сохраняются
ILC(03)	INTERLOCK CLEAR	
JMP(04)	JUMP	Если условие исполнения=0, все команды между JMP(04) и соответствующей JME(05) игнорируются
JME(05)	JUMP END	
@FAL(06)	FAILURE ALARM AND RESET	Генерирует признак не фатальной ошибки и выдает указанный номер FAL в программатор

FALS(07)	SEVERE FAILURE ALARM	Генерирует признак фатальной ошибки и выдает указанный номер FALS в программатор
STEP(08)	STEP DEFINE	При использовании с битом управления, назначает начало секции STEP и сбрасывает предыдущую секцию STEP. При использовании без N определяет окончание исполнения секции STEP
SNXT(09)	STEP START	Служит совместно с битом управления для указания окончания секции STEP и пуска следующей секции STEP
SFT(10)	SHIFT REGISTER	Создает битовый регистр сдвига
KEEP(11)	KEEP	Определяет бит-триггер, управляемый входами установки и сброса
CNTR(12)	REVERSIBLE COUNTER	Увеличивает или уменьшает текущее значение на 1, когда соответственно инкрементирующий и декрементирующий входы переключаются из 0 в 1
DIFU(13)	DIFFERENTIATE UP	Устанавливает в 1 указанный бит на один цикл при переднем фронте входного сигнала
DIFD(14)	DIFFERENTIATE DOWN	Устанавливает в 1 указанный бит на один цикл при заднем фронте входного сигнала
TIMH(15)	HIGHSPEED TIMER	Высокоскоростной таймер с задержкой установки в 1 (декрементный)
@WSFT(16)	WORD SHIFT	Сдвиг данных между первым и последним словами блока, записывает нуль в первое слово
CMP(20)	COMPARE	Сравнивает содержание двух слов и выдает результат во флаги GR, EQ и LE
@MOV (21)	MOVE	Копирует данные из источника в приемник
@MVN (22)	MOVE NOT	Инвертирует данные источника и копирует в приемник
@BIN(23)	BCD TO BINARI	Преобразует 4-разрядное двоично-десятичное число источника в 16-битовое двоичное число и выдает преобразованное число в приемник
@BCD(24)	BINARI TO BCD	Преобразует двоичное число источника в двоично-десятичное и выдает преобразованное число в приемник
@ASL(25)	ARITHMETIC SHIFT LEFT	Сдвиг каждого бита одного слова на 1 бит влево, включая CY
@ASR(26)	ARITHMETIC SHIFT RIGHT	Сдвиг каждого бита одного слова на 1 бит вправо, включая CY
@ROL(27)	ROTATE LEFT	Циклический сдвиг каждого бита одного слова на 1 бит влево, включая CY
@ROR(28)	ROTATE RIGHT	Циклический сдвиг каждого бита одного слова на 1 бит вправо, включая CY
@COM(29)	COMPLEMENT	Инвертирует состояние битов одного слова данных
@ADD(30)	BCD ADD	Складывает два 4-разрядных двоично-десятичных числа и содержимое CY и выдает результат в указанное слово результата
@SUB(31)	BCD SUBSTRACT	Вычитает одно 4-разрядное двоично-десятичное число и содержимое CY из другого 4-разрядного двоично-десятичного числа и выдает результат в указанные слова результата
@MUL(32)	BCD MULTIPLY	Перемножает два 4-разрядных двоично-десятичных числа и выдает результат в указанные слова результата

Продолжение таблицы Б.1

@DIV(33)	BCD DIVIDE	Делит одно 4-разрядное двоично-десятичное число на другое 4-разрядное двоично-десятичное число и выдает результат в указанные слова результата
@ANDW(34)	LOGICAL AND	Производит операцию ЛОГИЧЕСКОЕ И над двумя 16-битовыми словами и устанавливает соответствующие биты в слове результата
@ORW(35)	LOGICAL OR	Производит операцию ЛОГИЧЕСКОЕ ИЛИ над двумя 16-битовыми словами и устанавливает соответствующие биты в слове результата, если оба входных бита=1
@XORW(36)	EXCLUSIVE OR	Производит операцию ЛОГИЧЕСКОЕ ИЛИ над двумя 16-битовыми входными словами и устанавливает соответствующие биты в слове результата, если входные биты имеют разное значение
@XNRW(37)	EXCLUSIVE NOR	Производит операцию ЛОГИЧЕСКОЕ ИЛИ над двумя 16-битовыми входными словами и устанавливает соответствующие биты в слове результата, если входные биты имеют одинаковое значение
@INC(38)	INCREMENT	Инкрементирует 4-разрядное двоично-десятичное число
@DEC(39)	DECREMENT	Декрементирует 4-разрядное двоично-десятичное число
@STC(40)	SET CARRY	Устанавливает флаг переноса CY в 1
@CLC(41)	CLEAR CARRY	Очищает флаг переноса CY в 1
@MSG(46)	MESSAGE	Отображает сообщение из 16-ти символов на дисплее программатора
@ADB(50)	BINARI ADD	Складывает два 4-разрядных 16-ричных числа и содержимое CY и выдает результат в указанное слово результата
@SBB(51)	BINARI SUBSTRACT	Вычитает одно 4-разрядное 16-ричное число и содержимое CY из другого 4-разрядного 16-ричного числа и выдает результат в указанное слово результата
@MLB(52)	BINARI MULTIPLY	Перемножает два 4-разрядных 16-ричных числа и выдает результат в указанные слова результата
@DVB(53)	BINARI DIVIDE	Делит одно 4-разрядное 16-ричное число на другое 4-разрядное 16-ричное число и выдает результат в указанные слова результата
@ADDL(54)	DOUBLE BCD ADD	Складывает два 8-разрядных двоично-десятичных числа и содержимое CY и выдает результат в указанное слово результата
@SUBL(55)	DOUBLE BCD SUBSTRACT	Вычитает одно 8-разрядное двоично-десятичное число и содержимое CY из другого 8-разрядного двоично-десятичного числа и выдает результат в указанное слово результата
@MULL(56)	DOUBLE BCD MULTIPLY	Перемножает два 8-разрядных двоично-десятичных числа и выдает результат в указанные слова результата
@DIVL(57)	DOUBLE BCD DIVIDE	Делит одно 8-разрядное двоично-десятичное число на другое 8-разрядное двоично-десятичное число и выдает результат в указанные слова результата
@BINL(58)	DOUBLE BCD TO DOUBLE BINARI	Преобразует одно 8-разрядное двоично-десятичное число двух слов источника в двоичное и выдает преобразованное число в два последовательных слова результата
@BCDL(59)	DOUBLE BINARI TO DOUBLE BCD	Преобразует двоичное число из двух слов источника в двоично-десятичное и выдает преобразованное число в два последовательных слова результата

@XFER(70)	BLOCK TRANSFER	Переносит содержание нескольких последовательных слов источника в несколько последовательных слов приемника
@BSET(71)	BLOCK SET	Переносит содержание константы или одного слова в несколько последовательных слов приемника
@XCHG(73)	DATA EXCHANGE	Обменивает содержимое двух указанных слов
@SLD(74)	ONE DIGIT SHIFT LEFT	Сдвигает влево данные между первым и последним словом на одну цифру (4 бита)
@SRD(75)	ONE DIGIT SHIFT RIGHT	Сдвигает вправо данные между первым и последним словом на одну цифру (4 бита)
@MLPX(76)	4 TO 16 DECODER	Преобразует до четырех 16-разрядных цифр приемника в десятичные значения от 0 до 15 и устанавливает в слове (словах) результата соответствующие биты
@DMPX(77)	16 TO 4 ENCODER	Определяет позицию старшего бита в состоянии 1 в слове (словах) источника и включает в 1 соответствующие биты слова результата
@SDEC(78)	7-SEGMENT DECODER	Преобразует 16-ричное значение из слова источника в данные для 7-сегментного индикатора
@DIST(80)	SINGLE WORD DISTRIBUTE	Посылает слово источника в слово приемника, адрес которого задается в слове базы приемника плюс смещение
@COLL(81)	DATA COLLECT	Извлекает данные из слова приемника и записывает в слово приемника
@MOVB (82)	MOVE BIT	Пересылает указанный бит слова источника или константы в указанный бит слова приемника
@MOVD (83)	MOVE DIGIT	Пересылает 16-ричное значение указанной цифры (цифр) источника в указанные цифры (цифры) слова приемника (всего до 4-х цифр)
@SFTR(84)	REVERSIBLE SHIFT REGISTER	Сдвигает данные в указанном слове или серии слов влево либо вправо
@TCMP(85)	TABLE COMPARE	Сравнивает 4-разрядное 16-ричное значение со значениями таблицы, в которой 16 слов
@ASC(86)	ASCII CONVERT	Преобразование 16-ричного значения источника в 8-битный код ASCII, начиная от старшей либо младшей половины слова
@SBS(91)	SUBROUTINE ENTRY	Вызов и исполнение подпрограммы N
SBN(92)	SUBROUTINE DEFINE	Отметка начала подпрограммы N
RET(93)	SUBROUTINE RETURN	Отметка конца подпрограммы N
@IORF(97)	I/O REFRESH	Обновляет все слова входа/выхода между начальным и конечным словом
@MCRO (99)	MACRO	Вызывает и исполняет подпрограмму с заменой слов входов/выходов

В табл. Б.2 приведены дополнительные команды.

Таблица Б.2

Мнемоника	Наименование	Функция
@ASFT(17)	ASYNCHRONOUS SHIFT REGISTER	Создает регистр сдвига, который обменивает содержимое соседних слов, когда одно из слов=0, а другое нет
@RXD (47)	RECEIVE	Получает данные через порт связи
@TXD (48)	TRANSMIT	Посылает данные через порт связи
CMPL (60)	DOUBLE COMPARE	Сравнивает два 8-разрядных 16-ричных числа
@INI(61)	MODE CONTROL	Запускает и останавливает операцию, сравнивает и изменяет текущие значения, и останавливает выдачу импульсов
@ PRV(62)	HIGH-SPEED COUNTER PV READ	Читает содержимое текущего значения и состояние счетчика
@CTBL(63)	COMPARISON TABLE LOAD	Запускает содержание текущих и генерирует таблицу или начинает операцию
@SPED(64)	SPEED OUTPUT	Выдает импульсы с указанной частотой (10 Гц – 50 кГц через 10 Гц). Выходную частоту можно изменить во время выдачи импульсов
@PULS(65)	SET PULSES	Выдает заданное число импульсов с заданной частотой. Выдача импульсов прекратится после выдачи заданного числа импульсов
@SCL(66)	SCALING	Преобразование с масштабированием
@BCNT(67)	BIT COUNTER	Подсчитывает общее число битов в состоянии 1 в указанном блоке слов
@BCMP(68)	BLOCK COMPARE	Определяет, находится ли значение слова в одной из 16 зон (задаются верхней и нижней границам)
@STIM(69)	INTERVAL TIMER	Управляет интервальными таймерами для исполнения прерываний по расписанию
@INT(89)	INTERRUPT CONTROL	Осуществляет управление прерываниями, маскирование и размаскирование входных прерываний
@ACC	ACCELERATION CONTROL	Совместно с PULS и ACC управляет ускорением и/или замедлением выдачи импульсов с портов 1 и 2
AVG	AVERAGE VALUE	Складывает указанное количество 16-ричных слов и вычисляет среднее значение. Округляет до 4 цифр после запятой
@FCS	FCS CALCULATE	Проверяет ошибки в данных, переданных в запросе при связи с верхним уровнем
@MAX	FIND MAXIMUM	Находит максимальное значение в указанной области данных и выдает это значение в другое слово
@MIN	FIND MINIMUM	Находит минимальное значение в указанной области данных и выдает это значение в другое слово
@NEG	2'S COMPLEMENT	Преобразует 4-разрядное 16-ричное содержимое источника в дополнение до 2 и выдает в результат
PID	PID CONTROL	Осуществляет ПИД-регулирование с заданными параметрами
@PWM	PULSE WITH VARIABLE DUTY RATIO	Выдает импульсы с заданным коэффициентом заполнения (1% - 99%) с портов 1 и 2

@SCL2	SIGNED BINARY TO BCD SCALLING	Осуществляет линейное преобразование 4-разрядного 16-ричного числа со знаком в 4-разрядное двоично-десятичное
@SCL3	BCD TO SIGNED BINARY SCALL- ING	Осуществляет линейное преобразование 4-разрядного двоично-десятичного числа со знаком в 4-разрядное 16-ричное
@SEC	HOURS-TO- SECONDS	Преобразует данные в форме часы и минуты в форму секунд
HMS	SECONDS-TO- HOURS	Преобразует данные в форме секунды в форму часов и минут
@SRCH	DATA SEARCH	Ищет в заданной зоне памяти указанные данные. Выдает адрес (адреса) слов, которые содержат данные
@SUM	SUM	Подсчитывает сумму содержимого слов в указанной зоне памяти
@XFRB	TRANSFER BITS	Копирует состояние до 255 заданных бит источника в указанные биты приемника
ZCP	AREA RANGE COMPARE	Сравнивает слово с зоной, заданной нижней и верхней границами и выдает результат в флаги GR, EQ, LE
ZCPL	DOUBLE AREA RANGE COMPARE	Сравнивает 8-разрядное значение с зоной, заданной нижней и верхней границами и выдает результат в флаги GR, EQ, LE
@STUP	CHANGE RS-232 SETUP	Изменяет параметры для порта RS-232
SYNC	SYNHRONIZED PULSE CONTROL	Умножает входную частоту (с быстрых входов) на константу и выдает на указанный выход
TIML	LONG TIMER	Декрементирующий таймер до 99,990 с.
TMHH	VERY HIGH- SPEED TIMER	Высокоскоростной декрементирующий таймер на включение с единицей измерения в 1 мс.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Лабораторный стенд «Средства автоматизации и управления»	
1.1. Назначение и состав стенда.....	4
1.2. Структурная схема лабораторного стенда.....	5
1.3. Модуль питания и аппаратуры управления.....	7
1.4. Модуль устройства преобразования кодов.....	10
2. Работа №1. Изучение программируемого контроллера OMRON SYSMAC CPM2A-30CDR	
2.1. Цель работы.....	14
2.2. Содержание работы.....	14
2.3. Общие технические характеристики контроллера ПК CPM2A-30CDR.....	14
2.4. Подключение входных сигналов.....	16
2.5. Подключение выходных сигналов.....	18
2.6. Распределение памяти контроллера.....	19
2.7. Система команд контроллера CPM2A.....	20
2.8. Примеры использования команд.....	21
2.9. Программирование контроллера CPM2A.....	32
2.10. Выполнение лабораторной работы.....	43
2.11. Варианты задач для программируемого контроллера.....	45
2.12. Требования к отчёту.....	48
2.13. Контрольные вопросы.....	49
3. Работа №2. Изучение сенсорного монитора OMRON NT31C	
3.1. Цель работы.....	50
3.2. Программа работы.....	50
3.3. Технические характеристики сенсорного монитора NT31C.....	50
3.4. Операционная система сенсорного монитора NT31C.....	53
3.5. Программирование сенсорного монитора OMRON NT31C.....	54
3.6. Работа с программой NT-series Support Tool.....	57
3.7. Примеры программирования сенсорного монитора NT31C.....	63
3.8. Подключение к сенсорному монитору и загрузка проекта в его память.....	64
3.9. Выполнение лабораторной работы.....	68
3.10. Требования к отчёту.....	70
3.11. Контрольные вопросы.....	70
4. Работа №3. Автоматизация управления технологическими объектами	
4.1. Цель работы.....	71
4.2. Программа работы.....	71
4.3. Пояснения к работе.....	72

4.4.	Требования к отчёту.....	81
4.5.	Контрольные вопросы.....	81
5.	Работа №4. Изучение пультового оборудования	
5.1.	Цель работы.....	83
5.2.	Содержание работы.....	83
5.3.	Технические характеристики и программирование таймера H5CX-AD	83
5.4.	Технические характеристики и программирование счётчика H7CX....	95
5.5.	Технические характеристики и программирование измерителя-регулятора K3MA-J-A2.....	108
5.6.	Выполнение лабораторной работы.....	113
5.7.	Варианты задач для таймера H5CX-AD.....	118
5.8.	Варианты задач для счетчика H7CX-AUD1.....	119
5.9.	Варианты задач для измерителя-регулятора K3MA-J-A2.....	120
5.10.	Требования к отчёту.....	121
5.11.	Контрольные вопросы.....	121
6.	Работа №5. Изучение интеллектуального реле OMRON ZEN-10C1DR-D	
6.1.	Цель работы.....	122
6.2.	Содержание работы.....	122
6.3.	Технические характеристики программируемого реле ZEN-10C1DR-D	122
6.4.	Подключение входных сигналов.....	123
6.5.	Подключение выходных сигналов.....	124
6.6.	Распределение памяти интеллектуального реле ZEN.....	125
6.7.	Управление с кнопочной панели реле.....	127
6.8.	Программирование реле ZEN-10C1DR-D с использованием ПЭВМ...	131
6.9.	Выполнение лабораторной работы.....	141
6.10.	Варианты задач для интеллектуального реле.....	142
6.11.	Требования к отчёту.....	147
6.12.	Контрольные вопросы.....	147
7.	Работа №6. Изучение датчиков технологической информации	
7.1.	Цель работы.....	148
7.2.	Содержание работы.....	148
7.3.	Общие технические характеристики исследуемых датчиков.....	148
7.4.	Выполнение лабораторной работы.....	153
7.5.	Требования к отчёту.....	157
7.6.	Контрольные вопросы.....	158
8.	Работа №7. Изучение программируемого контроллера температуры MC-2538	
8.1.	Цель работы.....	159
8.2.	Содержание работы.....	159
8.3.	Общие технические характеристики контроллера MC-2538.....	159

8.4.	Подключение входных и выходных сигналов.....	161
8.5.	Режимы работы контроллера MC-2538.....	161
8.6.	Режимы работы сигнального выхода контроллера MC-2538.....	166
8.7.	Программирование контроллера MC-2538.....	168
8.8.	Выполнение лабораторной работы.....	170
8.9.	Требования к отчёту.....	174
8.10.	Контрольные вопросы.....	174
 Приложения		
Приложение А. Варианты технологических объектов управления		
A.1.	Общие положения.....	175
A.2.	Вариант 1. Роботизированный комплекс транспортировки изделий.....	178
A.3.	Вариант 2. Участок транспортировки заготовок в методическую печь для их нагрева перед прокаткой (методическая печь).....	180
A.4.	Вариант 3. Участок нагревательного колодца обжимного прокатного стана.....	182
A.5.	Вариант 4. Участок сортировки и пакетирования годных и бракованных листов металла.....	184
A.6.	Вариант 5. Участок транспортировки труб большого диаметра.....	187
A.7.	Вариант 6. Станок для сверления глубоких отверстий.....	189
A.8.	Вариант 7. Линия химической обработки деталей.....	191
A.9.	Вариант 8. Участок упаковки.....	194
A.10.	Вариант 9. Лифт пассажирский.....	196
 Приложение Б. Система команд программируемого контроллера OMRON SYSMAC CPM2A-30CDR.....		
		199