


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»**

**Политехнический институт
Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»**

Утверждено на заседании кафедры
«Промышленная автоматика и робототех-
ника»
« 17 » января 2023г., протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой

 О.А.Ерзин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине (модулю)
«Микропроцессорные устройства информационных систем роботов»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
09.03.02 Информационные системы и технологии

с направленностью (профилем)
Информационные системы и технологии в робототехнике

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 090302-02-21

Тула 2023 год

Разработчик(и) методических указаний

Зайчиков Игорь Вячеславович, канд.техн.наук, доц.
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

ВВЕДЕНИЕ

Робототехника получила широкое распространение в последнее время как у нас в стране, так и за рубежом. Это, прежде всего, связано с тем, что роботы - эффективное и достаточно универсальное средство автоматизации, используемое для замены наиболее трудоемких, вредных или опасных для здоровья людей форм ручного труда.

Большая часть эксплуатируемых сейчас роботов принадлежит к поколению программно управляемых цикловых роботов, которые при серийном изготовлении характеризуются сравнительно невысокой стоимостью. Главное преимущество этих роботов заключается в том, что они перекрывают значительный спектр технологических применений при достаточно простом конструктивном исполнении. Наиболее эффективно их использование в условиях монотонно-циклических операций при сравнительно редких переналадках на новый вид работ. Поэтому с появлением машин последующих поколений необходимость в простых программных цикловых роботах не уменьшается, а их развитие и усовершенствование продолжается.

Перспективы развития таких систем определяются все более широким применением микропроцессорной техники, использованием блочно-модульных принципов построения структуры, повышением гибкости программирования, улучшением характеристик надежности элементной базы. В этой связи от каждого инженера - робототехника требуется знание принципов построения цикловых микропроцессорных систем управления, их программирования и навыков использования для решения практических задач.

Настоящие практические занятия являются методическим руководством, позволяющим развить у студентов навыки работы с цикловыми, микропроцессорными системами управления при решении инженерных задач. Материал соответствует рабочей программе курса "Микропроцессорные устройства и системы управления роботами", содержит необходимые теоретические сведения, иллюстрирован конкретными примерами и позволяет студентам приобрести навыки самостоятельной работы при создании цикловых систем управления робототехническими системами.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Микропроцессорная система управления МКП-1 - это сложное техническое устройство, позволяющее эффективно решать задачи циклового управления. При этом она отличается простотой эксплуатации, набора и редактирования программы.

Однако следует иметь в виду, что все преимущества микропроцессорной техники пользователь может получить только при аккуратном обращении с технологическими средствами, хорошем знании особенностей программирования и внимательном отношении к составлению и вводу управляющих программ.

Каждое практическое занятие из предложенного цикла содержит теоретический материал. При подготовке к практическим занятиям следует изучить теоретические сведения, усвоить основные положения, законспектировать ключевые моменты, необходимые для выполнения заданий. Если по ходу выполнения заданий возникает необходимость подключения пульта имитатора технологического оборудования ИТО-1, правильность соединений должен проверить руководитель.

По завершению выполнения всего объема практических заданий следует приступить к оформлению отчета. Отчет по практическим занятиям должен содержать:

1. Название, цель и задачи практического занятия.
2. Назначение, функциональные возможности и технические характеристики микроконтроллеров МКП-1.
3. Краткое описание устройства и структурную схему микроконтроллера.

4. Описание режимов работы, структуру памяти микроконтроллера и систему команд.
5. Тексты исследуемых программ и при необходимости результаты их выполнения.
6. Результаты тестовых проверок.
7. Схему подключения внешних устройств.

2. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

При выполнении заданий, поставленных в практических занятиях, студентам необходимо иметь дело с электрическими приборами (микроконтроллер МКП-1 и блок питания Б5-47), запитываемыми от сети 220В. Поэтому при выполнении практических занятий следует соблюдать следующие меры безопасности.

2.1. Выполнять задание можно только после инструктажа на учебном месте, проведенным преподавателем, и соответствующей росписи каждого студента в журнале по технике безопасности данной аудитории.

2.2. Перед включением приборов в сеть 220 В надо визуальным осмотром убедиться в целостности сетевого кабеля и вилки, а также в наличии заземляющего провода, соединяющего клемму с контуром лабораторной земли.

2.3. Наладочные работы, ремонт приборов и замена предохранителей производится только после отключения их от сети питания

с помощью тумблера "СЕТЬ" и отсоединения кабеля питания от сети.

2.4. Запрещается работа с приборами при открытых кожухах и снятых защитных панелях.

2.5. Запрещается во время работы приборов отключать кабели, соединяющие между собой микроконтроллер, блок питания и пульт имитатор технологического оборудования.

Лабораторная работа №1

Изучение устройства цикловой микропроцессорной системы управления МКП-1

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ЗАНЯТИЯ

Цель занятия состоит в изучении устройства и приобретении навыков практической работы с программируемым микроконтроллером МКП-1.

Задачей занятия является изучение функциональной схемы, назначения органов управления и основных режимов работы микроконтроллера МКП-1.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ.

2.1. Назначение.

Микроконтроллер программируемый МКП-1 предназначен для циклового двухпозиционного управления манипуляторами и технологическим оборудованием.

2.2. Технические характеристики

Тип управления: цикловой (по временному, путевому или смешанному принципам).

В зависимости от объема памяти рабочих программ числа входов-выходов и наличия модуля последовательного интерфейса существуют следующие исполнения микроконтроллера, табл.1.

Таблица 1

Исполнение	Сокращённое обозначение	Объём памяти Кбайт/команд	Число входов	Число выходов	Наличие модуля последовательного интерфейса
------------	-------------------------	------------------------------	--------------	---------------	---

4СМ3.611.014	МКП-1-16-0,5	0,5/256	16	16	нет
-01	МКП-1-32-0,5	0,5/256	32	32	нет
-02	МКП-1-48-1	1/512	48	48	нет
-03	МКП-1-48-2	2/1024	48	48	есть

Микроконтроллер имеет следующие программируемые функции:

- управление выходами на исполнительные устройства;
- прием информации от датчиков состояния оборудования;
- формирование выдержек времени;
- управление счетчиками;
- обращение к подпрограммам;
- организация условных и безусловных переходов по программе;
- связь с управляющим вычислительным комплексом высшего уровня

по интерфейсу последовательной передачи информации (для исполнения 4СМ3.611.014-03).

Микроконтроллер имеет следующие сервисные функции:

- редактирование программ;
- тестовой контроль модулей;
- контроль рабочих программ.

Дискретность задания выдержек времени - 0,1 с.

Выходные сигналы для управления исполнительными устройствами:

- коммутируемое напряжение постоянного тока $20 \div 30$ В;
- максимальный коммутируемый ток 0,5 А;
- падение напряжения на включаемом выходе при токе нагрузки 0,25 А не более 2 В.

Входные сигналы от внешнего оборудования:

- высокий уровень напряжения постоянного тока $20 \div 30$ В;
- низкий уровень напряжения постоянного тока не более 5 В;
- входной ток при входном напряжении 24 В 13 мА;
- время реакции на передний фронт входного сигнала 4 мс.

Система счисления при вводе информации с пульта управления и вывода ее на дисплей - шестнадцатеричная.

2.3. Режимы работы микроконтроллера:

- под управлением программы, записанной в память рабочих программ (автоматическое управление);
- под управлением команд, поданных с пульта управления (ручное управление);
- пошаговое выполнение программы;
- запись команд в память рабочих программ (программирование);
- просмотр программы, (вывод на индикатор содержимого памяти рабочих программ).

2.4. Устройство микроконтроллера

Микроконтроллер выполнен в модульном исполнении. Лицевые планки функциональных модулей 1 (заглушка отсутствующих модулей - 2), модулей источников питания 3,4,5 и лицевая панель пульта управления 6 образуют переднюю панель микроконтроллера (рис.1), содержащую следующие органы управления и индикаторы:

- выключатель "СЕТЬ" и индикатор напряжения питающей сети;
- индикаторы наличия напряжений вторичных источников питания: +5 В, +12 В и -5В;
- индикаторы состояний входов и выходов микроконтроллера, расположенных на лицевых планках функциональных модулей;

- индикатор "ОЖ", включенное состояние которого свидетельствует о том, что микроконтроллер находится в режиме ожидания ввода информации с клавиатуры пульта управления;
- индикатор "Б", включенное состояние которого свидетельствует о наличии автономного источника питания (батареи) энергонезависимого запоминающего устройства (ЭНЗУ).

На задней панели микроконтроллера расположены разъемы для подключения датчиков и исполнительных устройств внешнего оборудования: символом " \uparrow " обозначен разъем для подключения датчиков, а символом " \downarrow " - разъем для подключения исполнительных устройств. В табл.2 приведены варианты установки розеток типа РП 15-32 на задней панели микроконтроллера с указанием назначения и номеров позиции в зависимости от исполнения микроконтроллера.

Таблица 2

№ позиции	Обозначение розеток	Исполнение микроконтроллера				Назначение розеток
		МКП-1-16-0,5	МКП-1-32-0,5	МКП-1-48-1	МКП-1-48-2	
1	$00 \div 0F \uparrow$	+	+	+	+	Входы с адресами
2	$00 \div 0F \downarrow$	+	+	+	+	Выходы с адресами
3	$10 \div 1F \uparrow$	-	+	+	+	Входы с адресами
4	$10 \div 1F \downarrow$	-	+	+	+	Выходы с адресами
5	$20 \div 2F \uparrow$	-	-	+	+	Входы с адресами
6	$20 \div 2F \downarrow$	-	-	+	+	Выходы с адресами
7	"ПИ"	-	-	-	+	Последовательный интерфейс

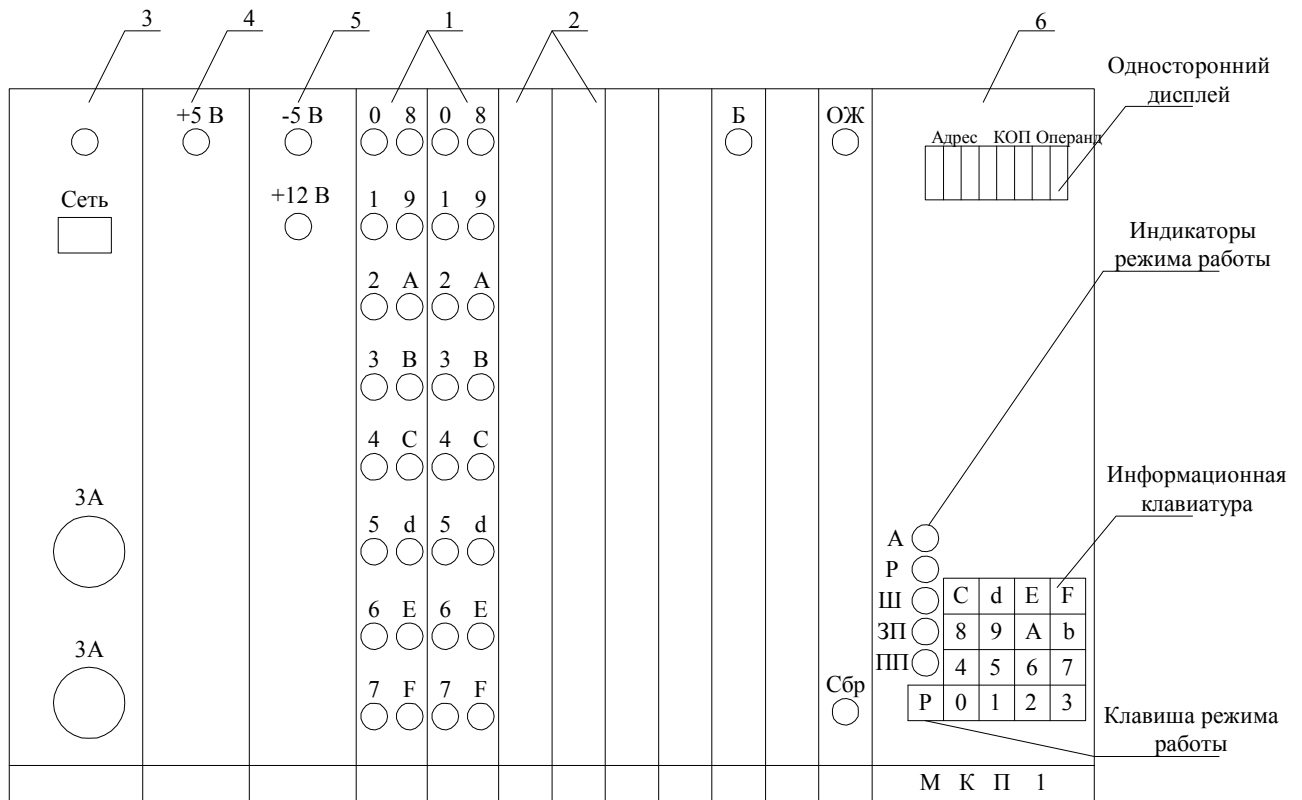
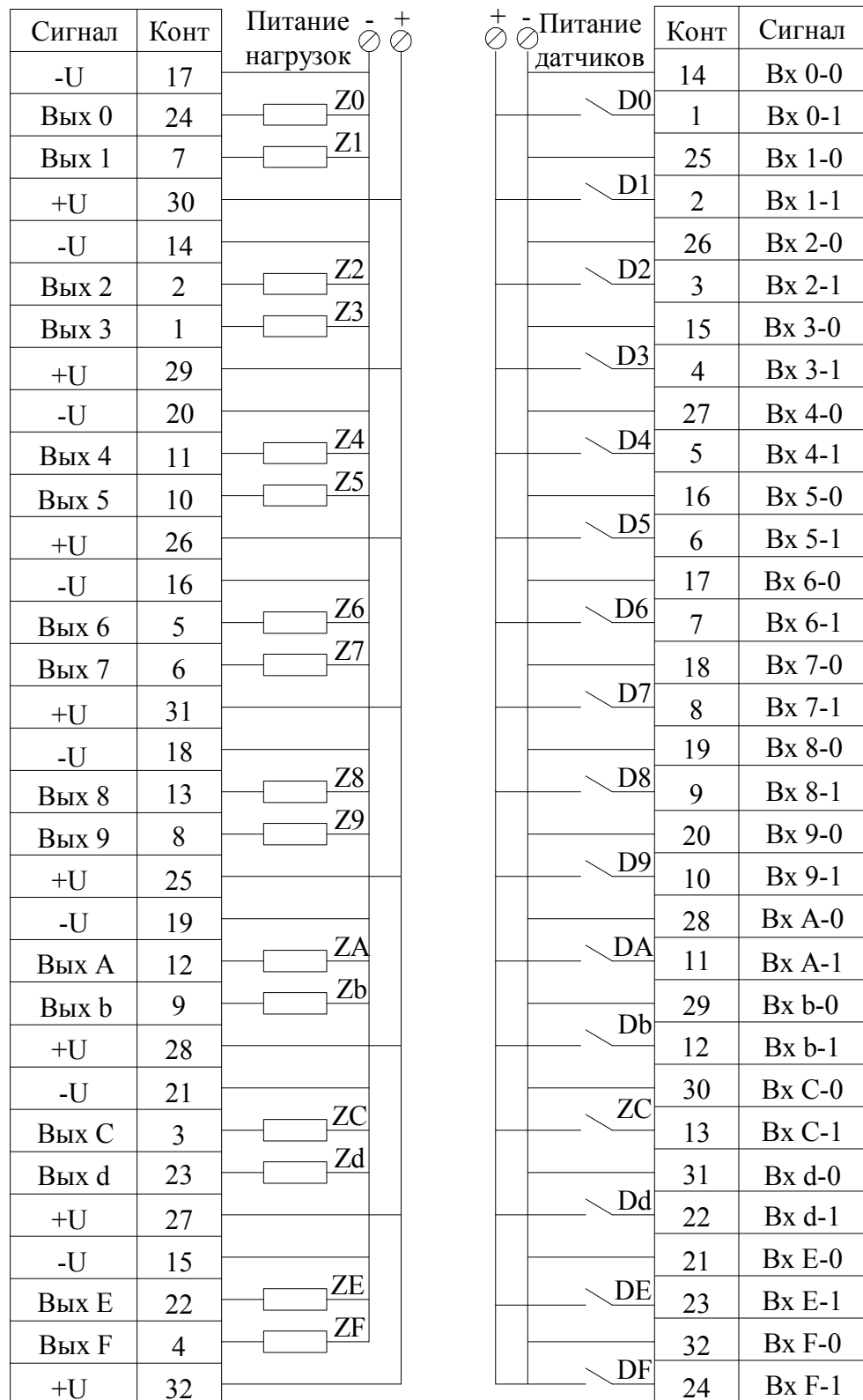


Рис.1. Лицевая панель микроконтроллера.



Подключение нагрузок к выходным
разъёмам ↑ микроконтроллера

Подключение датчиков к входным
разъёмам ↑ микроконтроллера

Рис.2. Схема подключения внешних элементов.

Схема подключения датчиков и исполнительных устройств технологического оборудования к микроконтроллеру представлена на рис. 2. Длина кабелей связи не должна превышать 10 м. Способ подключения датчиков нагрузок к электропитанию - радиальный, при ко-

тором объединение цепей "+" и "-" (см. рис.1) осуществляется не на разъемах микроконтроллера, а непосредственно на зажимах источника питания.

Монтаж линий связи микроконтроллера с ЭВМ высшего уровня производится по последовательному интерфейсу витыми парами проводов в соответствии с рис.3. Кабели связи при этом помещаются в металлический экран, имеющий надежный контакт экрана с корпусом микроконтроллера.

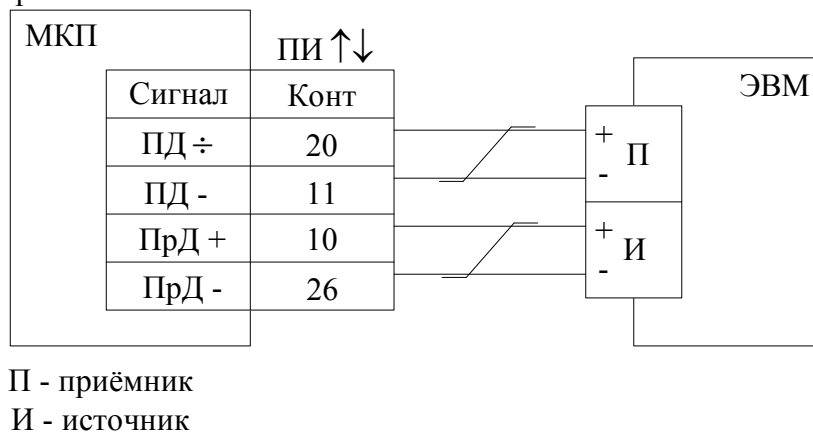


Рис. 3. Схема подключения ЭВМ высшего уровня к микроконтроллеру

2.5. Структурная схема микроконтроллера.

Структурная схема исполнения МКП-1-48-2, являющегося наиболее мощным по составу технических средств представителем семейства микроконтроллеров, приведена на рис.4.

В составе изделия можно выделить:

- модуль процессора (МПР), на базе БИС КР580ВМ80;
- систему памяти, включающую в себя модуль памяти и модули ЭНЗУ;
- систему ввода-вывода, обеспечивающую связь МПР с пультом управления, управляющей ЭВМ высшего уровня и внешним технологическим оборудованием,
- систему электропитания

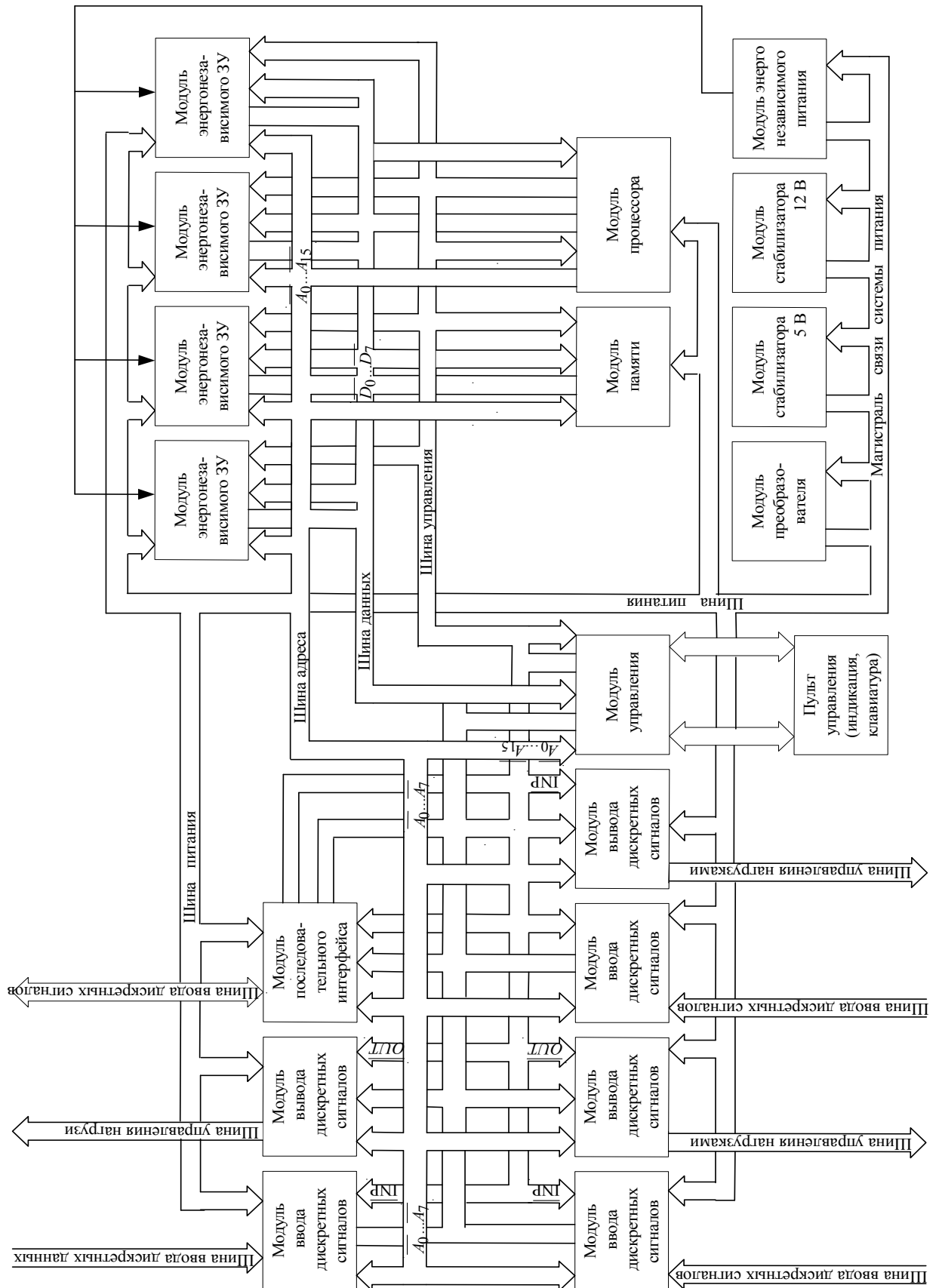


Рис. 4. Структурная схема микроконтроллера МКП-1.

МПР, выполненный на базе БИС КР580ВМ80, осуществляет сбор, цифровую обработку и вывод информации в соответствии с исполнительной программой, записанной в перепрограммируемое постоянное запоминающее

устройство (ПЗУ) модуля памяти.

Исполнительная программа является неотъемлемой частью микроконтроллера, недоступной для пользователя. Ее назначение - преобразование инструкций, введенных оператором с помощью пульта управления или поступающих от управляющей программы, в последовательность кодов машинного языка микропроцессора, реализующий эти инструкции.

Управляющая программа - программа, написанная пользователем в кодах входного языка микроконтроллера (описание системы команд приведено в части 2 настоящих методических указаний) и обеспечивающая выполнение заданного алгоритма управления внешним оборудованием. Она размещается в модулях ЭНЗУ и сохраняется при отключении первичного источника питания.

Пульт управления (ПУ) совместно с модулем управления (МУ) составляют технические средства общения оператора с микроконтроллером. ПУ включает

в себя клавиатуру - (а) для ввода команд и управления режимом работы микроконтроллера, однострочный дисплей - (б), предназначенный для отображения контролируемой, оператором информации и индикаторы режимов работы - (в), (см. рис.1) МУ обеспечивает сопряжение клавиатуры и индикации ПУ с внутренней магистралью микроконтроллера.

Модули ввода (МВВ) и вывода (МВЫВ) дискретных сигналов предназначены для связи микроконтроллера с внешним технологическим оборудованием: электропневмоклапанами, реле, элементами сигнализации, датчиками состояния оборудования, исполнительными устройствами и т.п. Они обеспечивают преобразование уровней и гальваническую развязку сигналов, а также индикацию состояния каждого входа и выхода микроконтроллера.

Модуль последовательного интерфейса (МПИ) предназначен, для обмена информацией между контроллером и управляющим вычислительным комплексом высшего уровня в АСУТП, построенных по иерархическому принципу. МПИ преобразует параллельный формат данных в последовательный при выводе данных из микроконтроллера и обратное преобразование - при вводе. Использование последовательного формата позволяет существенно сократить затраты на линию связи и повысить ее помехоустойчивость.

Система электропитания микроконтроллера преобразует первичное напряжение питающей сети во вторичные стабилизированные напряжения +5В; -5В; +12В, необходимые для запитки его модулей. Следует отметить, что контроллер не содержит источников питания исполнительных устройств и датчиков состояния технологического оборудования. Обеспечение этого питания, исходя из требований стабильности и мощности, осуществляет разработчик технологического комплекса.

3. ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.

Для выполнения практического занятия используется программируемый микроконтроллер МКП-1-16-0,5.

4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание 1. Изучить порядок включения контроллера.

Порядок выполнения задания: 1. Подключить шнур питания к сети. 2. Нажать клавишу "СЕТЬ". В результате должны загореться индикаторы "СЕТЬ", "+5В", "-5В", "+12В", "ОЖ" и "Р" на панели ПУ, свидетельствующие о том, что микроконтроллер находится в ручном режиме работы. Однострочный дисплей - погашен.

Задание 2. Изучить ручной режим работы микроконтроллера.

Режим управления "Ручной" обеспечивает возможность выполнения команды сразу после ввода ее клавиатурой ПУ без запоминания кода команды в ЭНЗУ микроконтроллера. Это позволяет проводить оперативную отладку и настройку технологического оборудования.

Порядок выполнения задания: 1. Нажмите клавишу "Р" и, не отпуская ее, клавишу 1. При этом должен загореться индикатор режима работы "Р". Дисплей погашен. При включе-

нии питания и нажатии кнопки сброс ("СБР") микроконтроллер также переходит в режим "Ручной". 2. Для ввода кода команды нажмите последовательно четыре цифровых клавиши ПУ, соответствующие значениям "№3", "№2", "№1", "№0" (см. плакат 1 "Система команд микроконтроллера МКП-1"), проверяя перед каждым нажатием готовность микроконтроллера к приему информации с клавиатуры по загоранию индикатор "ОЖ". Правильность ввода с клавиатуры по последовательному выводу значений "№3", "№2", "№1", "№0" на соответствующее знакоместо дисплея ПУ: "№3"№2" - в зону кода операций; "№1", "№0" - в зону операнда (см. рис.1). В случае ошибки при вводе любого из значений "№3", "№2", "№1", "№0" еще раз включите режим "Ручной" и повторите ввод, команды. Убедившись в правильности ввода, нажмите любую информационную клавишу ПУ. При этом микроконтроллер осуществит выполнение введенной команды. Введенный код индицируется на дисплее в течение времени выполнения команды, если изменение индикации не предусмотрено самой командой. По окончании выполнения команды дисплей гаснет. Пример ввода кода команды 09F5 приведен в табл.3.

Примечание: символ "×" означает, что индикатор погашен.

Таблица 3

Состояние Индикатора "ОЖ"	Набор на клавиатуре ПУ	Индикация							
		Адрес			-	КОП		Операнд	
Включен	P1	×	×	×	×	×	×	×	×
"-"	0	×	×	×	×	0	×	×	×
"-"	9					0	9	×	×
"-"	F					0	9	F	×
"-"	5					0	9	F	5

Задание 3. Изучить режим работы "Ввод программы".

В режиме "Ввод программы" происходит запись кодов команд управляющей программы, вводимых с клавиатуры ПУ, в ЭНЗУ.

Порядок выполнения задания: 1. Нажмите клавишу режима "Р" и, не отпуская ее, клавишу 3. При этом загорится индикатор режима работы "ВП", а на дисплее и зоне адреса индицируются значения "БА" и "СК". Остальные зоны дисплея погашены. 2. Ввод команды (например: 09F5) выполните аналогично вводу в режиме "Ручной". В случае ошибки при вводе еще раз включите режим "Ввод программы" (значения "БА" и "СК" в зоне, адреса не меняются) и повторите ввод кода команды. Убедившись в правильности ввода, нажмите любую информационную клавишу ПУ, при этом сформированный код записывается в ЭНЗУ по адресу, определяемому значением "СК" и "БА". По окончании записи кода в ЭНЗУ значение "СК" увеличивается на единицу и выводится на дисплей в зоне адреса. Остальные зоны дисплея погашены. Микроконтроллер готов к приему и записи нового кода.

Задание 4. Изучить режим работы "Просмотр программы".

Режим "Просмотр программы" позволяет контролировать управляющую программу, записанную в ЭНЗУ, путем последовательного просмотра кодов в направлении увеличения или уменьшения значения "СК"

Порядок выполнения задания: 1. Нажмите клавишу "Р" и, не отпуская ее, клавишу 4, если просмотр программы идет в направлении увеличения, и клавишу 5, если в направлении уменьшения адресов управляющей программы. При этом загорается индикатор режима работы "ПП", на дисплее в зоне адреса отображаются значения "БА" и "СК", в зонах кода операции и операнда - код команды, записанной в ЭНЗУ по этому адресу. 2. Нажмите на любую информационную клавишу. При этом значение "СК" увеличивается (уменьшается) на единицу, и на дисплей выводятся адрес и код следующей команды.

Задание 5. Изучить режим работы "Пошаговый".

В режиме "Пошаговый" каждое нажатие информационной клавиши инициирует выполнение одной команды, что позволяет оператору выполнять управляющую программу, записанную в ЭНЗУ, в необходимом ему темпе и использовать этот режим как отладочный.

Порядок выполнения задания. 1. Нажмите клавишу "Р" и, не отпуская ее, клавишу 2. При этом загорится индикатор режима работы "Ш". На дисплее отображаются значения "БА" и "СК" и код команды. 2. Нажмите любую информационную клавишу. Микроконтроллер выполнит команду, индицируемую на дисплее, и по окончании выведет на Дисплей код следующей команды.

Задание 6. Изучить режим работы "Автоматический".

Режим работы "Автоматический" является основным режимом работы микроконтроллера и предназначен для управления технологическим оборудованием в соответствии с алгоритмом, реализованном в виде управляющей программы.

Порядок выполнения задания: 1. Нажмите клавишу "Р" и, не отпуская ее, клавишу "0". При этом загорится индикатор "А". Дисплей погашен, и за исключением тех моментов, когда индикация обусловлена выполняемой командой. Выполнение управляющей программы начинается с адреса, записанного в "БА" и "СК" в момент включения режима "Автоматический". 2. Для остановки выполнения управляющей программы переключите микроконтроллер в любой другой режим работы. Микроконтроллер выполнит техническую команду, увеличит значение "СК" на единицу и перейдет в нужный режим работы. 3. При включении режима "Автоматический" дальнейшее выполнение управляющей программы произойдет с команды, на которой произошел останов. 4. Остановить выполнение управляющей программы можно также командой СТОП, введенной в требуемое место программы. Для дальнейшего продолжения работы в режиме "Автоматический" нажмите любую информационную клавишу.

5. Наконец возможен останов управляющей программы с помощью внешнего сигнала, подаваемого на вход "F" разъема $00 \div 0F \uparrow$ микроконтроллера (контакты 32,24).

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой тип управления реализует микроконтроллер?
2. Чем отличаются друг от друга различные исполнения микроконтроллера МКП-1?
3. Каковы основные программируемые функции микроконтроллера?
4. Назовите основные элементы (и их назначение) лицевой панели микроконтроллера.
5. Для чего необходимо подключение одного из исполнений микроконтроллера к ЭВМ высшего уровня?
6. Назовите основные модули микроконтроллера.
7. Назовите основные режимы работы (и их назначение) микроконтроллера.

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Отчёт должен содержать структурную схему МКП1, схемы подключения устройств к нему и описание режимов работы

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.

Техническое описание микроконтроллера МКП-1 4СМ3.611.014.ПС.

Управляющие системы промышленных роботов/Ю.Д.Андрианов, Л.Я. Глейзер, М.Б.Игнатьев и др.; Под общ. ред. И.М.Макарова, В.А.Чиганова.- М.: Машиностроение, 1984.-288 С.

Лабораторная работа № 2

Изучение системы команд цикловой микропроцессорной системы управления МКП-1

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ЗАНЯТИЯ

Целью занятия является, приобретение навыков программирования микроконтроллера МКП-1.

Задачей занятия является изучение системы команд и структуры памяти микроконтроллера, разработка и запись простейших программ.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

2.1. Система команд

Система команд микроконтроллера приведена в табл. 1.

Совокупность команд микроконтроллера, образующая управляющую программу, записывается и хранится в модуле (модулях) ЭНЗУ.

2.2. Структура памяти

В зависимости от варианта исполнения в состав микроконтроллера могут входить от 1 до 4 модулей ЭНЗУ.

Объем модуля ЭНЗУ микроконтроллера позволяет записать 256 команд (512 байт) и составляет одну зону памяти. Каждая зона памяти, в свою очередь, делится на два страницы, объемом по 128 команд (256 байт).

Структура ЭНЗУ микроконтроллера представлена на рис. 1



Рис.1. Структура ЭНЗУ

Таблица 1

Обозначение команды	Формат команды	Краткое содержание	
	Код операции	Операнд	
1	2	3	4
ОЖ0	01	Адрес входа	<u>Команды ввода – вывода</u> Переход к выполнению следующей команды происходит только при отсутствии сигнала на входе с заданным адресом
ОЖ1	02	Адрес входа	Переход к выполнению следующей команды происходит только при наличии сигнала на входе с заданным адресом
ПРО	03	Адрес входа	При отсутствии сигнала на входе с заданным адресом бит условия сохраняет

ПР1	04	Адрес входа	предыдущее значение, в противном случае бит условия обнуляется При наличии сигнала на входе с заданным адресом бит условия сохраняет предыдущее значение, в противном случае бит условия обнуляется
ВКЛ	05	Адрес выхода	Включить выход с заданным адресом
ВЫКЛ	06	Адрес выхода	Выключить выход с заданным адресом
БУ	12	Адрес выхода	Выход с заданным адресом устанавливается в соответствии с содержимым бита условия
БУ	13	Адрес выхода	Выход с заданным адресом устанавливается в соответствии со значением противоположным содержимому бита условия
Т	07	t	Команда задержка выполнения управляющей программы на время $\tau = t \cdot 0,1 \text{ с}$
УСТ БУ ВХ	1E	Адрес входа	Бит условия принимает значение сигнала на входе с заданным адресом
УСТ БУ ВХ	1F	Адрес входа	Бит условия принимает инверсное значение сигнала на входе с заданным адресом
НОП	00	00	<u>Команды управления программой</u> Нет операции
СТОП	08	00	Останов программы
БУП	09	Адрес команды	Безусловный переход к выполнению команды с заданным адресом
УП1	0A	Адрес команды	Переход к выполнению команды с заданным адресом при условии, что бит условия равен 1. В противном случае происходит выполнение следующей команды
УП0	0B	Адрес команды	Переход к выполнению команды с заданным адресом при условии, что бит условия равен 0. В противном случае происходит выполнение следующей команды
БАП	0F	0 Установка	Изменение базового адреса

ПП	10	Адрес команды	программы
Возврат	11	00	Переход к подпрограмме
ССЧ	0D	0 Номер счётчика	Возврат из подпрограммы <u>Команды управления счётчиками</u>
+СЧ	0C	0 Номер счётчика	Сброс счётчика с заданным номером
-СЧ	0E	Уста - Номер счётчика	Содержимое счётчика с заданным номером увеличивается на 1
РЕД	14	новка	Если содержимое счётчика с заданным номером равно установке, то бит условия сохраняет своё предыдущее значение. В противном случае бит условия обнуляется
		Адрес команды	<u>Команда контроля и редактирования программы</u> Команды программы, начиная с указанного адреса и до первого адреса, содержащего команду "НОП", сдвигается в сторону увеличения адресов на один шаг. По указанному адресу записывается код команды НОП (0000) Команда РЕД используется для вставки команд в программу.
КСП	15	Номер страницы	Вычисление контрольной суммы кодов команд содержащихся в странице памяти с указанным номером
Тест МПИ	2C	00	<u>Команды тестового контроля функциональных блоков</u>
Тест МЭНЗУ	18	Количество проверяемых модулей	Команда проверки МПИ Команда проверки МЭНЗУ
Тест ввода-вывода	19	"-"	Команды проверки системы ввода – вывода
Загрузчик	17	"-"	Команды загрузки программы, обеспечивающей комплексную проверку функциональных блоков микроконтроллера

Номер зоны является базовым адресом для отсчета команд управляющей программы, записанной в этой зоне, а хранится в служебном регистре "БА" - базовый адрес.

Помимо "БА" в ОЗУ микроконтроллера организованы следующие

регистры:

"СК" - счетчик команд, содержимое которого определяет адрес команды в пределах зоны памяти;

"БУ" - бит условия, значение которого устанавливается в зависимости от результата выполнения ряда операций и используется для управления программой;

"УС" - указатель стека, определяющий адреса ячеек ОЗУ (стековой памяти), в которых запоминается значения "БА" и "СК" при обращении к подпрограмме, и откуда они выбираются при выполнении команды "Возврат".

Шестнадцать счетчиков, содержимое которых может измениться от 0 до F. При необходимости счетчик может использоваться как однобитная память.

2.3. Команды ввода-вывода

Команды ввода-вывода обеспечивают ввод информации от датчиков состояния оборудования и выдачу управляющих воздействий на исполнительные устройства. В командах вывода адрес выхода кодируется двумя шестнадцатеричными числами №1, №0 (см. табл.1) первое из которых может принимать значения от 0 до 2 и определяет один из 3-х модулей вывода дискретных сигналов, которые могут быть установлены в контроллере. Второе число (№0) определяет один из шестнадцати конкретных выходов ($0 \div F$) в пределах выбранного модуля.

В командах опроса датчиков состояния адреса датчиков определяются аналогичным образом.

Состояние каждого входа и выхода отображается на индикаторах на передних панелях модулей.

2.4. Команды управления программой

Команды управления программой позволяют эффективно решать задачи программно-логического управления оборудованием, используя блок-схему алгоритмов управления.

Эти команды можно разделить на две группы: сохраняющие нормальную последовательность выполнения программы ("Нет операции", "Стоп"), и изменяющие ее (команды безусловного и условного переходов, обращения и выхода из подпрограммы).

Ветвление программы производится относительно "СК" командами условного перехода "УП1", "УП0" анализирующими содержимое "БУ". Адрес перехода задается в пределах зоны памяти. По окончании выполнения команд "УП1" и "УП0", "БУ" устанавливается в исходное состояние (1).

Использование команды обращения к подпрограмме "ПП" является эффективным средством экономии памяти, если в процессе выполнения программы необходимо многократное обращение к неизменной ее части.

При выполнении команды "ПП", записанной на адресе "№" содержимое "СК" увеличивается на 1, т.е. принимает значение (№+1) и загружается в стек вместе, со значением "БА" зоны памяти.

В "СК" засылается адрес, находящийся в поле операнда команды "ПП". Адрес задается в пределах зоны памяти. Начиная с этого адреса, происходит последовательное выполнение команд подпрограммы вплоть до адреса, на котором стоит команда "Возврат". При выполнении этой команды содержимое стека (№+1) перемещается в "СК", восстанавливается значение "БА" и продолжается выполнение команды основной программы, записанной на адресе (№+1).

Стек, организованный в микроконтроллере, позволяет реализовать восемь уровней подпрограммы.

Для того чтобы перейти к выполнению управляющей программы расположенной в другой зоне памяти, необходимо изменить базовый адрес программы и выполнить команду условного, безусловного перехода или обращения к подпрограмме, в поле операнда которых

содержится адрес команды измененной зоны памяти. Значение "БА" изменяется командой "БАП", в поле операнда которой задается номер зоны памяти от 0 до F

2.5. Команды управления счетчиками

Команды управления счетчиками осуществляют операции очистки, инкремента и сравнения над шестнадцатью счетчиками, содержимое которых может изменяться в пределах, от 0 до F.

Величиной "№0" в поле операнда команды задается номер счетчика ($0 \div F$). Например, команда с кодом "0C0A" осуществляет инкрементирование счетчика "A", а команда с кодом "0D02" осуществляет сброс счетчика "2".

Величиной "№1" в поле операнда команды сравнения задается величина установки от "0" до "F", с которой сравнивается содержимое счетчика с номером, заданным величиной "№0". В случае совпадения "БУ" сохраняет предыдущее значение, в противном случае обнуляется. Например, команда с кодом "0E3F" осуществляет сравнение содержимого счетчика F с тройкой.

При достижении счетчиками максимального значения прибавление "1" не вызывает его обнуления, поэтому дальнейшее использование этого счетчика в программе возможно только после его сброса соответствующей командой.

Лабораторная работа 3.

Способы работы с датчиками с использованием команд микроконтроллера МКП-1-16-0.5.

Используемое оборудование

Для выполнения практического занятия используется программируемый микроконтроллер МКП-1-16-0,5, источник питания Б5-47 и резисторы-имитаторы технологического оборудования.

Задание

Изучить команды ввода дискретной информации в микроконтроллер МКП-1.

Порядок выполнения задания

- :
1. Переведите микроконтроллер в режим "Ввод программы" и введите в ЭНЗУ программу 2 (табл. 3).
 2. Установите резисторы-имитаторы датчиков в исходное положение в цепи датчиков D0 и D1 входного разъема.

Таблица 3

Адрес	Код операции	Операнд	Содержимое команды
00	01	00	Ожидание размыкания датчика D0, подключенного к разъёму $00 \div 0F \uparrow$
01	05	01	Включить нагрузку Z1
02	02	01	Ожидание замыкания датчика D1, подключенного к разъёму $00 \div 0F \uparrow$
03	03	02	Проверка разомкнутого состояния датчика D2, подключен-

04	04	03	ного к разъёму $00 \div 0F \uparrow$ Проверка замкнутого состояния датчика D3, подключенного к разъёму $00 \div 0F \uparrow$
----	----	----	---

3. Проверьте правильность ввода программы и переведите микроконтроллер в режим "Пошаговый".

4. Имитируя переключения резисторов-имитаторов датчиков для изменения состояния управляемого оборудования выполните программу 2 в режиме "Пошаговый" несколько раз.

5. Выполните программу в режиме "Автоматический" в бесконечном цикле.

6. Предложите способ проверки значения бита условия после выполнения команд с кодами 03 и 04.

Лабораторная работа 4.

Отладка управляющих программ с использованием входных сигналов от датчиков и тестовые проверки микроконтроллера МКП-1.

Используемое оборудование

Для выполнения практического занятия используется программируемый микроконтроллер МКП-1-16-0,5, источник питания Б5-47 и резисторы-имитаторы технологического оборудования.

Задание .

Изучить команды управления программой.

Порядок выполнения задания:

3. Переведите микроконтроллер в режим "Ввод программы" и введите в ЭНЗУ программу 2 (табл. 3).

2. Установите резисторы-имитаторы датчиков в исходное положение в цепи датчиков D1 входного разъёма.

Таблица 4.

Адрес	Код операции	Операнд	Содержимое команды
00	1F	01	Бит условия установлен в соответствии со значением сигнала на входе "01"
01	0A	04	Условный переход на адрес "04", если бит условия установлен в "1"
02	0B	0	Условный переход на адрес "0", если бит условия установлен в "0"
03	09	00	Безусловный переход на адрес "00"
04	05	00	Включить нагрузку Z0
05	07	10	Выдержка времени - 1 с.
06	06	00	Выключить нагрузку Z0
07	03	02	При наличии сигнала на входе

			02 бит условия обнуляется, в противном случае сохраняет предыдущее значение
08	09	02	Безусловный переход на адрес "02"
10	05	02	Включить нагрузку Z2
11	08	00	Стоп

3. Проверьте правильность ввода программы и переведите микроконтроллер в режим "Пошаговый".

4. Имитируя переключения резисторов-имитаторов датчиков для изменения состояния управляемого оборудования выполните программу 4 в режиме "Пошаговый" несколько раз.

5. Выполните программу в режиме "Автоматический" в бесконечном цикле.

6. Объясните, как будет работать алгоритм программы при замене первой команды 1F на команду 02.

Лабораторная работа 5.

Способы задания выходных сигналов с помощью временных диаграмм с использованием команд микроконтроллера МКП-1.

1. Используемое оборудование

Для выполнения практического занятия используется программируемый микроконтроллер МКП-1-16-0,5, источник питания Б5-47 и резисторы-имитаторы технологического оборудования.

2. Порядок выполнения задания:

1. Переведите микроконтроллер в режим "Ввод программы" и введите в ЭНЗУ программу (табл. 5).

2. Установите резисторы-имитаторы датчиков в исходное положение в цепи датчиков X01, X02, X11, X12 входного разъёма.

3. Установите резисторы-имитаторы нагрузок в исходное положение в цепи датчиков У1, У2, У3, У4 выходного разъёма.

3. Реализация алгоритма управления заданного циклограммой

Цикловое управление может быть реализовано по путевому и временному принципам.

При путевом принципе управления констатирование окончания выполнения текущей команды и переход к выполнению следующей команды осуществляется по сигналу путевого датчика, управляемого на данном шаге, программы элемента технологического оборудования. Таким датчиком может быть концевой или герконовый (либо любой другой природы датчик) выключатель, срабатывающий при достижении управляемым рабочим органом крайнего положения.

При временном принципе управления переход к выполнению следующего шага программы осуществляется после временной задержки, реализуемой микроконтроллером, достаточной (с определенным запасом) для выполнения текущей технологической операции.

Для реализации циклового управления по временному принципу существует команды выдержки времени - 0,1 с. Наибольшая однократная выдержка - 25,5 с.

Пусть работа управляемого объекта описана циклограммой, представленной на рис. 5

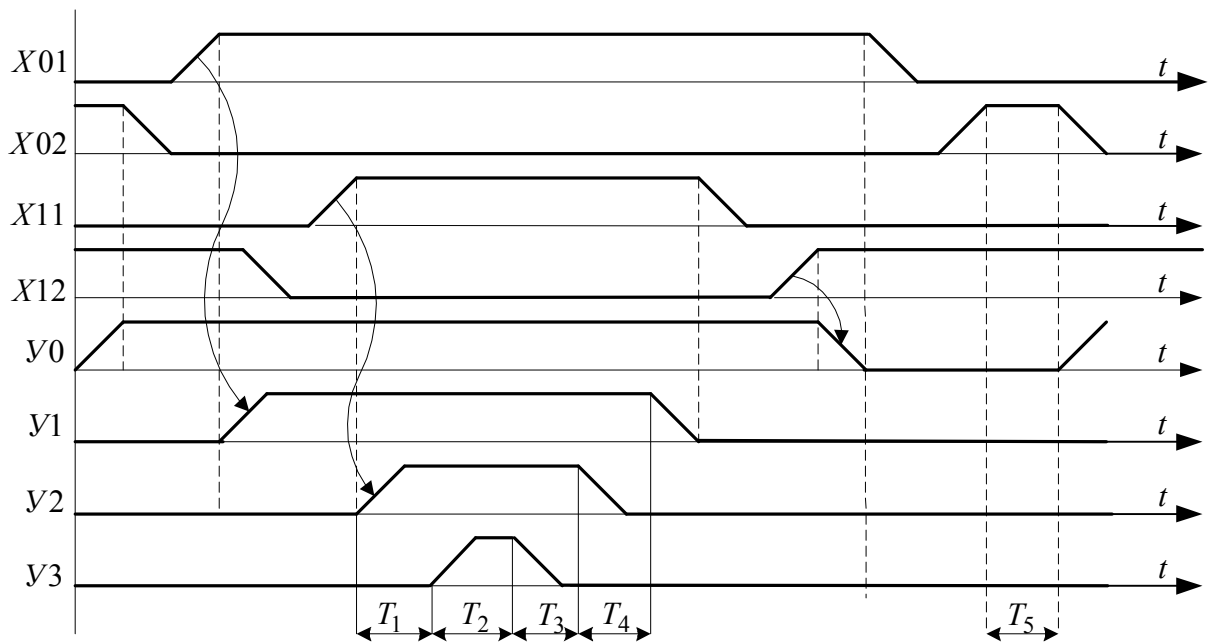


Рис.5. Циклограмма работы объекта управления.

Здесь Y1, Y0 - двухпозиционные объекты управления с адресами 01 и 00 соответственно;

X01, X02 - путевые датчики объекта управления Y0 с адресами 00 и 01 соответственно;

X11, X12 - путевые датчики объекта управления Y1 с адресами 02 и 03 соответственно;

Y2, Y3 - исполнительные элементы, работающие по временному принципу, подключенные к выходам с адресами 02 и 03, соответственно.

Циклограмму, представленную на рис. 5, реализует программа (табл. 5).

Таблица 5

Адрес команды	Код операции	Операнд	Содержимое команды
000	05	00	Включить выход "00" (Y0)
001	02	00	Ожидание наличия сигнала на входе "00" (X01)
002	05	01	Включить выход "01" (Y1)
003	02	02	Ожидание наличия сигнала на входе "02" (X11)
004	07	02	Включить выход "02" (Y2)
005	05	03	Выдержка времени $T_1=0,3$ с.
006	06	03	Включить выход "03" (Y3)
007	07	06	Выдержка времени $T_2=0,6$ с.
008	06	03	Выключить выход "03" (Y3)
009	07	03	Выдержка времени $T_3=0,3$ с.
00A	06	02	Выключить выход "02" (Y2)
00B	07	04	Выдержка времени $T_4=0,4$ с.
00C	06	01	Выключить выход "01" (Y1)
00D	02	03	Ожидание наличия сигнала на входе "03" (X12)

00E	06	00	Выключить выход "00" (У0)
00F	02	01	Ожидание наличия сигнала на входе "01" (Х02)
010	07	03	Выдержка времени $T_5=0,3$ с.
011	09	00	Безусловный переход на адрес "00"

4. Задание на работу

1. Проверьте правильность ввода программы и переведите микроконтроллер в режим "Пошаговый".
2. Имитируя переключения резисторов-имитаторов датчиков для изменения состояния управляемого оборудования выполните программу в режиме "Пошаговый" несколько раз.
3. Выполните программу в режиме "Автоматический" в бесконечном цикле, изменяя состояния датчиков.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким образом проводится редактирование программ?
2. Каким образом проводится тест МЭЗУ?
3. Каким образом проводится тест модулей ввода-вывода?
4. Какие команды алгоритма программы формируют путевой принцип управления?
5. Какие команды алгоритма программы формируют временной принцип управления?

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Отчёт должен содержать схемы подключения устройств к нему и тексты отлаженных программ управления.

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Техническое описание микроконтроллера МКП-1 4СМ3.611.014ПС.

Лабораторная работа 6.

Отладка управляющих программ с использованием выходных сигналов и тестовые проверки микроконтроллера МКП-1.

1. Используемое оборудование

Для выполнения практического занятия используется программируемый микроконтроллер МКП-1-16-0,5, источник питания Б5-47 и резисторы-имитаторы технологического оборудования.

2. Порядок выполнения задания:

1. Переведите микроконтроллер в режим "Ввод программы" и введите в ЭНЗУ программу (табл. 5).
2. Установите резисторы-имитаторы нагрузок в исходное положение в цепи датчиков У0, У1, У2, У3 выходного разъёма.

3. Реализация алгоритма управления заданного циклограммой

Циклограмму, представленную на рис.5, заменить на циклограмму выходов простого двоичного счёта на увеличение выходного кода от 0 до 15

Составить программу управления выходами У0, У1, У2, У3, используя в качестве примера программу из табл.5., используя минимальное время изменения выхода У0, равное 0.2с.

4. Задание на работу

1. Проверьте правильность ввода программы и переведите микроконтроллер в режим "Пошаговый".

2. Выполните программу в режиме "Автоматический" в бесконечном цикле, изменяя состояния датчиков.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким образом проводится редактирование программ?

2. Каким образом проводится тест МЭНЗУ?

3. Каким образом проводится тест модулей ввода-вывода?

4. Какие команды алгоритма программы формируют путевой принцип управления?

5. Какие команды алгоритма программы формируют временной принцип управления?

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Отчёт должен содержать схемы подключения устройств к нему и тексты отлаженных программ управления.

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Техническое описание микроконтроллера МКП-1 4СМ3.611.014ПС.

Лабораторная работа 7.

Способы проверок условий техпроцесса с использованием команд микроконтроллера МКП-1.

1. Используемое оборудование

Для выполнения практического занятия используется программируемый микроконтроллер МКП-1-16-0,5, источник питания Б5-47 и резисторы-имитаторы технологического оборудования.

2. Порядок выполнения задания:

1. Переведите микроконтроллер в режим "Ввод программы" и введите в ЭНЗУ программу (табл. 4).

2. Установите резисторы-имитаторы датчиков в исходное положение в цепи датчиков X0, X1, X2, X3, X4 входного разъёма.

3. Установите резисторы-имитаторы нагрузок в исходное положение в цепи нагрузок У0F, У0A выходного разъёма.

3. Реализация алгоритма управления заданного булевыми функциями

Используя бит условия (БУ), можно реализовать алгоритм управления внешним оборудованием, заданный следующими, например, выражениями:

$$y_1 = x_0 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4;$$

$$y_2 = y_1,$$

Где

y_1, y_2 - исполнительные элементы с адресами 0F и 0A соответственно;

x_0, x_1, x_3 - датчики состояния технологического оборудования с адресами 00, 01 и 03 соответственно, эквивалентные нормально разомкнутым контактам реле;

x_2, x_4 - датчики состояния технологического оборудования с адресами 02, 04 соответственно, эквивалентные нормально замкнутым контактам реле.

Предложенный алгоритм реализует программа (табл. 7)

Таблица 7

Адрес команды	Код операции	Операнд	Содержимое команды
000	1E	00	Проверка состояния датчика "X0" с занесением его значения в "БУ"
001	04	01	Проверка включённого состояния датчика "X1"
002	03	02	Проверка выключённого состояния датчика "X2"
003	04	03	Проверка включённого состояния датчика "X3"
004	03	04	Проверка выключённого состояния датчика "X4"
005	12	0F	Установка выхода "0F" в соответствии со значением "БУ"
006	13	0A	Установка выхода "0A" в состояние противоположное "БУ"

4. Задание на работу. Реализуйте алгоритм управления, заданный булевыми функциями.

Порядок выполнения задания:

1. Включите режим "Ввод программы".
2. Введите и проверьте программу.
3. Поставьте в исходное положение датчики 0,1,2,3,4 (имитаторы датчиков "X0", "X1", "X2", "X3", "X4").
4. Включите режим: "Пошаговый".
5. Несколько раз, нажимая любую информационную клавишу, выполните всю программу.
6. По состоянию соответствующих индикаторов убедитесь, что: $Y1 = 0$, $Y2 = 1$.
7. Переведите датчики 0,1,2,3,4 в состояния, соответствующие; $X0 = 1$; $X1 = 1$; $X2 = 0$; $X3 = 1$; $X4 = 0$.
8. Еще раз повторите пункты 4 и 5 настоящего задания.
9. По состоянию соответствующих индикаторов убедитесь, что $Y1 = 1$, $Y2 = 0$.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким образом проводится редактирование программ?
2. Каким образом проводится тест МЭНЗУ?
3. Каким образом проводится тест модуля ввода-вывода?
4. Каким образом реализуются алгоритмы управления, заданные булевыми функциями?

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Отчёт должен содержать схемы подключения устройств к нему и тексты отлаженных программ управления.

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Техническое описание микроконтроллера МКП-1 4СМ3.611.014ПС.

Лабораторная работа 8.

Отладка управляющих программ, проверяющих условия техпроцесса, и тестовые проверки микроконтроллера МКП-1.

1. Используемое оборудование

Для выполнения практического занятия используется программируемый микроконтроллер МКП-1-16-0,5, источник питания Б5-47 и резисторы-имитаторы технологического оборудования.

2. Порядок выполнения задания:

1. Переведите микроконтроллер в режим "Ввод программы" и введите в ЭНЗУ программу (табл. 4).

2. Установите резисторы-имитаторы датчиков в исходное положение в цепи датчиков X0, X1, X2, X3, X4 входного разъёма.

3. Установите резисторы-имитаторы нагрузок в исходное положение в цепи нагрузок Y0F, Y0A выходного разъёма.

3. Реализация алгоритма управления заданного булевыми функциями

Используя бит условия (БУ), реализовать алгоритм управления внешним оборудованием, заданный следующим, выражением:

$$Y0 = (\sim X0) * (X1) * (\sim X2) * (X3)$$

$$Y1 = (\sim Y0)$$

где Y0, Y1 – выходные сигналы МКП-1; X0, X1, X2, X3 – входные сигналы МКП-1; символ «~» - инверсное значение сигнала.

Составить и отладить программу по образцу табл. 7

4. Задание на работу. Реализуйте алгоритм управления, заданный булевыми функциями.

Порядок выполнения задания:

1. Включите режим "Ввод программы".
2. Введите и проверьте программу.
3. Поставьте в исходное положение датчики 0,1,2,3 (имитаторы датчиков "X0", "X1", "X2", "X3").
4. Включите режим: "Пошаговый".
5. Несколько раз, нажимая любую информационную клавишу, выполните всю программу.
6. По состоянию соответствующих индикаторов убедитесь, что: Y0 = 0, Y1 = 1.
7. Переведите датчики 0,1,2,3,4 в состояния, соответствующие; X0= 0; X1= 1; X2= 0; X3= 1.
8. Еще раз повторите пункты 4 и 5 настоящего задания.
9. По состоянию соответствующих индикаторов убедитесь, что Y1 = 1, Y2 = 0.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким образом проводится редактирование программ?
2. Каким образом проводится тест МЭНЗУ?
3. Каким образом проводится тест модуля ввода-вывода?
4. Каким образом реализуются алгоритмы управления, заданные булевыми функциями?

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Отчёт должен содержать схемы подключения устройств к нему и тексты отлаженных программ управления.

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Техническое описание микроконтроллера МКП-1 4СМ3.611.014ПС.