



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

С.М. Андреев

**КОМПЛЕКСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В СИСТЕМАХ
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ.
КУРСОВАЯ РАБОТА**

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Магнитогорск
2013

Рецензенты:
А.И. Блохин

Андреев С.М.

Комплексы технических средств в системах автоматического управления. Курсовая работа [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Сергей Михайлович Андреев; ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2004 г. – Электрон. текстовые дан. (0,42 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования : IBM PC, любой, более 1 GHz ; 512 Мб RAM ; 10 Мб HDD ; MS Windows XP и выше ; Adobe Reader 8.0 и выше ; CD/DVD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с титул. экрана.

Приведены сведения о работе основных блоков комплекса технических средств Ремиконт Р-130 (БУТ-20, БУС-20, БУМ-20, БПР-20 и др.), порядке программирования микропроцессорного контроллера, электрических схемах подключения внешних цепей контроллера.

Изложена методика разработки систем автоматического регулирования с применением микропроцессорного контроллера Ремиконт Р-130, в том числе приведен пример локальной системы автоматического управления процессом сжигания топлива в рабочем пространстве методической нагревательной печи, составлено математическое обеспечение поставленной задачи.

© Андреев С.М., 2004
© ФГБОУ ВПО «Магнитогорский
государственный технический
университет им. Г.И. Носова», 2004

Содержание

Введение	4
1. Микропроцессорный контроллер Ремиконт Р-130	4
1.1 Состав и физическая структура контроллера.....	4
1.2 Организация ввода-вывода блока контроллера БК-21	7
1.2.1 Внешние цепи блока питания БП-21.....	9
1.2.1. Подключение цепей входа-выхода типа 1	12
1.2.2. Подключение цепей входа-выхода типа 2	13
1.2.3. Подключение цепей входа-выхода типов 3-7	14
1.3. Средства связи контроллера с объектом управления и исполнительными устройствами.....	16
1.3.1. Внешние цепи блоков БУТ-20 и БУС-20.....	16
1.3.2. Внешние цепи блоков БУМ-20 и БПР-20	17
1.3.3. Клеммно-блочные соединители КБС-21, КБС-22, КБС-23. Межблочный соединитель МБС	20
2. Программное обеспечение контроллера Ремиконт Р-130.....	21
2.1. Описание языка функциональных блоков	22
2.1.1. Общие свойства алгоритмов и алгоблоков	22
2.1.2. Реквизиты алгоритма	23
2.1.3. Размещение алгоритмов по алгоблокам.....	24
2.2. Конфигурирование алгоблоков	25
2.2.1. Возможности конфигурирования	25
2.2.2. Правила конфигурирования	26
2.3. Настройка алгоритмов.....	27
2.3.1. Виды сигналов и параметров настройки алгоритмов 27	
2.3.2. Диапазон изменения параметров настройки	29
2.4. Порядок обслуживания алгоблоков. Цикличность работы контроллера.....	30
3. Порядок выполнения курсовой работы	31
4. Библиографический список	45

ВВЕДЕНИЕ

Целью курсовой работы по дисциплине «Комплексы технических средств в системах автоматического управления» является закрепление теоретических знаний и практических навыков по разработке и проектированию системы автоматического регулирования (САР) контура регулирования или систему автоматического управления (САУ) отдельного агрегата или технологического параметра с применением комплекса технических средств «Ремиконт Р-130».

Выполнение курсовой работы включает в себя следующие этапы.

1. Описание технологического процесса и место регулируемого параметра или автоматизируемого агрегата в этом процессе.

2. Составление структурной схемы системы регулирования или управления с обоснованием выбора технических средств для САР или САУ.

3. Разработку функциональной схемы автоматизации контура регулирования и спецификации применяемого оборудования.

4. Разработку электрической принципиальной схемы контура регулирования с описанием работы и указанием величин и параметров электрических сигналов.

5. Составление управляющей программы для микропроцессорного контроллера с описанием применяемого математического обеспечения и алгоритма управления.

6. Описание порядка программирования и настройки алгоритмов контроллера. Составление таблиц конфигурации алгоритмов, состава конфигурации алгоритмов и параметров настройки.

1. МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КОНТРОЛЛЕР РЕМИКОНТ Р-130

1.1 Состав и физическая структура контроллера

Контроллер Р-130 — компактный многоканальный многофункциональный микропроцессорный контроллер, представляющий собой комплекс технических средств, обеспечивающий решение задач автоматического регулирования и логического управления.

В состав контроллера Р-130 (рис.1) входят:

1. Центральный блок — блок контроллера БК-21 с пультом настройки ПН-1.
2. Комплект модулей и блоков связи с объектом.
3. Блок питания БП-21
4. Межблочные и клеммно-блочные соединители.

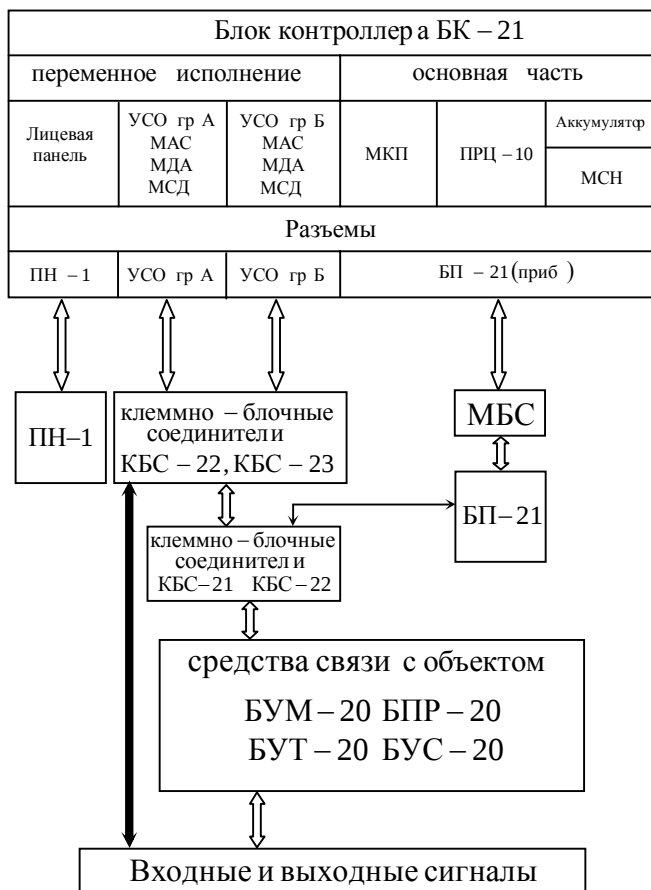


Рис.1. Физический состав комплекса технических средств Ремиконт Р-130

Блок контроллера БК-21 ведет обработку информации в цифровой форме, организует работу всех алгоритмов управления, обеспечивает программу обслуживания пульта настройки ПН-1 и лицевой панели ПЛ, объединяет алгоритмы, «зашитые» в памяти контроллера, в систему заданной конфигурации, устанавливает в них требуемые параметры настройки. С помощью лицевой панели ПЛ и пульта настройки ПН-1 обеспечивается оперативное управление до 4 контуров автоматического регулирования или логико-программного и шагового дискретного управления.

Комплект модулей и блоков связи с объектом содержит набор модулей и блоков ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов различного типа. Модули связи с объектом устанавливаются в блоке БК-21, блоки связи с объектом имеют автономное конструктивное исполнение.

Блок питания БП-21 предназначен для питания блока БК-21, а также для подключения к контроллеру внешних интерфейсов.

Межблочные и клеммно-блочные соединители осуществляют соединение составных частей контроллера друг с другом, а также подключение к контроллеру внешних цепей.

Контроллер Р-130 — проектно-компонуемое изделие, содержащее базовый комплект аппаратуры, поставляемый всегда независимо от объема решаемой задачи, и проектно-компонуемый комплект, состав которого в основном зависит от номенклатуры и числа каналов ввода-вывода информации. Вид лицевой панели, модификация центрального блока и состав дополнительных блоков определяются картой заказа.

Соединители КБС применяются в случае, если монтаж системы должен осуществляться без применения пайки.

Блок контроллера БК-21 выполняет следующие функции:

- 1) преобразования аналоговых и дискретных входных сигналов в цифровую форму;
- 2) преобразования сигналов, представленных в контроллере в цифровой форме, в аналоговые и дискретные выходные сигналы;
- 3) обработки поступающей информации в соответствии с требуемыми алгоритмами управления;
- 4) обработки дискретных аварийных сигналов;
- 5) приема и передачи сигналов через интерфейсные каналы цифровой последовательной связи;
- 6) оперативного контроля и управления с помощью индикаторов и клавиш, расположенных на лицевой панели блока.

В блок БК-21 входят:

Основная часть:

- 1) модуль процессора ПРЦ-10, имеющий непосредственную связь с аккумуляторной батареей, состоящей из 3 шт. элементов Д-0,06;
- 2) модуль контроля и программирования МКП;
- 3) модуль стабилизатора напряжения МСН-10, обеспечивающий питанием весь блок БК вместе с пультом настройки ПН-1.

Переменная часть:

1. Два посадочных места для устройств связи с объектом ГР.А и ГР.Б, куда могут быть установлены один или два из семи модификаций модулей УСО:

- модуль аналоговых сигналов МАС;
- модуль аналоговых и дискретных сигналов МДА;
- модуль дискретных сигналов МСД (модификации 3-7).

2. Исполнение лицевой панели ПЛ блока БК зависит от модели блока контроллера.

Имеются две модели блока БК: 21 и 22.

Модель 21 – регулирующая модель. Эта модель в основном предназначена для решения задач автоматического регулирования, но она может выполнять также логическую обработку дискретных сигналов. Органы оперативного управления позволяют управлять контурами регулирования: изменять задание, переключать режимы, управлять исполнительными механизмами вручную и т.д.

Модель 22 – логическая модель. Эта модель предназначена для решения задач логического управления. Логическая модель применяется в тех случаях, когда необходимо последовательно в соответствии с заданной программой включать и отключать исполнительные устройства. Кроме того, эта модель может выполнять также разнообразную обработку аналоговых и дискретных сигналов. Органы оперативного управления позволяют управлять шаговой программой: пускать, останавливать и сбрасывать программу, выполнять ее с остановом после каждого шага, контролировать состояние дискретных сигналов и т.д.

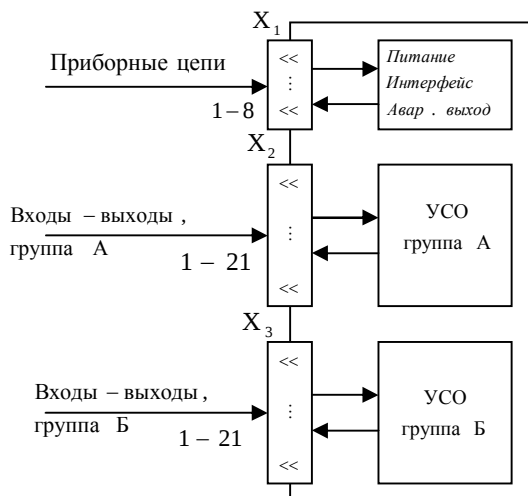
1.2 Организация ввода-вывода блока контроллера БК-21

Все модели и все модификации блока контроллера имеют единый принцип организации ввода-вывода. Все внешние цепи подключаются к блоку контроллера через 3 разъема, расположенных на задней стенке шасси (рис.2).

Через разъем «Приб» типа РП15-9 на 9 контактов подключаются приборные цепи, к которым относятся:

- питание 24 В постоянного тока;
- аварийные выходы;
- интерфейсы (внешние).

Схема включения приборных цепей не зависит ни от модели, ни от модификации контроллера.



*Рис.2. Организация внешних цепей блока контроллера БК-21:
 X_1 - гнездо разъема РП15 – 9; X_2 , X_3 - гнезда разъема РП15 – 23*

Все аналоговые и дискретные цепи (цепи УСО), подключаемые к блоку контроллера, делятся на две группы: А и Б. Цепи группы А подключаются к разъему «УСО Гр.А», цепи группы Б — к нижнему разъему «УСО Гр.Б». Оба разъема УСО — типа РП15-23 на 23 контакта.

На шасси блока контроллера устанавливаются два модуля УСО, которые взаимодействуют с цепями, подключенными к разъемам соответственно групп А и Б. Состав модулей УСО зависит от модификации блока контроллера (но не зависит от его модели), поэтому схема подключения внешних цепей к разъемам УСО также зависит от модификации контроллера (т.е. от конкретного набора модулей УСО).

Схема внешних соединений для групп А и Б однозначно определяется типом модуля УСО, связанного с разъемом соответствующей группы. Всего имеется 7 типов модулей УСО. Эти модули определяют 7 типов входов-выходов, отличающихся номенклатурой сигналов и сочетанием входов и выходов.

Двухзначный код модификации блока контроллера БК-21 образуется путем соединения двух однозначных номеров, характеризующих тип входа-выхода для групп А и Б, при этом старшая циф-

ра кода модификации равна типу входа-выхода группы А, а младшая цифра — группы Б.

Код модулей УСО, количество входов и выходов в одном модуле приведены в таблице 1.

Таблица 1

Коды модулей УСО и количество входов и выходов в одном модуле

Тип модуля	Код модуля	Количество аналоговых входов	Количество аналоговых выходов	Количество дискретных входов	Количество дискретных выходов
-	0	0	0	0	0
МАС	1	8	2	0	0
МДА	2	8	0	0	4
МСД	3	0	0	0	16
МСД	4	0	0	4	12
МСД	5	0	0	8	8
МСД	6	0	0	12	4
МСД	7	0	0	16	0

Например, модификация 15 означает, что к разъему УСО группы А должны подключаться цепи типа 1 (8 аналоговых входов и 2 аналоговых выхода), а к разъему группы Б — цепи типа 5 (8 дискретных входов и 8 дискретных выходов).

1.2.1 Внешние цепи блока питания БП-21

Внешние цепи блока питания представлены на рис. 3, где X_1 и X_4 —разъемы типа РП15-9; X_2 —клеммная колодка на две клеммы; X_3 —клеммная колодка на четыре клеммы.

Блок питания БП-21 имеет два гальванически не связанных выхода, имеющих напряжение 24 В при токе нагрузки каждого выхода до 0,3 А. Через разъем X_4 к блоку БП-21 подключаются внешние нагрузки, требующие питания 24 В, а также внешние цепи, управляемые дискретным сигналом «отказ». К выходу 1 может подключаться нагрузка с током до 0,3 А. На выходе 2 формируется то же напряжение, которое питает блок контроллера. Поэтому допустимая нагрузка на этом выходе зависит от того, подключен контроллер к блоку БП-21 или нет. Если контроллер подключен, ток нагрузки на выходе 2 не должен превышать 40mA, если контрол-

лер не подключен, к этому выходу может подключаться нагрузка с током до 0,3А.

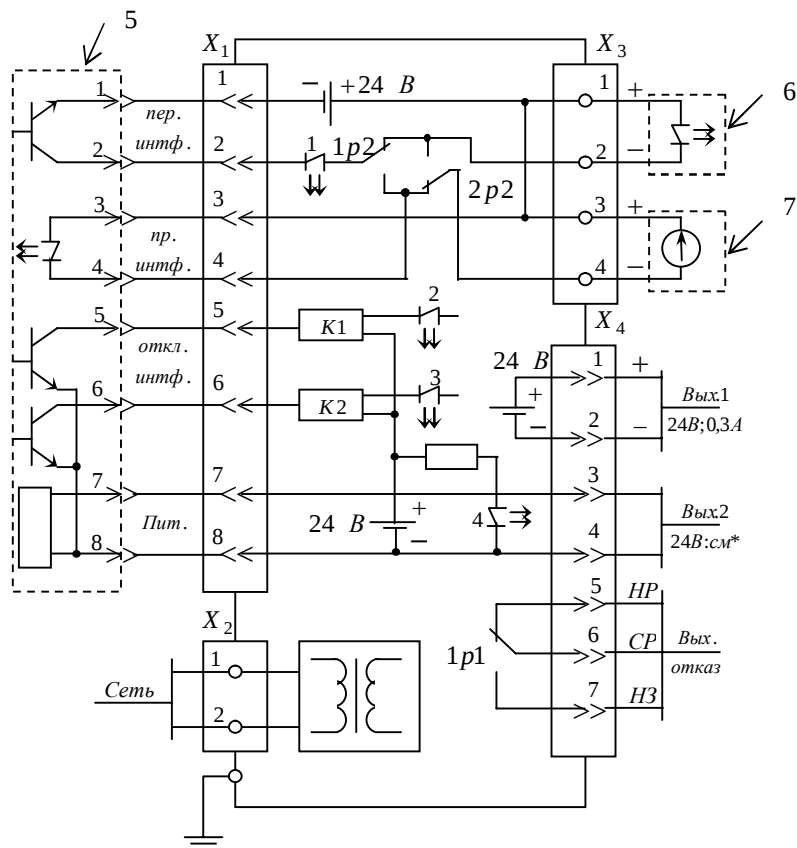


Рис. 3. Внешние цепи блока питания: 1-4 – светодиоды (1-передача; 2 – отказ контроллера; 3 – отключение интерфейса; 4 – питание 24 В) 5 – цепи контроллера БК-21; 6 – приемник абонента; 7 – передатчик абонента; * - при подключении БК-21 ток $I=40\text{mA}$, при отсутствии БК-21 ток $I=0,3\text{A}$. При отсутствии аварийных команд от БК-21 реле K1, K2 находятся под током; положение контактов показано именно для этого состояния

Обычно выход 1 блока БП-21 используется для питания усилителей БУТ-20, БУС-20, дискретных входов выходов контроллера. Если мощность одного блока БП-21 недостаточна, применяют несколько блоков питания.

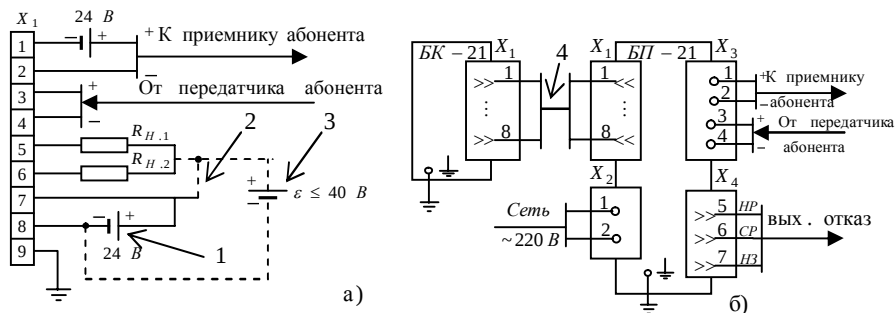


Рис. 4. Схема подключения приборных цепей контроллера БК-21: а) подключение непосредственно к контроллеру; б) подключение через блок питания БП – 21: 1 – питание контроллера; 2 – питание аварийных выходов и контроллера от общего источника; 3 – питание аварийных выходов от индивидуального источника; 4 – межблочный соединитель МБС

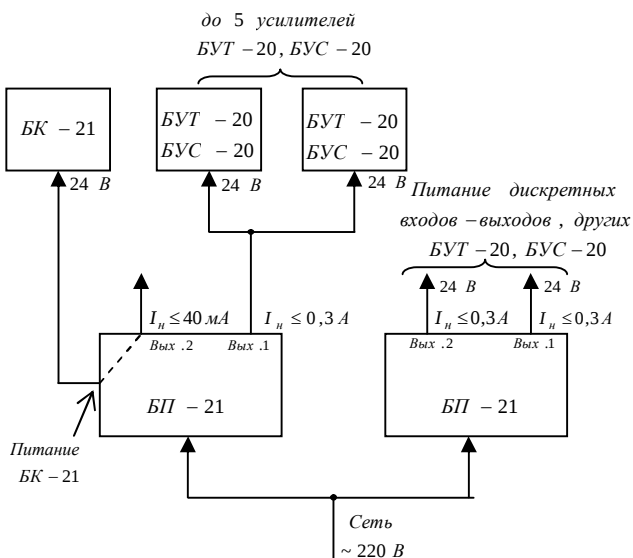


Рис.5.Пример организации питания

При организации питания следует учитывать, что нежелательно от одного выхода БП-21 питать мощные дискретные нагрузки вместе с усилителями БУТ-20 и БУС-20 и аналоговыми выходами контроллера.

Подключение приборных цепей блока БК-21 через блок БП-21 представлено на рис. 4.

Для рациональной схемы питания следует учитывать потребление по цепям питания отдельных блоков (рис.5.).

Для питания блока контроллера БК-21 напряжением 24 В постоянного используется межблочный соединитель МБС подключаемый к разъему X_1 .

1.2.1. Подключение цепей входа-выхода типа 1

Входы-выходы типа 1 — это 8 аналоговых входов и 2 аналоговых выхода. Организация цепей модуля и подключение внешних цепей к модулю типа 1 показана на рис.6.

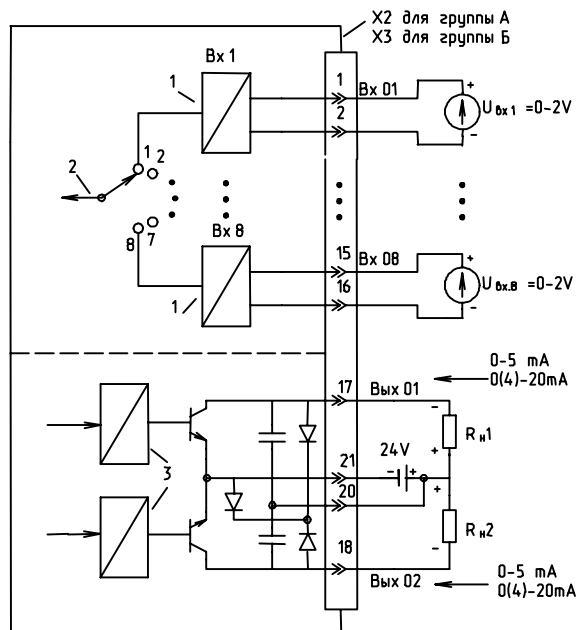


Рис.6. Подключение внешних цепей к модулю УСО типа 1
(8 ан. вх.; 2 ан. вых.): 1-АЦП с гальванической развязкой;
2-коммутатор; 3- ЦАП с гальванической развязкой

Каждый аналоговый вход подключается к «своему» аналого-цифровому преобразователю (АЦП). Аналоговые входы контрол-

лера рассчитаны на сигнал 0-2 В постоянного тока. Преобразование токовых сигналов 0-5 мА, 0 (4)-20 мА или сигнала напряжения 0-10 В в сигнал 0-2 В осуществляется с помощью нормирующих резисторов, подключаемых к промклеммнику, либо входящих в состав клеммно-блочного соединителя КБС-23. Выбор сигнала 0-20 мА или 4-20 мА осуществляется программно с помощью алгоритма аналогового ввода. Каждый аналоговый вход гальванически изолирован от других аналоговых входов и других цепей контроллера с помощью трансформатора.

Два аналоговых выхода рассчитаны на сигнал 0-5 мА или 0 (4)-20 мА. Верхнее значение диапазона (5 мА или 20 мА) определяется номиналом резистора, расположенного в модуле УСО. Выбор сигнала 0-20 мА или 4-20 мА также осуществляется программно с помощью алгоритма аналогового вывода.

Аналоговые выходы являются пассивными, поэтому для их питания требуется внешний нестабилизированный источник 24 В постоянного тока.

Оба аналоговых выхода имеют общую точку, но от остальных цепей контроллера эти выходы гальванически изолированы с помощью трансформатора.

1.2.2. Подключение цепей входа-выхода типа 2

Входы-выходы типа 2 — это 8 аналоговых входов и 4 дискретных выходы. Организация цепей модуля и подключение внешних цепей к модулю типа 2 показана на рис. 7.

Организация аналоговых входов — такая же, как для типа 1.

Дискретные выходы выполнены в виде транзисторного ключа, при этом логическому 0 соответствует разомкнутое, а логической 1 — замкнутое состояние ключа.

Транзисторные ключи пассивны, поэтому для питания нагрузок требуется внешний источник напряжения постоянного тока.

Все дискретные выходы имеют общую точку, но эти выходы гальванически изолированы от других цепей контроллера с помощью оптронов. Состояние дискретных выходов сохраняется после перерыва питания.

Каждая пара дискретных выходов может выполнять роль одного импульсного выхода, при этом, если отсчет номеров дискретных выходов ведется от младших номеров контактов разъема к старшим, то отсчет номеров импульсных выходов ведется в обратной последовательности — от старших номеров к младшим. Так, на выходе можно получить 4 дискретных выхода (контакт 17 — первый выход, контакт 18 — второй выход и т.д.), 2 дискретных и один импульсный выход (для импульсного выхода контакт 20 —

«меньше», контакт 19 — «больше»), либо два импульсных выхода (контакты 20, 19 — первый выход, контакты 18, 17 — второй выход).

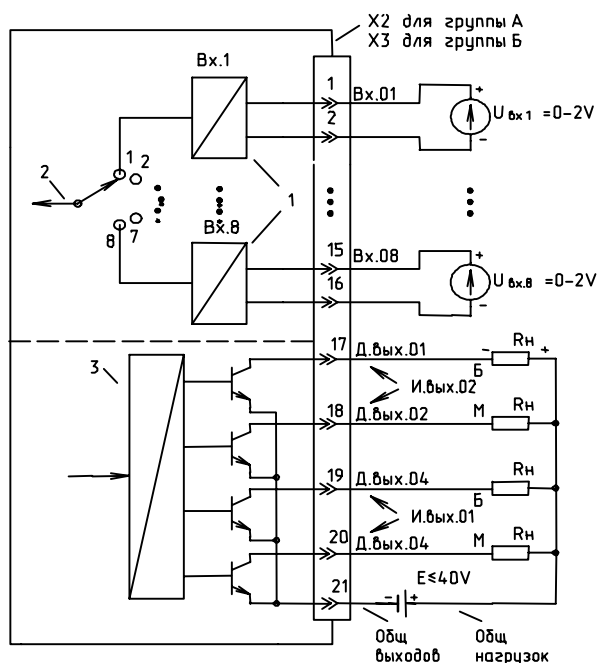
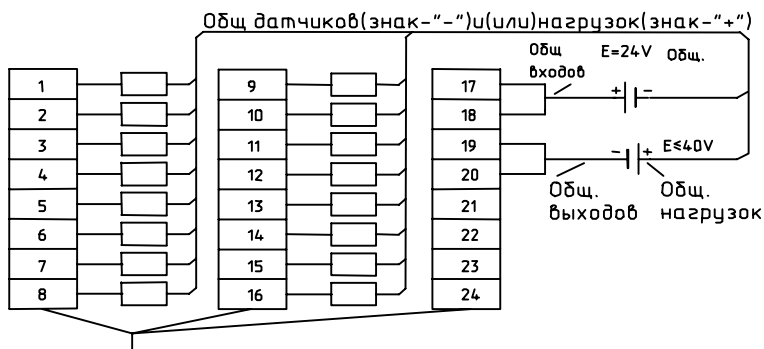


Рис.7. Подключение внешних цепей к модулю УСО типа 2 (8 ан. вх.; 4 дискр. вых.): 1-АЦП с гальванической развязкой; 2-коммутатор; 3- ЦДП с гальванической развязкой; Д- дискретные выходы; И- импульсные выходы; М-цепь «меньше»; Б- цепь «больше»

Транзисторные ключи рассчитаны на коммутацию напряжения $E \leq 40$ В и тока $I \leq 0,3$ А, однако суммарный ток всех одновременно включенных выходов (в отдельности для групп 1-4) не должен превышать 0,6 А.

1.2.3. Подключение цепей входа-выхода типов 3-7

Входы типов 3-7 — это дискретные входы-выходы с одинаковой суммой входов-выходов, равной 16, но с различным соотношением числа входов и выходов. Организация цепей модуля и подключение внешних цепей к модулю типов 3-7 показана на рис.8.



Разъем (X2, X3 для групп соответственно А, Б) или КБС-22

Рис.8. Подключение внешних цепей к модулям УСО типов 3-7

Для различных типов дискретных входов-выходов правила подключения внешних цепей являются общими и сводятся к следующему.

Все дискретные входы одной группы имеют общую точку и являются пассивными. Для питания входов требуется внешнее нестабилизированное напряжение 24 В постоянного тока. Входы гальванически изолированы от других цепей контроллера с помощью оптронов.

Все дискретные выходы одной группы имеют общую точку и выполнены в виде пассивных транзисторных ключей. Для питания дискретных нагрузок требуется внешнее нестабилизированное напряжение постоянного тока. Выходы гальванически изолированы от других цепей контроллера с помощью оптронов. Состояние дискретных выходов сохраняется после перерыва питания.

Все дискретные входы-выходы могут питаться от одного источника, однако если мощности этого источника не хватает, применяется несколько источников. В этом случае источники, питающие дискретные входы и выходы соединяются параллельно в общую цепь питания.

Каждая пара дискретных выходов может выполнять роль одного импульсного выхода. Отсчет номеров дискретных выходов идет от младших номеров контактов к старшим, а отсчет номеров импульсных выходов ведется от старших номеров к младшим, при этом старшему номеру в паре соответствует цепь «меньше», а младшему номеру — «больше».

Как дискретные, так и импульсные выходы должны следовать подряд (чередование дискретных и импульсных выходов не допустимо).

1.3. Средства связи контроллера с объектом управления и исполнительными устройствами

К средствам связи блока контроллера с объектом управления и исполнительными устройствами относятся следующие блоки, входящие в состав комплекса технических средств Ремиконт Р-130.

1. Блок усиления сигналов термопар и сигналов низкого уровня БУТ-20.
2. Блок усиления сигналов с термосопротивлений БУС-20.
3. Блок усиления мощности БУМ-20.
4. Блок переключения БПР-20

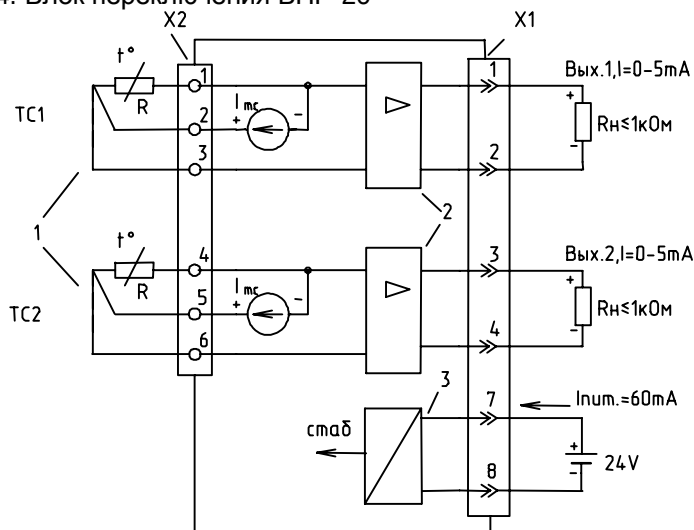


Рис.9. Внешние цепи блока БУС-20: 1-термометры сопротивления; 2-усилители; 3-стабилизатор напряжения с гальванической развязкой; ТС- термометры сопротивления; $I_{ТС}$ - ток питания ТС; R_H -нагрузка; X1-гнездо разъема РП 15-9; X2-клеммная колодка под винт М4

Для связи этих блоков с контроллером и с блоком питания используются клеммно-блочные соединители: КБС-21, КБС-22, КБС-23.

1.3.1.Внешние цепи блоков БУТ-20 и БУС-20

Блоки БУС-20 и БУТ-20 имеют два канала усиления (рис.9 и 10 соответственно).

Блок БУТ-20 (рис.10) рассчитан на усиление сигналов термопар или других источников напряжения низкого уровня, блок

БУС-20 (рис.9) усиливает сигналы, поступающие от термометров сопротивления или других резистивных датчиков.

Вход каждого канала гальванически связан с его выходом, но между собой каналы гальванически не связаны.

На лицевой панели обоих блоков расположены клеммная колодка на 6 клемм под винт М4 и разъем РП15-9 на 9 контактов. Через клеммную колодку подключаются термопары и термометры сопротивления. Через разъем подается нестабилизированное напряжение 24 В постоянного тока и подключается нагрузка.

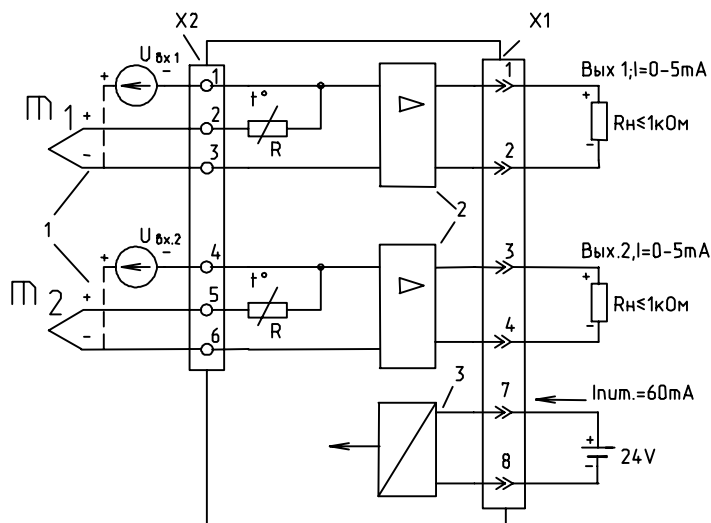


Рис.10. Внешние цепи блока БУТ-20: 1-компенсационный провод; 2-усилители; 3-стабилизатор напряжения с гальванической развязкой; T- термопары; t° - компенсационные терморезисторы; U_{BX} - источник напряжения R_H - нагрузка; X1-гнездо разъема РП 15-9; X2-клеммная колодка под винт М4

1.3.2. Внешние цепи блоков БУМ-20 и БПР-20

Усилитель БУМ-20 (рис. 11) содержит четыре сильноточных реле с двумя группами нормально замкнутых и нормально разомкнутых контактов, которые могут коммутировать постоянное или переменное напряжение. Обмотки реле подключаются к дискретным выходам блока контроллера, либо к другим цепям, при этом для питания этих обмоток необходимо внешнее напряжение 24 В (например, от блока БП-21).

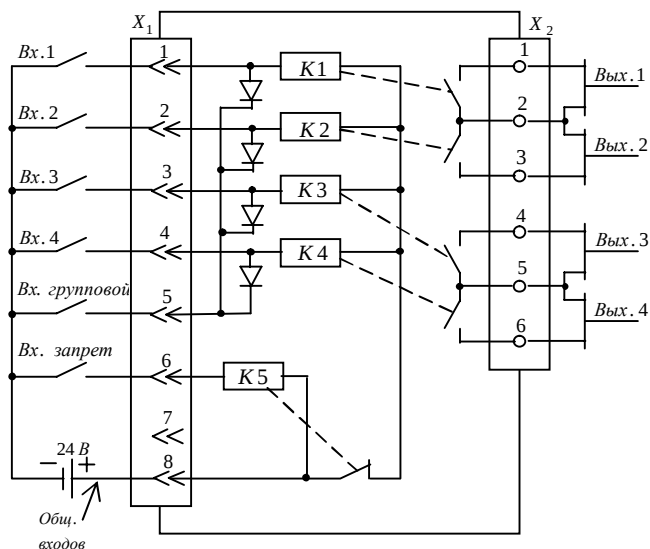


Рис. 11. Внешние цепи БУМ – 20: X_1 – гнездо разъема РП15-9;
 X_2 - клеммная колодка под винт М4; К1 – К4 – реле РПГ – 8;
 К5 - реле Р0654

Усилитель БУМ-20 рассчитан на навесной монтаж и содержит гнездо разъема РП15-9 и клеммную колодку под винт. Через разъем РП15-9 подаются входные сигналы, через клеммную колодку силовые цепи.

Блок БПР-20 (рис.12) содержит 8 переключающих реле, выходные контакты каждого реле гальванически изолированы от остальных цепей. Выходные цепи подключаются через разъем РП15-23 на 23 контакта.

Организация входов для блоков БУМ-20 и БПР-20 идентична. Входные цепи имеют общую точку, которая через источник 24 В подключается к общей точке источников сигналов. Действие входных сигналов зависит от сигнала на входе «запрет»: если этот сигнал отсутствует, реле могут срабатывать, если присутствует, срабатывание всех реле блокируется.

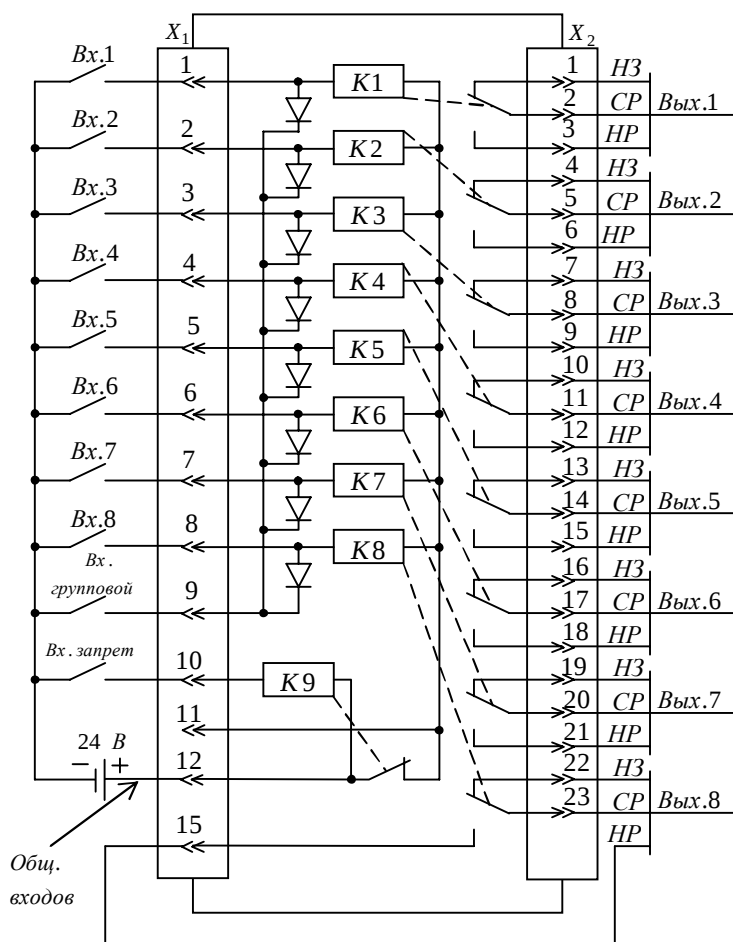


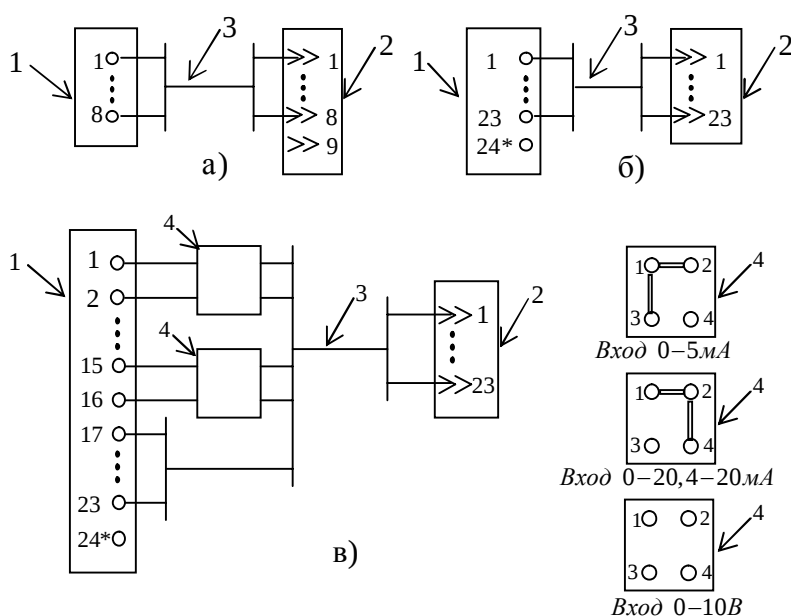
Рис.12. Внешние цепи блока БПР-20: X_1 , X_2 – гнезда разъема РП15-23; K1 – K9 – реле типа РЭС54

Помимо индивидуальных входов блоки БУМ-20 и БПР-20 имеют также групповой вход. Сигнал на этом входе приводит к одновременному срабатыванию всех реле независимо от наличия сигналов на отдельных индивидуальных входах.

Выходные цепи блока БУМ-20 попарно соединены и образуют общий парный выход. Такое соединение необходимо для подключения исполнительных механизмов постоянной скорости.

1.3.3. Клеммно-блочные соединители КБС-21, КБС-22, КБС-23. Межблочный соединитель МБС

Клеммно-блочные соединители КБС (рис.13) применяются в случае, если монтаж системы должен осуществляться без применения пайки. Эти соединители представляют собой отрезок кабеля длиной 0,75 м или 1,5 м (в соответствии с заказом), на одной стороне которого смонтирована вилка разъема РП-15, а на другой — клеммная колодка. Соединитель КБС-21 содержит клеммную колодку на 8 клемм, помещенную в кожух с крышкой, вилку разъема РП15-9 на 9 контактов (один контакт остается свободным) и соединяющий их кабель.



*Рис. 13. а) КБС-21; б) КБС-22; в) КБС - 23; 1 – клеммная колодка; 2 – вилка разъема; 3 – кабель; 4 – панель перемычек; * - цепь свободна*

Соединители КБС-22 и КБС-23 имеют 3 колодки по 8 клемм каждая с идентичной базовой конструкцией. В конструкции КБС-23 предусмотрены перемычки, которые с помощью винтов устанавливаются в положения, соответствующие входным сигналам контроллера.

Межблочный соединитель предназначен для подключения цепей питания блока контроллера. Межблочный соединитель – МБС – представляет собой отрезок кабеля, с обоих концов которого припаяна вилка разъема РП15-9. Жилы кабеля припаяны к одноименным контактам разъема.

2. Программное обеспечение контроллера Ремиконт Р-130

Программирование контроллера осуществляется на технологическом языке **Фабл** (язык **Ф**ункциональных **А**лгоритмических **Б**локов), не требующего привлечения профессиональных программистов. Процесс программирования сводится к тому, что из библиотеки, зашитой в постоянной памяти контроллера, извлекаются нужные алгоритмы, эти алгоритмы объединяются в систему заданной конфигурации и в них устанавливаются требуемые параметры настройки. Функции ввода-вывода данных в реальном времени и обработки данных программируются пользователем.

Грамматической основой языка Фабл является структура (структурная схема или схема конфигураций), состоящая из элементов, называемых алгоблоками, и связей между ними. Каждый алгоблок является формальным структурным элементом, которому при программировании присваивается функция путем размещения в алгоблоке определенного алгоритма из библиотеки алгоритмов языка. После этого алгоблок приобретает соответствующие входы и выходы, через которые алгоритм получает входные данные и выдает выходные. Программирование задач на языке функциональных блоков заключается при этом в выполнении следующей последовательности процедур:

- размещение в алгоблоках необходимых алгоритмов;
- конфигурация алгоблоков путем установки связей между входами и выходами алгоблоков, а следовательно, и алгоритмов;
- установки значений на настроечных входах алгоритмов.

Выполнение программы осуществляется путем последовательного выполнения алгоритмов, размещенных в алгоблоках, по порядку увеличения номеров алгоблоков, с первого до последнего. На этом заканчивается один цикл выполнения программы и начинается следующий и т.д.

При обработке каждого алгоблока выполняются следующие действия:

- загрузка входных значений алгоритма;
- вычисление и запоминание выходных и внутренних значений.

В процессе работы программы в контроллере предусмотрено два уровня оперативного управления параметрами технологического процесса:

- органы местного оперативного управления в виде лицевой панели контроллера регулирующего или логического типа;
- дистанционное управление с верхнего уровня, поддерживаемое совокупностью сетевых протоколов чтения и установки различных технологических параметров программы пользователя. На базе этих протоколов могут быть разработаны драйверы обмена данными для SCADA-систем различного типа.

2.1. Описание языка функциональных блоков

2.1.1. Общие свойства алгоритмов и алгоблоков

В общем случае алгоритм имеет свои входы, выходы и функциональное ядро. На рис. 14 показан алгоритм интегрирования – ИНТ с обозначением составных частей алгоритма.

Входы алгоритма делятся на две группы: сигнальные и настроечные. Сигналы, поступающие на сигнальные входы алгоритма, обрабатываются им в соответствии с назначением алгоритма, а сигналы, поступающие на настроечные входы алгоритма, управляют его параметрами настройки. Так, сигнал, поступающий на настроечный вход алгоритма интегрирования, определяет постоянную времени интегрирования.

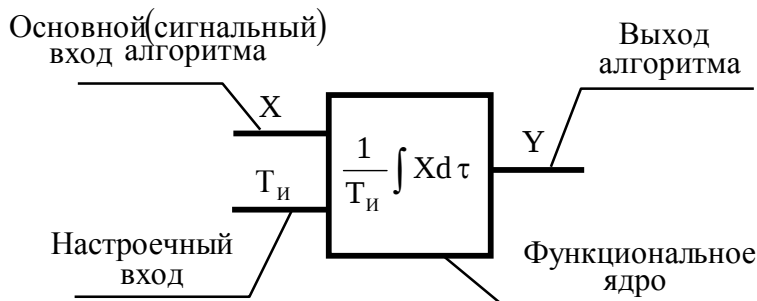


Рис.14. Составные части алгоритма

Таким образом, все параметры настройки алгоритма задаются с помощью сигналов, поступающих на настроечные входы алгоритма.

Сигнальные и настроечные входы полностью "равноправны", т.е. имеют одинаковые возможности конфигурирования.

На выходе алгоритма формируются сигналы, являющиеся результатом обработки алгоритмом входных сигналов.

Число входов и выходов алгоритма не фиксировано и определяется видом алгоритма. В частном случае алгоритм может не иметь входов или выходов.

Выше речь шла о "доступных" или явных входах и выходах алгоритма, т.е. тех входах-выходах, которые можно свободно конфигурировать.

Некоторые алгоритмы имеют неявные входы и выходы, имеющие специальное назначение и недоступные для конфигурирования. К таким алгоритмам относится вся группа связанных алгоритмов: алгоритмы ввода-вывода, приема и передачи данных по сети, оперативного управления. Как только один из таких алгоритмов помещается в какой-либо алгоблок, его неявные входы и (или) выходы автоматически соединяются с аппаратурой, обслуживать которую, призван данный алгоритм. Например, как только в какой-либо алгоблок будет помещен алгоритм аналогового ввода группы А, неявные входы этого алгоритма автоматически соединятся с АЦП, обрабатывающим сигналы группы А, а на выходах этого алгоритма будут сформированы "общедоступные" сигналы, эквивалентные сигналам, поступающим на аналоговые входы контроллера группы А. Поэтому, если на вход какого-либо функционального алгоритма нужно подать аналоговый сигнал, этот вход при программировании следует соединить с соответствующим выходом алгоритма аналогового ввода.

Все входы алгоритма, как сигнальные, так и настроечные, имеют сквозную нумерацию. Выходы алгоритма также нумеруются десятичным числом. В каждом конкретном алгоритме число входов и (или) выходов устанавливается модификатором алгоритма.

2.1.2. Реквизиты алгоритма

В общем случае библиотечный алгоритм имеет три реквизита (параметра):

1. библиотечный номер;
2. модификатор алгоритма;
3. масштаб времени.

Библиотечный номер представляет собой двухзначное десятичное число и является основным параметром, характеризующим свойства алгоритма или группы алгоритмов.

В библиотеке контроллера нет ни одного алгоритма, который не имел бы номера, но в диапазоне чисел от 00 до 99 есть номера, которым не соответствует ни один из имеющихся алгоритмов.

Алгоритм с номером 00 называется "пустым" и ему условно можно поставить в соответствие понятие "пустой" функции. Алгоблок с "пустым" алгоритмом не имеет входов-выходов, не выпол-

няет никаких функций, занимает в программе небольшой объем памяти и требует некоторого (небольшого) времени на обслуживание.

Модификатор алгоритма указывает число однотипных операций выполняемых алгоритмом. Например, модификатор алгоритма ввода аналоговых сигналов ВАА с номером 07 указывает число аналоговых сигналов вводимых алгоритмом. В алгоритме оперативного контроля контуром регулирования модификатор задает параметры контура: локальный контур или каскадный, с аналоговым или импульсным регулятором и т.д. Многие алгоритмы (интегрирования, умножения и т.д.) модификатора не имеют.

Масштаб времени имеется только в алгоритмах, чья работа связана с отсчетом реального времени, например, таких, как регулирование, программный задатчик, таймер и т.д. Масштаб времени задает одну из двух размерностей для временных сигналов или параметров. Если контроллер в целом настроен на младший диапазон времени, то масштаб времени индивидуально в каждом алгоблоке задает масштаб "секунды" или "минуты". Для старшего диапазона времени масштаб времени задает "минуты" или "часы".

Алгоритмы с одним и тем же номером, помещенные в разные алгоблоки, могут иметь индивидуальные в каждом алгоблоке модификаторы и масштаб времени.

Наличие модификаторов и масштаба времени существенно расширяет возможности алгоритмов. Например, в одном алгоблоке может размещаться программный задатчик, имеющий несколько участков программы протяженностью несколько секунд, в то время как в другом алгоблоке может работать программный задатчик с несколькими десятками участков и с протяженностью каждого участка в несколько сотен минут.

2.1.3.Размещение алгоритмов по алгоблокам

При размещении алгоритмов в алгоблоках в большинстве случаев действуют два правила:

- любой алгоритм можно помещать в любой (по номеру) алгоблок;
- один и тот же алгоритм можно помещать в разные алгоблоки, т.е. использовать многократно.

Исключением из этих правил является ограничение для некоторых алгоритмов на кратность их использования в пределах одного контроллера. Так, алгоритм аналогового ввода с каждой группы можно использовать лишь один раз - этот алгоритм охватывает все аналоговые входы этой группы и его повторное использование лишено смысла. Аналогичные ограничения (и по анало-

гичным причинам) имеют другие алгоритмы ввода-вывода информации.

Алгоритмы обслуживания лицевой панели контроллера (алгоритмы ОКО и ОКЛ) можно поместить только в первые четыре алгоблока и при этом номер алгоблока в который помещен алгоритм совпадает с номером контура, который он обслуживает.

На схеме конфигураций для алгоритма помещенного в алгоблок указывается номер алгоблока, в который помещен алгоритм, сокращенное наименование алгоритма и библиотечный номер алгоритма, модификатор алгоритма и масштаб времени. Для упрощения схемы конфигураций на ней показываются только сигнальные входы алгоритмов, а все настроечные входы, параметры настройки которых устанавливаются, приводятся в таблице настроек.

Размещение алгоритмов по алгоблокам производится в режиме программирования в процедуре «алг». Формат индикации для цифровых индикаторов пульта настройки имеет вид.

N_1	N_2
-------	-------

N_1 – номер алгоблока в который помещается алгоритм;

N_2 – библиотечный номер алгоритма;

N_3	N_4
-------	-------

N_3 – модификатор алгоритма;

N_4 – масштаб времени алгоритма.

Если алгоритм не имеет масштаба времени или модификатора, то соответствующее поле остается незаполненным.

2.2. Конфигурирование алгоблоков

2.2.1. Возможности конфигурирования

В процессе конфигурирования для каждого входа каждого алгоблока задается источник сигнала (здесь и далее имеются в виду только явные входы и выходы алгоритмов, неявные входы и выходы имеют фиксированную "приписку" и конфигурированию не подлежат). Все возможности конфигурирования одинаковы как для сигнальных, так и для настроечных входов, поэтому в дальнейшем между ними не делается различия.

Каждый вход алгоблока, независимо от того, какой алгоритм в него помещен, может находиться в одном из двух состояний:

- связном;
- свободном.

Вход считается связанным, если он соединен с выходом какого-либо алгоблока, в противном случае вход считается свободным.

Сигналы на связанные входы поступают с выходов тех алгоблоков, с которыми данные входы связаны. На свободных входах сигналы могут устанавливаться оператором вручную в процессе настройки.

Сигналы на свободных входах могут быть представлены в двух вариантах:

- в виде констант;
- в виде коэффициентов.

Различие между константами и коэффициентами заключается в возможности их изменения: константы можно устанавливать и изменять только в режиме программирования, коэффициенты можно устанавливать и изменять как в режиме программирования, так и в режиме работы, т.е. не выключая контроллер из контура управления.

Таким образом, в процессе конфигурирования для каждого входа алгоблока определяется, должен ли он быть связанным или свободным. Для связанных входов, кроме того, задается номер алгоблока и номер выхода, с которым данный вход связан, а для свободных входов задается, является ли сигнал константой или коэффициентом, а также значение константы, коэффициента.

Указанные конфигурационные возможности позволяют строить управляющие структуры самых различных конфигураций. Так, связи сигнальных входов с выходами алгоблоков позволяют выполнять сложную алгоритмическую обработку сигналов. Если сигнальный вход остается свободным, на нем можно вручную задавать фиксированный сигнал (например, сигнал смещения в сумматоре). Если свободен настроенный вход, можно вручную устанавливать параметры настройки.

Расширению функциональных возможностей служит еще одна возможность - сигнал на любом входе при необходимости можно инвертировать. Для непрерывных сигналов инверсия означает смену знака, а для дискретных - изменение состояния (замену 1 на 0 и 0 на 1). Возможность инвертирования позволяет, например, вычитать сигналы с помощью сумматора, запускать или сбрасывать таймер не передним, а задним фронтом сигнала и т.д.

2.2.2. Правила конфигурирования

Возможность конфигурирования не зависит от алгоритма, помещенного в алгоблок, и определяются следующими тремя правилами:

- любой вход любого алгоблока можно связать с любым выходом алгоблока или оставить свободными;

- на любом свободном входе любого алгоблока можно вручную задавать тип сигнала в виде константы или коэффициента;
- на любом входе любого алгоблока сигнал можно инвертировать.

В исходном состоянии все входы алгоблоков являются свободными; на них заданы константы, значения которых зависят от алгоритма; инверсия отсутствует.

Конфигурация алгоблоков производится в режиме программирования в процедуре “конф”. Формат индикации при конфигурировании алгоблоков имеет следующий вид.

<table><tr><td>N₁</td><td>N₂</td></tr></table>		N ₁	N ₂	N ₁ – номер алгоблока приемника сигнала; N ₂ – номер конфигурируемого входа алгоблока;	
N ₁	N ₂				
<table><tr><td>C</td><td>N₃</td><td>N₄</td></tr></table>	C	N ₃	N ₄	C – признак инверсии; N ₃ – номер алгоблока источника сигнала; N ₄ – номер конфигурируемого выхода алгоблока.	
C	N ₃	N ₄			

Также в процедуре конфигурирования устанавливается вид настроечного входа – константа или коэффициент. По умолчанию все свободные входы устанавливаются как константы. Для установки свободного входа как коэффициента необходимо установить $N_1=N_2=N_3=00$, $N_4=01$.

2.3. Настройка алгоритмов

2.3.1. Виды сигналов и параметров настройки алгоритмов

Несмотря на то, что входные и выходные сигналы контроллера могут быть лишь двух видов - аналоговые и дискретные, алгоблоки рассчитаны на обработку сигналов, имеющих большее разнообразие. Это связано с двумя обстоятельствами. Во-первых, в составе библиотеки есть алгоритмы, связанные с отсчетом реального времени (таймеры, программные задатчики и т.п.) и со счетом числа событий (счетчики). Во-вторых, параметры настройки алгоритмов задаются с помощью сигналов на его настроечных входах, а параметры с точки зрения их формата имеют большое разнообразие.

Полный перечень сигналов, обрабатываемых алгоблоками, включает следующие типы:

1. аналоговый;
2. временной;
3. числовой;

4. дискретный;
5. масштабный коэффициент;
6. коэффициент пропорциональности;
7. скорость изменения;
8. длительность импульса;
9. технические единицы.

Аналоговые сигналы формируются на выходе таких алгоритмов, как регуляторы, сумматоры, задатчики, интеграторы и т.д. К аналоговым сигналам относятся также такие параметры настройки, как порог срабатывания нуля-органа, уровень ограничения и т.п.

Временные сигналы формируются на выходе таймеров, программных задатчиков, одновибраторов и т.п. алгоритмов. К временным сигналам относятся такие параметры настройки, как постоянные времени, протяженность участка, время выдержки и т.п. В контроллере предусмотрены три размерности для временных сигналов: секунды, минуты и часы. Конкретная размерность задается двумя параметрами: диапазоном и масштабом. Диапазон (младший или старший) задается для всего контроллера в целом, т.е. одновременно для всех его алгоблоков. В пределах одного диапазона индивидуально в каждом блоке задается один из двух масштабов времен - младший или старший. Если в контроллере задан младший диапазон, то в каждом алгоблоке можно задать масштаб секунды или минуты, для старшего диапазона можно задать минуты или часы.

Указанный для временных сигналов минимальный шаг измерения и установки в действительности реализуется, только если этот шаг больше времени цикла, с которым работает контроллер.

Числовые сигналы - это сигналы на выходе счетчика или других алгоритмов, работа которых связана с отчетом событий. Числовыми могут быть и параметры настройки, например, число может задать граничное значение сигнала на выходе счетчика, номер этапа, к которому должна перейти логическая программа и т.п.

Дискретные сигналы обычно обрабатываются логическими алгоритмами, связанными с переключением сигналов. Однако дискретными могут быть и параметры настройки. Например, дискретные сигналы в алгоритме задания определяют, должна ли выполняться статическая или динамическая балансировка.

Масштабный коэффициент - это параметр настройки ряда алгоритмов, где требуется масштабирование сигналов. Так, этот

коэффициент используется в алгоритмах аналогового ввода и вывода, алгоритме суммирования с масштабированием и т.п.

Коэффициент пропорциональности используется в основном в алгоритмах регулирования.

Скорость изменения аналоговых сигналов - это параметр настройки, задающий, например, скорость изменения при динамической балансировке или задающий ограничение скорости в алгоритме ограничения скорости. Размерность для этого параметра определяется так же, как и для временных сигналов.

Длительность импульса - это параметр настройки алгоритма импульсного вывода. Этот параметр задает минимальную длительность импульса, формируемого импульсным регулятором. Длительность импульса всегда отсчитывается в секундах и не зависит от временного диапазона, на который настроен контроллер.

Технические единицы - это параметры настройки алгоритма оперативного контроля. С помощью этих параметров задается формат числа в котором контролируемые параметры (задание, рассогласование и т.д.) выводится на индикаторы лицевой панели.

2.3.2. Диапазон изменения параметров настройки

Диапазон изменения параметров настройки для большинства алгоритмов одинаков и определяется таблицей 2. Ограничение диапазона изменения параметров настройки по сравнению с диапазоном изменения соответствующих типов данных осуществляется при вводе параметров по практическим соображениям.

Если диапазон изменения параметров является нестандартным, он оговаривается при описании алгоритма.

Диапазон изменения аналоговых, временных и числовых сигналов совпадает с диапазоном изменения соответствующих параметров. Дискретные (логические) сигналы принимают значения 0 или 1.

Если в процессе изменения временных параметров (коэффициентов) устанавливается $T < 0$, это воспринимается алгоритмом как $T = 0$.

Таблица 2.

Диапазон изменения параметров настройки

Параметры настройки	Обозначение	Размерность	Диапазон изменения
Уровень аналоговых сигналов	X	-	-199,9...+199,9
Постоянные времени	T*	сек, мин, час	0-819.0 и ∞
Число	N	-	-8191...+8191
Масштабный коэффициент	Km	-	-15.99...+15.99

ент			
Коэффициент пропорциональности	Kп	-	-127.9..+127.9
Скорость изменения	V*	%/сек, %/мин, %/час	0..199,9 и ∞
Минимальная длительность импульса	ti	сек	0,12..3,84
Технические единицы	W	-	-1999-9999

* для всего контроллера задается 1-й (младший) или 2-й (старший) диапазон изменения параметров; для младшего диапазона индивидуально в каждом алгоритме задается масштаб (поддиапазон) "секунды" или "минуты", для старшего диапазона - "минуты" или "часы".

Настройка алгоритмов производится в процедуре «настр», причем если настроечный вход установлен как константа, то изменение параметра настройки может производиться только в режиме программирования. Если настроечный вход установлен как коэффициент, то изменение настроечного значения может производиться как в режиме работа, так и в режиме программирования. Формат индикации на пульте настройки при установки настроечного значения имеет следующий вид.

N ₁	N ₂	N ₁ – номер алгоблока, для которого производится настройка;
X		N ₂ – номер настроечного входа;
		X – настроечное значение.

2.4. Порядок обслуживания алгоблоков. Цикличность работы контроллера

Обслуживание алгоблоков ведется циклически с постоянным временем цикла. Вначале обслуживается первый алгоблок, затем второй и т.д. пока не будет обслужен последний алгоблок. Когда время в пределах установленного времени цикла истечет, программа вновь перейдет к обслуживанию первого алгоблока.

Время одного цикла является параметром, который выбирается при программировании контроллера. Это время изменяется в диапазоне 0,2-2,0 сек. и устанавливается с шагом 0,2 сек. Время обслуживания всех запрограммированных алгоблоков должно быть не больше установленного времени цикла.

В оставшуюся от обслуживания алгоблоков часть времени выполняется самодиагностика контроллера. Если в течение одного цикла эта процедура не успевает закончиться, она "растягивается"

на несколько циклов, после чего начинается вновь. Таким образом, при увеличении резерва времени задержка обнаружения неисправности уменьшается.

Помимо времени, которое требуется на обслуживание алгоблоков и на самодиагностику, требуется также определенное время на прием, передачу и обработку сообщений через интерфейсный канал.

Это время зависит от объема передаваемой и принимаемой информации. Общее время, затрачиваемое на обслуживание алгоблоков T и интерфейсного канала $T_{ин}$, должно быть меньше времени цикла T_0 : $T + T_{ин} < T_0$.

При выборе времени цикла T_0 желательно оставлять резерв, не меньший 0,01-0,02 сек. Если это соотношение не выполняется, необходимо увеличить время цикла T_0 либо уменьшить объем решаемой задачи.

При работе интерфейсного канала поток сообщений может быть неравномерным и при отдельных "пиковых" нагрузках на интерфейс время $T_{ин}$ может возрасти. Когда это происходит, контроллер автоматически "растягивает" время цикла, с тем чтобы обязательно были обслужены все алгоблоки. Однако при этом нарушается правильный отсчет реального времени (т.е. возникает временная погрешность), поэтому средства самодиагностики сигнализируют о возникновении неисправностей типа "ошибка". Если по происшествии времени соотношение вновь начнет выполняться, ошибки пропадают.

3. Порядок выполнения курсовой работы (с примером выполнения)

Выполнение курсовой работы включает в себя следующие этапы.

1.Описание технологического процесса

В этом разделе описать технологию производства или работы данного агрегата. Определить место контура управления в технологическом процессе и параметры которые необходимо контролировать и регулировать.

2. Составление структурной схемы контура системы регулирования или управления

В этом разделе остановиться подробно на выбранном контуре, определить состав используемых технических средств и обосновать их выбор.

3. Разработка функциональной схемы автоматизации контура регулирования или управления и спецификацию применяемого оборудования

В этом разделе по структурной схеме составляется функциональная схема автоматизации и спецификация на применяемое оборудование.

4. Разработка принципиальной электрической схемы контура регулирования или управления.

В этом разделе, руководствуясь функциональной схемой автоматизации и спецификацией применяемого оборудования, разработать электрическую схему контура управления. В электрической схеме должны быть показаны все электрические цепи которые необходимы для функционирования контура. Сюда входят: цепи питания от блоков питания, цепи сигналов датчиков и нормирующих преобразователей, цепи сигналов управления от регулятора, силовые цепи исполнительных устройств.

Кроме этого указать наименование сигнала, его тип и диапазон изменения.

5. Составление управляющей программы для микропроцессорного контроллера с описанием применяемого математического обеспечения и алгоритма управления.

В этом разделе описать общий принцип работы программы, реализуемые в программе функции и математические формулы, описание применяемых алгоритмов и место каждого алгоритма в общей структуре программы.

6. Описание порядка программирования и настройки алгоритмов микропроцессорного контроллера.

В этом разделе описывается последовательность программирования контроллера, заданные системные номера и комплектность контроллера, а также таблицы состава конфигураций, конфигурирования и настройки.

Рассмотрим порядок выполнения курсовой работы на примере разработки контура системы автоматического управления подачей воздуха для сжигания топлива в методической печи по схеме объёмного пропорционирования расходов для методической нагревательной печи №3 стана 300.

Описание технологического процесса нагрева заготовок

Методические печи предназначены для нагрева металла перед прокаткой и относятся к печам непрерывного действия.

За время нагрева заготовки постепенно перемещаются через всю печь от входа к выходу. Методическая нагревательная печь стана 300 предназначена для нагрева заготовок квадратного сечения 120x120 мм и длиной 9,3 м. Площадь пода 150 м². Печь по длине вмещает сто двадцать заготовок.

Подготовленные для прокатки заготовки принимают от обжимного цеха и укладывают на механизированные загрузочные решетки. На загрузочных решетках находятся заготовки только одной плавки. При помощи реечного механизма решеток заготовки поштучно сбрасываются на посадочный рольганг, по которому они транспортируются к загрузочному окну печи. Далее загрузочной тележкой заготовки посылаются в рабочее пространство печи. Продвижение металла по поду печи производится рычажным толкателем. При выдаче заготовки кантуются на ребро и передаются на печной рольганг, имеющий калиброванные ролики. По печному рольгангу при помощи тянущих роликов заготовки подаются непосредственно к прокатному стану.

В торцевой стене перед рольгангом выдачи заготовок устанавливаются двенадцать горелок ДАБ-250/70. Общий расход коксового газа до 10000 м³/ч.

Вентиляторный воздух на горение, подогретый в рекуператоре до температуры 300...400 °С, подается к горелкам вентилятором ВГДН-19М. Расход воздуха до 50000 м³/ч.

Отвод дымовых газов осуществляется через рекуператор, два дымовых борова с поворотными шиберами и две дымовых трубы.

Для регулирования количества подаваемого в горелки коксового газа устанавливается дроссельная заслонка с исполнительным механизмом.

Количество вентиляторного воздуха регулируется направляющим аппаратом на вентиляторе с исполнительным механизмом.

Давление в печи регулируется двумя поворотными шиберами с исполнительными механизмами, установленными в боровах перед дымовыми трубами.

Регулирование температуры воздуха, подаваемого к горелкам, осуществляется подсосом холодного воздуха через патрубок перед вентилятором с установленным на нем поворотным дросселем, сочлененным с исполнительным механизмом.

Особенностью нагревательной печи стана 300 №3 является то, что в данной печи присутствует всего одна зона, что

существенно ограничивает возможности оптимизации нагрева заготовок с одновременным снижением расхода топлива. Однако последняя особенность значительно упрощает схемы автоматизации, применяемые для регулирования и контроля важнейших параметров печи.

Одним из параметров является коэффициент избытка воздуха. Регулирование соотношения газ-воздух является одной из важнейших целей автоматизированного управления (с экономической точки зрения). Правильная настройка контура позволяет сократить расход топлива. Входными параметрами являются расходы газа и воздуха.

В настоящее время в промышленности используются различные способы автоматического управления процессом сжигания топлива, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки, но все они основаны на качестве сжигания топлива.

Количество сжигаемого топлива определяется не только производительностью стана (нагрузкой печей), но и в значительной степени способами его сжигания. Сюда относятся, в частности, перераспределение нагрузки между зонами печи, изменение теплоты сгорания топлива в зависимости от его состава, импульсное сжигание.

При любом из применяемых способов исключительно важное значение имеет контроль правильности выбора соотношения топливо-воздух, от которого зависят экономичность сжигания топлива и количество вредных выбросов в атмосферу с продуктами сгорания.

Наиболее экономично сжигается топливо при коэффициенте расхода воздуха, близком к 1, но в этой же области отмечается максимум образования окислов азота, особенно неблагоприятно воздействующих на окружающую среду. Таким образом, традиционный способ управления сжиганием топлива – дозирование расхода воздуха с целью получения максимальной температуры факела – не обеспечивает возросшие требования к эффективности и экологической чистоте процесса. Компромиссный подход к решению задачи заключается в преднамеренном отклонении от значения коэффициента расхода воздуха, равного 1, в одну или попеременно в одну или в другую стороны и в минимизации суммарных потерь от снижения эффективности использования топлива и загрязнения окружающей среды.

В настоящее время, подавляющее большинство систем управления процессом сжигания топлива в рабочем пространстве печей построены по схеме объемного пропорционирования

расходов газа и воздуха и осуществляются путем целенаправленного изменения расхода воздуха при изменении расхода топлива. В основу работы такой системы положено определение и поддержание заданного значения коэффициента расхода воздуха:

$$\alpha_B = \frac{V_B^D}{V_B^T},$$

где V_B^D – действительное значение расхода воздуха, м³/ч; $V_B^T = L_O * V_T$ – теоретическое значение расхода воздуха, требуемое для полного сжигания топлива, м³/ч; V_T – расход топлива, м³/ч; L_O – коэффициент, численно равный количеству воздуха, которое необходимо для полного сжигания единицы топлива, м³/м³;

Система управления сжиганием топлива обеспечивает выполнение следующего условия:

$$V_B^D = \alpha_B * L_O * V_T;$$

Коэффициент расхода воздуха в данной системе является параметром коррекции значения V_B^D . Введение корректирующего коэффициента вызвано необходимостью устранения недожога топлива или избытка воздуха, что позволяет минимизировать затраты энергоресурсов. Обычно с учетом типа горелки значение коэффициента расхода воздуха для каждой зоны печи определяется в зависимости от величины расхода газа. Для каждой зоны существует своя зависимость коэффициента расхода воздуха от расхода газа.

Увеличенный расход воздуха при малом расходе газа обеспечивает поддержание необходимой кинетической энергии струи смеси, что способствует созданию турбулентности в потоке и прилипанию его к поверхности свода. При недостаточной турбулентности струи основное горение будет происходить внутри конуса горелки, что приводит к преждевременному выходу ее из строя. При больших расходах газа поддерживается меньший расход воздуха по сравнению с теоретически рассчитанным. Недостаток воздуха при интенсивном перемешивании компенсируется подсосами в струю газов из рабочего пространства печи, где содержание кислорода составляет 3-8%.

Структурная схема контура системы регулирования

Структурная схема системы управления подачей воздуха для сжигания топлива в рабочем пространстве печи представлена на рис.15.

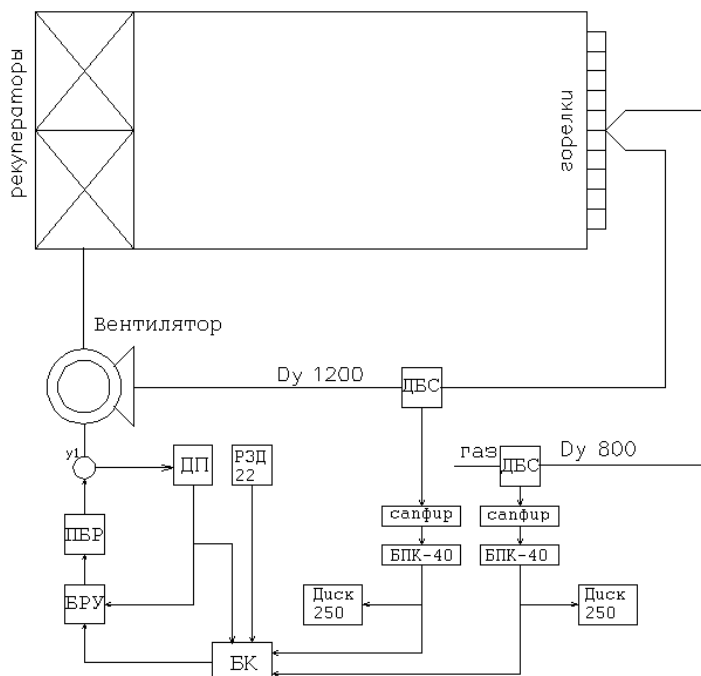


Рис.15 Структурная схема контура регулирования

Измерение расходов газа и воздуха производится преобразователями разности давлений САПФИР, которые преобразуют пневматические сигналы пропорциональные разности давлений газа и воздуха в электрические сигналы. После извлечения корня сигналы пропорциональные текущим расходам газа и воздуха подаются одновременно на вторичные приборы (для визуального контроля и регистрации) и в контроллер, который осуществляет расчёт текущего коэффициента расхода воздуха –

$$\alpha_B = \frac{V_B^D}{V_B^T} \text{ и сравнивает его с заданным. На основании}$$

этого сравнения формируется управляющее воздействие для исполнительного механизма управляющего жалюзи вентилятора, установленного на воздухопроводе. Управляющий сигнал с контроллера усиливается реверсивным бесконтактным пускателем.

Предусмотрено ручное управление расходом воздуха через блок ручного управления.

Функциональная схема автоматизации контура управления

Схема автоматизации контура управления сжиганием топлива приведена на рис. 16. Спецификация технических средств представлена в таблице.3.

Электрическая схема контура управления сжиганием топлива

На рис.17 изображена электрическая схема контура управления сжиганием топлива в методической печи для нагрева заготовок стана 300.

Измерение перепадов давления на газо- и воздухопроводах осуществляется измерительными преобразователями типа САПФИР 22 ДД, которые конвертируют пневматические сигналы перепада давления в электрические сигналы 0..5 мА. Питанию преобразователей САПФИР (напряжением 36 В.) осуществляют блоки ЭП2715, которые также производят извлечение корня из выходных сигналов этих преобразователей. С выходов блоков ЭП2715 электрические сигналы 0..5 мА, пропорциональные текущим расходам газа и воздуха поступают на вторичные приборы ДИСК 250-2121 и клеммно-блочный соединитель КБС-23.

На клеммно-блочный соединитель также приходит сигнал 0..5 мА от ручного задатчика РЗД-22, служащего для задания требуемого коэффициента расхода воздуха. В КБС-23 на входные каналы установлены нормирующие резисторы для преобразования стандартных сигналов в сигналы 0..2 В, которые поступают на вход УСО группы А блока контроллера.

Питание блоков БПК, показывающих приборов ДИСК 250 и ручного задатчика РЗД осуществляется от сети переменного тока (220 в. 50 Гц.).

Блок контроллера БК-21 запитывается по межблочному соединителю от блока питания БП-21.

Управляющий сигнал с контроллера поступает на блок ручного управления БРУ-32, который осуществляет индикацию положения выходного вала исполнительного механизма и позволяет выбирать автоматический или ручной режимы управления.

Далее управляющий сигнал поступает на входы реверсивного бесконтактного пускателя ПБР-2М-3 для усиления сигнала управляющего исполнительным механизмом. Питание ПБР-2М-3 осуществляется от сети переменного тока (220 в. 50 Гц.).

Таблица 3

Спецификация применяемого оборудования

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1	2	3	4
1а	Диафрагма бескамерная, ДБС 0,6-1200	1	
2а	Диафрагма бескамерная, ДБС 0,6-800	1	
1б,2б	Преобразователь измерительный разности давлений, Сапфир 22М-ДД-2420	2	
1в,2в	Блок питания и корнеизвлечения, ЭП2715	2	
1г,2г	Прибор показывающий регистрирующий, ДИСК-250-2121	2	
2д	Задатчик ручной, РЗД-22	1	
1д	Пускатель бесконтактный реверсивный, ПБР-2М-3		
1е	Датчик сигнализации положения токовый БСПТ-10	1	
к	Блок ручного управления, БРУ-32	1	
у1	Механизм исполнительный, МЭО-250/63-0,25	1	

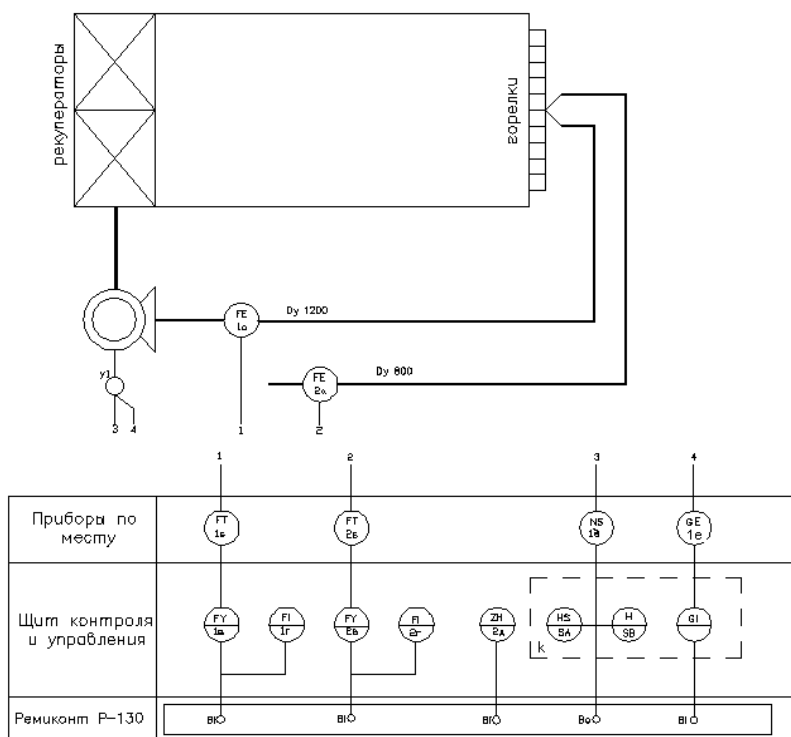


Рис.16 Функциональная схема автоматизации контура управления сжиганием топлива по схеме объемного пропорционирования

Регулирование расхода воздуха производится исполнительным механизмом МЭО 250/63-0,25. В состав исполнительного механизма входит блок сигнализации положения БСПТ-10, который питается напряжением +10В от блока питания БП-10. Питание пускателя ПБР и блока БП-10 осуществляется от сети переменного тока (220 в. 50 Гц.).

Управляющая программа микропроцессорного контроллера Р-130 для реализации алгоритма управления процессом сжигания топлива

Регулирование расхода воздуха по принципу объёмного пропорционирования производится с применением следующих

алгоритмов:

- ВАА(07) (ввод аналоговый гр. А);
- ИВБ(16) (импульсный вывод гр. Б);
- УМД(44) (умножение-деление);
- РИМ(21) (Регулирование импульсное);
- ЗДН(24) (Задание);
- РУЧ(26) (Ручное управление);
- ОКО(01) (Оперативный контроль регулирования)

Схема конфигурации алгоблоков приведена на рис.18. Сигналы с объекта управления поступают в схему алгоритмов через ВАА(07). Текущие значения расходов воздуха и топлива подаются, соответственно, на входы 01 и 03 алгоритма УМД(44), который осуществляет вычисление текущего коэффициента расхода воздуха. На входе 02 выставляется величина $1/L_0$, где L_0 – коэффициент, численно равный количеству воздуха, которое необходимо для полного сжигания единицы топлива, $м^3/м^3$.

Сигнал с выхода 01 алгоритма УМД поступает, одновременно, на вход 02 алгоритма РИМ(21) и вход 02 алгоритма ОКО(01). Алгоритм РИМ(21) формирует сигнал рассогласования между текущим коэффициентом расхода воздуха, рассчитанным в алгоритме УМД, и заданным коэффициентом, который подаётся на вход 01 алгоритма РИМ с выхода алгоритма ЗДН(24). По величине и знаку этого рассогласования РИМ формирует управляющий сигнал на выходе 01. С выхода 02 сигнал рассогласования поступает на вход 05 алгоритма ОКО.

Выходной сигнал регулятора поступает на вход 02 алгоритма РУЧ(26). Алгоритм предназначен для изменения режима управления регулятора. С его помощью регулятор переводится в дистанционный или ручной режим работы. Далее управляющий сигнал подаётся на вход 01 алгоритма ИВБ(16) который преобразует выходной сигнал алгоритма РИМ в последовательность импульсов, управляющих исполнительным механизмом.

Для оперативного управления контуром регулирования с помощью лицевой панели контроллера использован алгоритм ОКО(01). Алгоритм позволяет с помощью клавиш лицевой панели изменять режим управления, режим задания, выходной сигнал регулятора (в режиме ручного управления), изменять сигнал задания (в режиме ручного задатчика), а также контролировать сигналы задания и рассогласования, входной и выходной сигналы, параметры программы (при программном регулировании) и т.д.

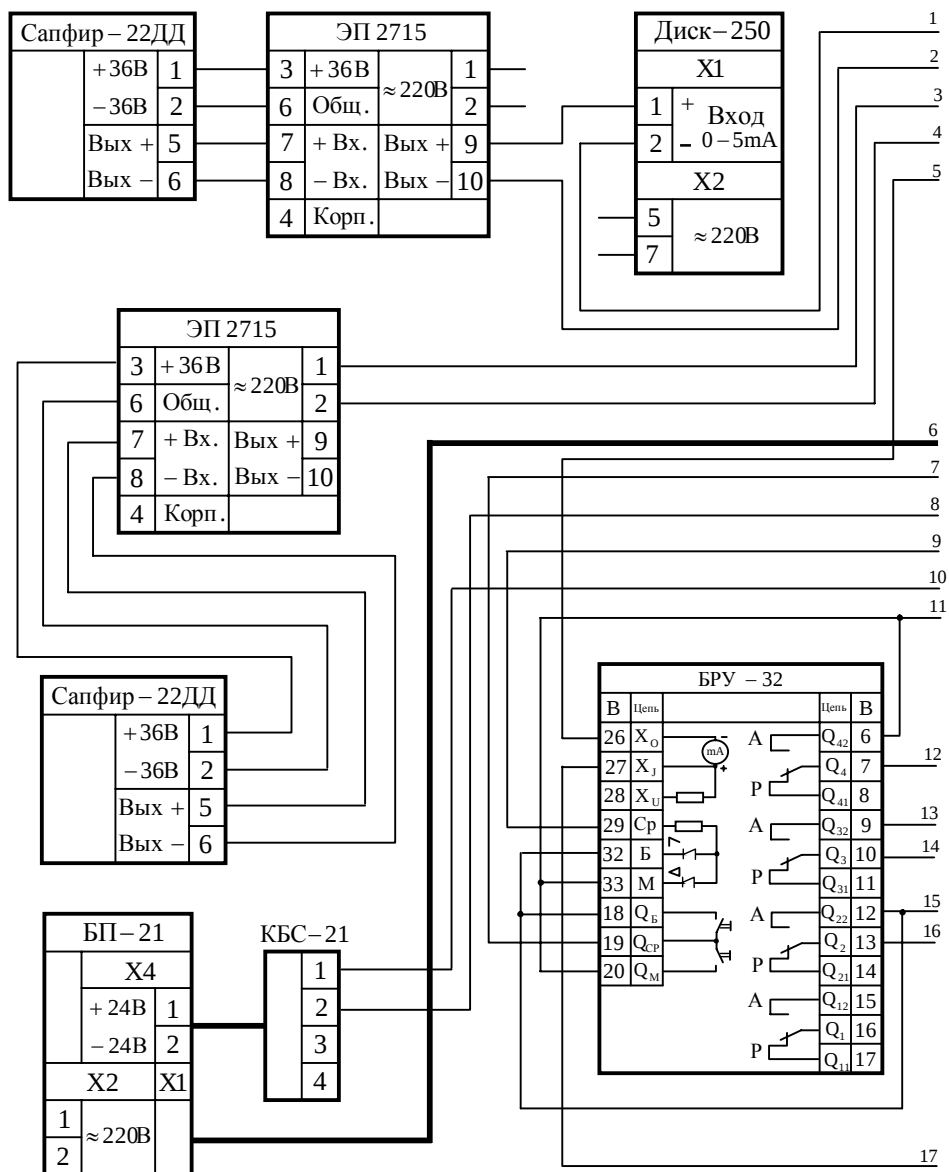


Рис. 17.а. Электрическая схема контура управления сжиганием топлива (начало)

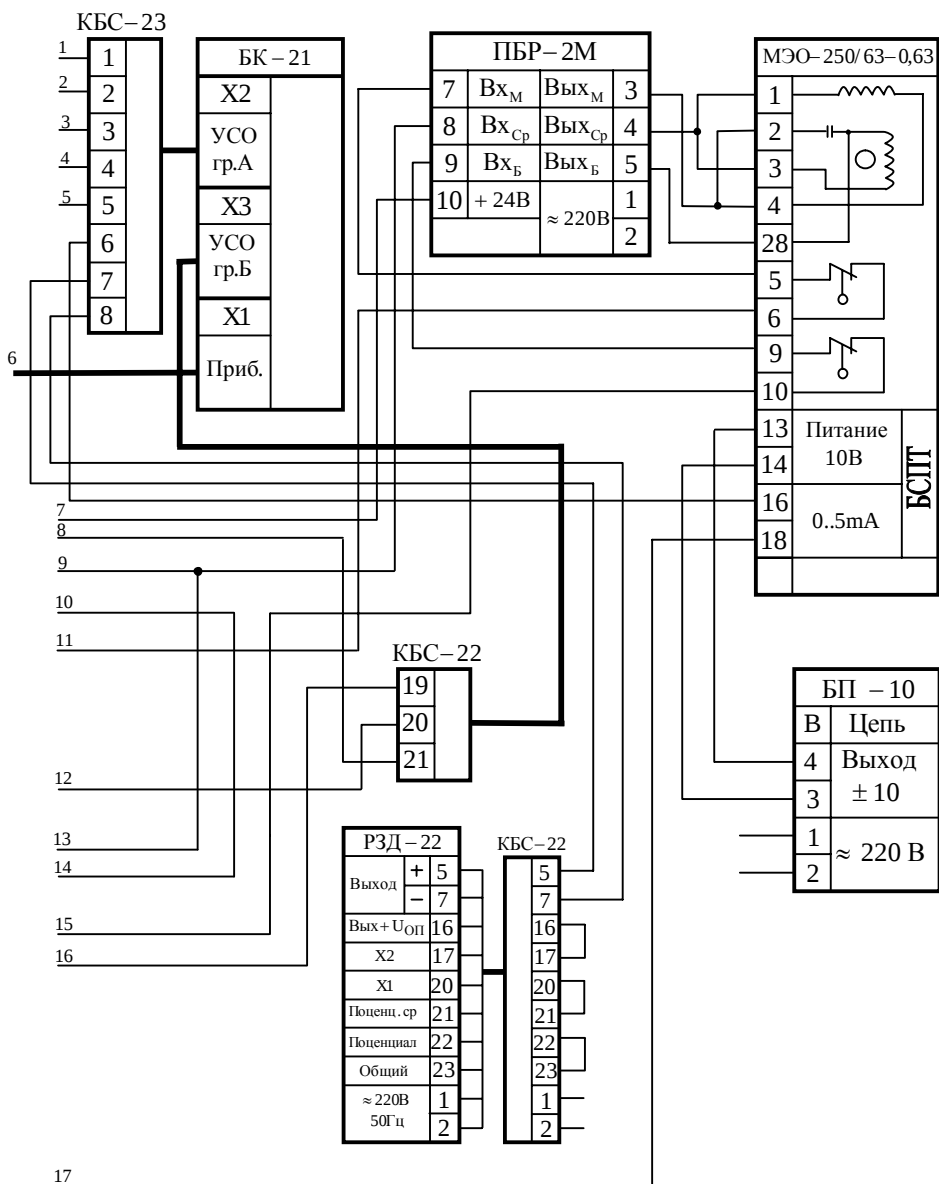


Рис. 17.6. Электрическая схема контура управления сжиганием топлива (окончание)

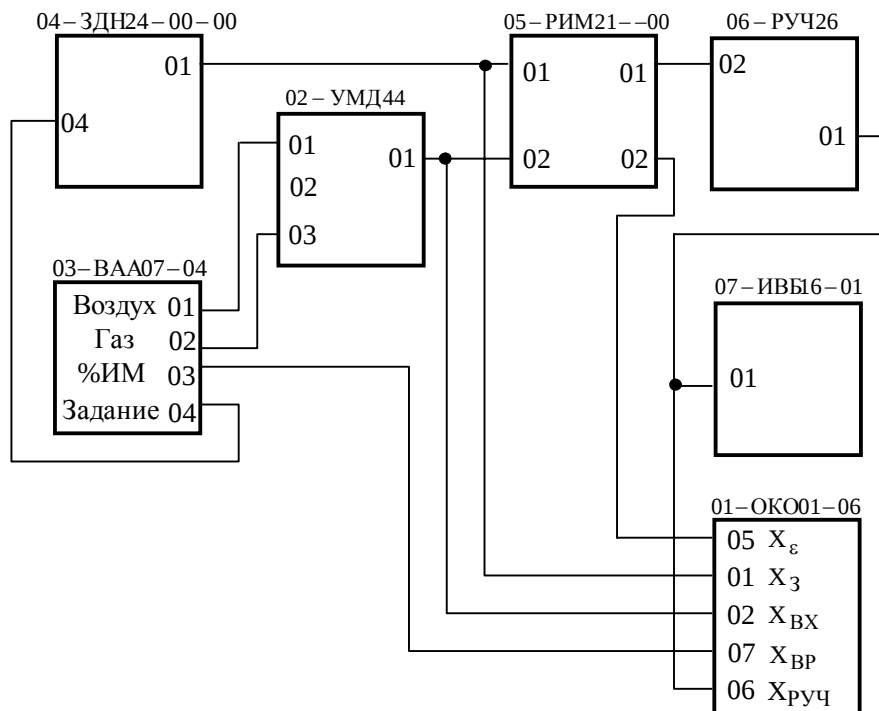


Рис. 18 Схема конфигурации алгоблоков контроллера Р-130 для реализации системы управления сжиганием топлива по принципу объемного пропорционирования

Порядок программирования и настройки алгоритмов контроллера

Устанавливаем комплектность контроллера 12, которая включает в себя: гр.А – 8 аналоговых входов и 2 аналоговых выхода; гр.Б – 8 аналоговых входов и 4 дискретных выхода, которые используются как импульсные выхода для формирования сигналов управления исполнительными механизмами постоянной скорости. В такой комплектности возможно создание двух контуров управления.

Таблица 4

Состав конфигураций

Но- мер алго- блока	Наименование алго- ритма	Код алго- ритма	Модифика- тор	Масштаб времени
01	Оперативный кон- троль регулирования, ОКО	01	06	-
02	Умножение-деление, УМД	44	-	-
03	Ввод аналоговый гр. А, ВАА	07	04	-
04	Задание, ЗДН	24	00	00
05	Импульсное регулиро- вание, РИМ	21	-	00
06	Ручное управление, РУЧ	26	-	-
07	Импульсный вывод гр. Б, ИВБ	16	01	-

Таблица 5

Конфигурация алгоритмов

Номер алгоблока приемни- ка	Номер вхо- да алгобло- ка приемни- ка	Инверсия	Номер ал- гоблока источника	Номер выхо- да алгоблока источника
01	01	-	04	01
01	02	-	02	01
01	05	-	05	02
01	06	-	06	01
01	07	-	03	03
02	01	-	03	01
02	03	-	03	02
04	04	-	03	03
05	01	-	04	01
05	02	-	02	01
06	02	-	05	01
07	01	-	06	01

Таблица 6

Параметры настройки

<i>Номер алгоблока</i>	<i>Номер настроеч- ного входа</i>	<i>Наименование</i>	<i>Величина</i>
02	02	1/Lo	0,25
05	06	Kp	1,25
05	07	Ti	11,5
05	08	Kd	0,57
05	09	Tпх	63
07	02	Tимп	0,12
03	03	N _{конт}	1

4. Библиографический список

1) Андреев С.М. Моделирование систем автоматического управления: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Комплексы технических средств в системах автоматического управления" для студентов специальности 210200. Магнитогорск: МГТУ, 2001. 53 с.

2) Андреев С.М. Построение систем автоматического регулирования на базе контроллера "Ремиконт" Р-130: Инструкции к лабораторным работам по дисциплине "Комплексы технических средств в системах автоматического управления" для студентов специальности 2102. Магнитогорск: МГТУ, 2001. 15с.

3) Контроллеры малоканальные микропроцессорные Ремиконт Р-130. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ДГК2.399.000 ТО, Чебоксары, 1989, -227с.

4) Контроллеры малоканальные микропроцессорные Ремиконт Р-130. Техническое описание ЯЛБИ.42457.00ТО1 (2.399*550 ТО1), Чебоксары, 2002, -204с.

5) Глинков Г.М., Косырев А.И., Швецов Е.К. Контроль и автоматизация металлургических процессо. М.: Металлургия, 1989. – с.352, ил.

6) Беленький А.М. Автоматизация управления металлургическими процессами. М.: Металлургия, 1989. –с.380

7) Автоматизация настройки систем управления / Ротач В.Я., Кузицин В.Ф., Ключев А.С. и др.: Под ред. Ротача В.Я. –М.: Энергоатомиздат, 1984. –с.272, ил.

Учебное текстовое электронное издание

Андреев Сергей Михайлович

**КОМПЛЕКСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В СИСТЕМАХ
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие

Издается полностью в авторской редакции
0,42 Мб
1 электрон. опт. диск

г. Магнитогорск, 2013 год
ФГБОУ ВПО «МГТУ»
Адрес: 455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск,
пр. Ленина 38

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»
Кафедра промышленной кибернетики и систем управления
Центр электронных образовательных ресурсов и
дистанционных образовательных технологий
e-mail: ceor_dot@mail.ru