

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра систем управления

А. Р. Решетиллов, Н. И. Ольшевский

СХЕМОТЕХНИКА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Методическое пособие
к лабораторной работе
«Измеритель-регулятор «Сосна-004»
для студентов специальности 1-53 01 07
«Информационные технологии и управление
в технических системах»
всех форм обучения

Минск БГУИР 2011

УДК 681.5.04(076)

ББК 32.965я7

Р47

Р е ц е н з е н т:

заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии»
Белорусского национального технического университета,
доктор технических наук, профессор А. А. Лобатый

Решетилов, А. Р.

Р47

Схемотехника в системах управления: метод. пособие к лаб. работе «Измеритель-регулятор «Сосна-004» для студ. спец. 1-53 01 07 «Информационные технологии и управление в технических системах» всех форм обуч. / А. Р. Решетилов, Н. И. Ольшевский. – Минск : БГУИР, 2011. – 59 с. : ил.

ISBN 978-985-488-669-5.

В пособии приводится информация об измерителях-регуляторах «Сосна», выпускаемых в Беларуси предприятием «Энергоприбор», руководство по изучению принципиальных схем этих приборов, методические указания по выполнению лабораторной работы в процессе исследования элементов, действующих в реальных условиях.

УДК 681.5.04(076)

ББК 32.965я7

ISBN 978-985-488-669-5

© Решетилов А. Р., Ольшевский Н. И., 2011
©УО «Белорусский государственный университет информатики и радиозлектроники», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Цель работы	4
1 Теоретические сведения	4
2 Принцип работы измерителя-регулятора	13
3 Порядок установки измерителя-регулятора	14
4 Настройка измерителя-регулятора	14
5 Порядок обмена информацией с ПЭВМ по каналу последовательного интерфейса	23
6 Измеритель-регулятор «Сосна-004»	24
7 Принципиальная схема измерителя-регулятора	32
8 Лабораторный макет	49
9 Порядок проведения лабораторной работы	52
10 Контрольные вопросы	57
Литература	58

Библиотека БГУИР

Цель работы

Изучить электронную схему измерителя-регулятора «Сосна-004». Отличительная особенность прибора: «Сосна-004» выпускается в Беларуси и эксплуатируется в промышленности;

– акцентировать внимание на принципиальной схеме прибора. Причем на старших курсах можно было бы организовать изучение, например, работы измерителя-регулятора в замкнутых системах автоматического управления, принципов составления программ для микроконтроллера в схеме измерителя-регулятора, способов введения программ в микроконтроллер, особенностей согласования микроконтроллера с другими элементами электронной схемы. При этом принципиальная схема измерителя регулятора не изменяется в процессе исполнения лабораторной работы, гнезда на передней панели макета соединены с контрольными точками принципиальной схемы;

– разобраться в работе отдельных элементов схемы и их взаимодействии;

– научиться составлять фрагменты принципиальных схем, возможные другие варианты, с иными характеристиками и параметрами;

– наблюдать, зарисовывать и объяснять временные диаграммы или зависимости с помощью осциллографа и других приборов.

1 Теоретические сведения

1.1 «Энергоприбор»

«Энергоприбор» создан на базе лабораторных методов и средств измерений бывшего Института ядерной энергетики и Головной метрологической службы Национальной академии наук Беларуси. Ими разработаны и выпускаются изделия, предназначенные для контроля (измерения, регулирования, регистрации) температуры и иных технологических переменных. Номенклатура отличается большим разнообразием вариантов по виду, дате и диаметру монтажной части. Кроме того, термометры сопротивления и терморегуляторы могут изготавливаться как с чувствительными элементами и термоэлектродными проводами ранее принятых и традиционных градуировок, так и с современными их модификациями, применяемыми в Европе.

Многофункциональные показывающие и регулирующие приборы, соответствующие современному уровню техники, позволяют автоматизировать выполнение технологических процессов и заменить аналогичную импортную продукцию (это предложение взято из Каталога продукции 2004, «Энергоприбор», но и оно не лишено недостатков: например, чего стоят время опроса в 10 – 15 с, релейный метод регулирования, применение электро-механических реле вместо электронных, инерционность процессов и т. д.). Однако в рамках учебной деятельности для наблюдения процессов в элементах схемы измерителя-регулятора эти недостатки не являются определяющими при эксплуатации приборов.

В настоящий момент вся выпускаемая продукция поверяется аккредитованной лабораторией предприятия.

В целом выпускаемый в республике ассортимент продукции по средствам температурных измерений практически заменяет всю номенклатуру изделий предприятий Ближнего и Дальнего зарубежья.

НПО «Энергоприбор» взаимодействует с рядом предприятий России, Украины, Чехии, Германии и др., является официальным представителем НПП «Элемер» (г. Москва) и ZPA (Нова Пака, Чехия). Представленные им изделия внесены в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь или находятся на стадии оформления.

1.2 Измерители-регуляторы «Сосна-002», «Сосна-003» и «Сосна-004»

Многоканальные измерители-регуляторы (ИР) предназначены для измерения и регулирования технологических параметров (температура, давление, уровень и др.) контролируемых объектов в различных отраслях народного хозяйства (в автоматике температуру, давление, уровень называют переменными).

По своим данным и выходным параметрам ИР совершенно идентичны и различаются только числом каналов измерения и регулирования, габаритно-установочными размерами и видом исполнения (щитовые и настенного монтажа). Каждый канал измерения и регулирования является независимым и настраивается индивидуально. Настройки канала не влияют на работу входных и выходных цепей соседних каналов.

ИР работают со следующими первичными преобразователями:

- термопреобразователями сопротивления (далее ТС) типа ТСП и ТСМ;
- преобразователями термоэлектрическими (далее ТП) типов ТХА, ТХК, ТЖК и ТПП;
- измерительными преобразователями с унифицированными токовыми сигналами (далее ИС) с диапазонами 0...5 мА, 0...20 мА и 4...30 мА;
- измерительными преобразователями влажности.

ИР позволяют реализовывать следующие законы регулирования:

- двухпозиционный (2п);
- трехпозиционный пропорциональный (3п);
- пропорционально-дифференциальный двухсторонний (ПДД) – для управления исполнительными механизмами с электроприводом;
- пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД).

ИР могут реализовывать различные алгоритмы управления, сигнализации и защиты контролируемого технологического оборудования.

ИР позволяют с помощью сервисной программы «SOSNA» осуществлять как передачу и архивирование измеренных значений по каналу последовательного интерфейса (RS232 или RS485), так и управлять настройками прибора по тому же каналу.

ИР могут применяться как самостоятельно (например локальный регулятор), так и в составе многоуровневых систем контроля и регулирования.

ИР «Сосна-002» и ИР «Сосна-004» являются базовыми для исполнения приборов с дополнительными функциями.

Погрешности измерений приведены в таблицах 1.1, 1.2, 1.3.

Таблица 1.1 – Погрешности измерения при использовании термопреобразователей сопротивления

Тип ТС по ГОСТ 6651	Диапазон измерения, °С	Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения, %	Дискретность отсчета, °С
50П, 100П, Pt100, Pt500, Pt1000	-80...+600	±0,25	0,1
Cu100 (100M)	-40...+200		
50M, 100M	-80...+200		

Таблица 1.2 – Погрешности измерения при использовании термоэлектрических термопреобразователей

Тип (НСХ) ТП по ГОСТ 3044	Диапазон измерения, °С	Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения, %	Дискретность отсчета, °С
ТХА (К) ТХК (L) ТЖК (J) ТПП 10 (S)	0...+1200 0...+600 0...+800 0...+1400	±0,5	1

Таблица 1.3 – Погрешности измерения при использовании унифицированных выходных сигналов

Диапазон измеряемой величины	Диапазон изменения токового сигнала, мА	Входное сопротивление, Ом, не более	Пределы допускаемой приведенной погрешности, %
От нижнего предела измерения (Li) до верхнего предела измерения (Hi)	0...5	2000	±0,25
	0...20	500	
	4...20	500	

Графическая иллюстрация законов регулирования приведена на рисунках 1.1 – 1.4. Данные иллюстрации относятся к работе одного канала регулирования ИР. При изложении принципов регулирования приняты следующие обозначения:

P – текущее значение измеренного параметра;
 P_0 – заданное значение параметра;
 $Gist$ – гистерезис (зона нечувствительности) включения/выключения реле;
 $-dt$ – нижнее значение установки регулирования;
 $+dt$ – верхнее значение установки регулирования;
 dt – зона пропорциональности;
 bP – продолжительность включения реле при отклонении, более или равном dt (ПДД);
 bi – период включения реле (ПДД) / время интегрирования (ПИД).

Срабатывание реле:

- заштрихованная область – реле включено;
- отсутствие штриховки – реле выключено.

Двухпозиционное регулирование (рисунок 1.1) осуществляется с помощью одного реле. Реле включено при $P < P_0 - Gist$ и выключено при $P > P_0 + Gist$. В области $P_0 \pm Gist$ состояние реле не изменяется. После пересечения зоны $P = P_0 - Gist$ реле вновь включается.

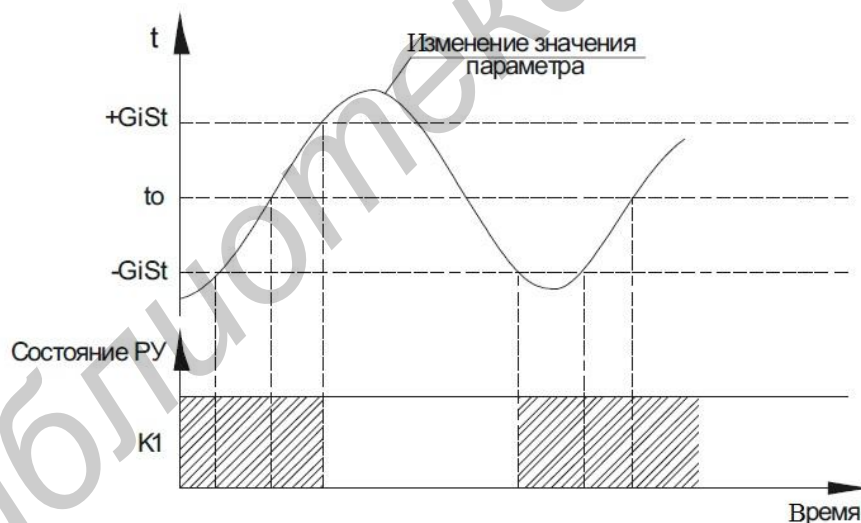


Рисунок 1.1 – Принцип двухпозиционного регулирования

Трехпозиционное регулирование (рисунок 1.2) осуществляется с помощью двух реле. Реле $K1$ включается при $P < (P_0 + dt)$ (зона «минимума») и выключается при $P > (P_0 - dt)$. Реле $K2$ включается при значении $P > (P_0 + dt)$ (зона «максимум») и выключается при значении $P < (P_0 + dt)$, где параметр dt определяет ширину ($2dt$) зоны регулирования «норма». Параметр «Gist» задается так же, как при двухпозиционном регулировании.

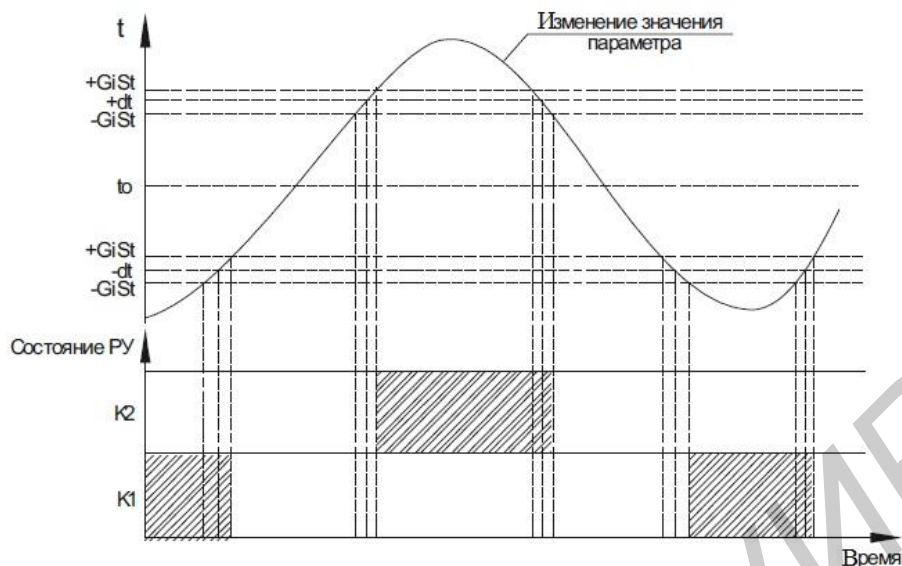


Рисунок 1.2 – Принцип трехпозиционного регулирования

ПДД-регулирование (рисунок 1.3) осуществляется с помощью двух реле. В начале процесса регулирования со скажностью, определяемой параметрами bP и bi , включается реле К1. Достигнув границы $P = P_0 - dt$, продолжительность включения реле К1 начинает определяться пропорционально отклонению параметра. После достижения параметром зоны $P > P_0 - Gist$ реле К1 выключается. Если параметр продолжает увеличиваться, то после достижения зоны $P > P_0 + Gist$ включается реле К2, продолжительность включения которого также определяется пропорционально отклонению. В диапазоне $P > P_0 + dt$ реле К2 включается со скажностью, определяемой параметрами bP и bi . В зоне между $+dt$ и $P_0 + Gist$ продолжительность включения реле К2 вновь начинает определяться пропорционально отклонению. В диапазоне $P_0 \pm Gist$ оба реле выключены. При значении $P < P_0 - Gist$ включается реле К1.

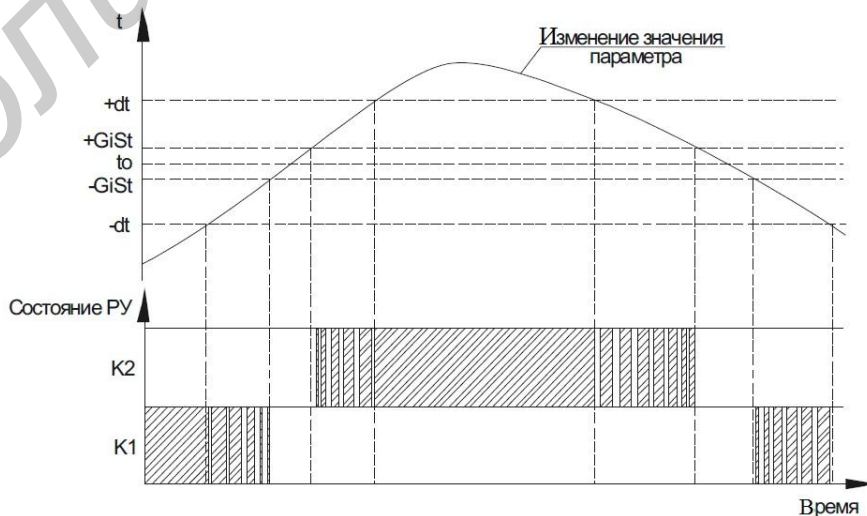


Рисунок 1.3 – Принцип ПДД-регулирования

ПИД-регулирование (рисунок 1.4) осуществляется с помощью одного реле. Реле постоянно включено при $P < P_0 - dt$. В диапазоне $P_0 - dt < P < P_0 + dt$ время включения реле τ определяется значением

$$P = [(H - H_0) / dt + dF \times Vt + Int((P - P_0), bi)],$$

где dt – зона пропорциональности;

Vt – скорость изменения параметра;

bi – время интегрирования;

dF – коэффициент при скорости изменения регулируемого параметра;

$Int[(P - P_0), bi]$ – интеграл отклонения значений регулируемого параметра

P от заданной величины P_0 за время bi .

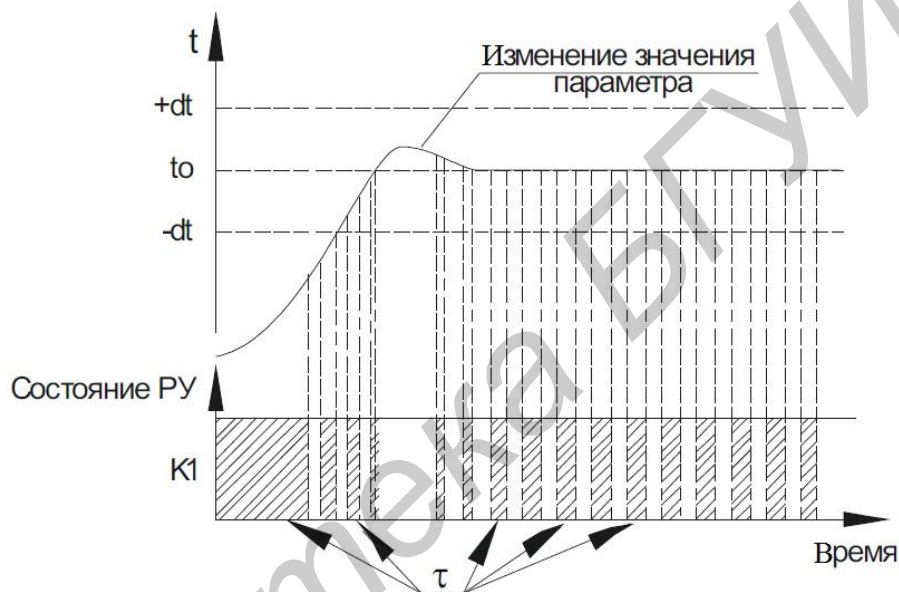


Рисунок 1.4 – Принцип ПИД-регулирования

Технические характеристики измерителей-регуляторов приведены в таблице 1.4.

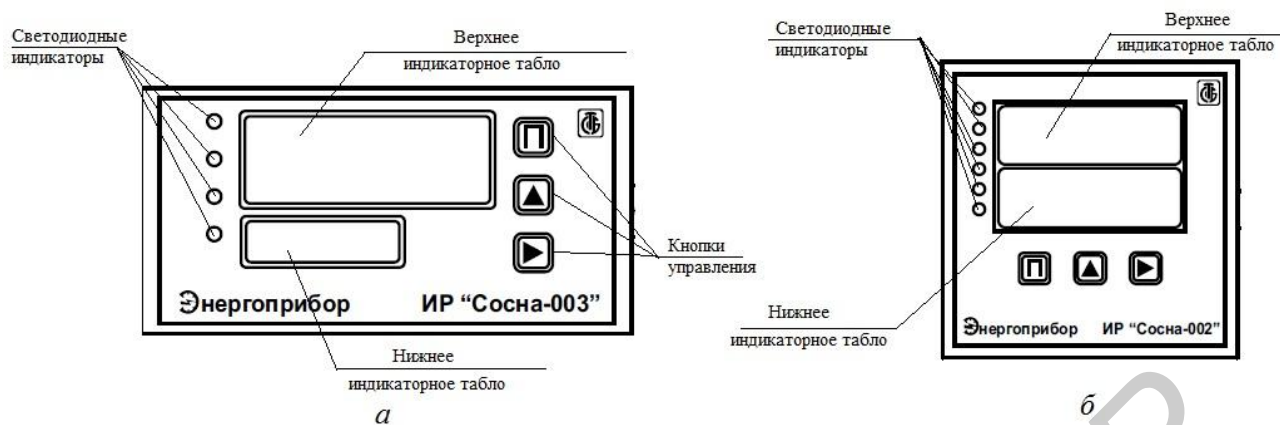
Таблица 1.4 – Технические характеристики ИР

Наименование	Характеристика			
1	2			
1 Первичный преобразователь	ГОСТ 3044			
1.1 Термоэлектрический преобразователь (ТП)				
– тип номинальной статической характеристики (НСХ)	ТПП 10 (S)	ТХК (L)	ТХА (K)	ТЖК (J)
– диапазон преобразования, °С	0...1300	-100...+600	-100...+1200	-100...+800

1		2		
– пределы допустимой приведенной погрешности измерения, %		0,5		
– дискретность измерения, °С		1		
1.2 Термопреобразователь сопротивления (ТС)		ГОСТ 6651		
– тип номинальной статической характеристики (НСХ)		Pt'50, Pt'100, Pt'100	Cu'50, Cu'100	
– диапазон преобразования, °С		–100...+600		
– пределы допустимой приведенной погрешности измерения, %		–100...+200		
– дискретность измерения, °С		0,25 0,1 ГОСТ 3044		
1.3 С унифицированным выходным сигналом (НС)		От Li до Ni,		
– пределы измерения НС		где Li – нижний предел измерения, Ni – верхний предел измерения		
– диапазон измерения токового сигнала, мА		0...5	4...20	0...20
– входное сопротивление, Ом		не более 100		
– пределы допустимой приведенной погрешности измерения, %		0,25		
2 Число каналов измерения	«Сосна-002», «Сосна-004»	не более 6		
	«Сосна-003»	не более 3		
3 Коммутационная способность реле		250 В x 1 А		
4 Выходное реле *		не более 6		
1		2		
5 Законы регулирования		2п, 3п, ПДД, ПИД		
6 Уровень радиопомех		соответствует Нормам 8-95 и ГОСТ 16842		
7 Средняя наработка на отказ, ч		не менее 3000		
8 Среднее время восстановления, ч		не более 10		
9 Средний срок службы, лет		не менее 10		
10 Подключение к ИР		клеммная колодка/разъем		
11 Интерфейс связи с ПЭВМ		RS 232 / RS 485		
12 Программное обеспечение		«SOSNA»		

1		2
13 Скорость обмена данными, бит/с		600, 1200, 2400, 4800, 9600
14 Режим работы		непрерывный
15 Питание прибора, В		220 ($\pm 22\%$) / 110 ($\pm 11\%$)
16 Частота питания, Гц		50 ($\pm 0,5\%$)
17 Потребляемая мощность, Вт		не более 10
18 Допустимая температура воздуха, °С		от +5 до +40
19 Относительная влажность при 30 °С, %		не более 95
20 Степень защиты по ГОСТ 14254	«Сосна-002», «Сосна-004»	IP 40
	«Сосна-003»	IP 40
21 (Группа исполнения L1 по ГОСТ 12997): – диапазон частот, Гц – амплитуда смещения, мм		от 5 до 35 0,35
22 Условия транспортирования (группа исполнения В3 по ГОСТ 12997): – температура воздуха, °С – относительная влажность воздуха при +35 °С, % – длительность ударного импульса, мс – частота ударов, удар/мин – ударные нагрузки с ускорением, м/с – вибрационные нагрузки в диапазоне частот, Гц – амплитуда смещения, мм		от –25 до +55 не более 95 11 от 60 до 120 147 от 5 до 35 0,35
23 Масса, кг		не более 1,5
* – 1 (2) реле на один канал измерения в зависимости от закона регулирования		

Внешний вид передней панели ИР представлен на рисунке 1.5. На передней панели находятся элементы, указанные в таблице 1.5.



a – «Сосна-003», *б* – «Сосна-002», «Сосна-004»
 Рисунок 1.5 – Внешний вид передней панели ИП

Таблица 1.5 – Элементы передней панели

Внешний вид	Наименование	Назначение
	Верхнее индикаторное табло	Предназначено для отображения текущего измеряемого значения параметра или значения параметра настройки
	Нижнее индикаторное табло	Предназначено для отображения номера канала измерения или названия параметра настройки
	кнопка	Предназначена для записи обновленных значений в память прибора и ввода числового значения
	кнопка	Предназначена для выбора параметра настройки и ввода числового значения
	кнопка	Предназначена для выбора канала регулирования и ввода числового значения
	Светодиодный индикатор	Отображает состояние реле выбранного канала. Если реле канала включено, то индикатор светит; если реле выключено, то индикатор не светит

2 Принцип работы измерителя-регулятора

2.1 Назначение ИР

ИР предназначен для контроля (измерения, регулирования) технологических параметров (температуры, давления, уровня и др.) контролируемого объекта.

2.2 Принцип работы ИР

Измеренное значение входного сигнала первичного преобразователя преобразуется, выводится на индикаторное табло и одновременно сравнивается с внесенным в запоминающее устройство установленным значением задания регулирования.

2.3 Согласно выбранному закону регулирования осуществляется анализ результатов сравнения, выработка на их основе сигналов регулирующих воздействий и передача измеренного значения регулируемого параметра по каналу последовательного интерфейса.

2.4 Алгоритмы работы с прибором

2.4.1 При включении питания ИР устанавливается на информационной странице «Текущее значение» или «Циклический вывод», где на верхнем индикаторном табло отображается измеренное значение параметра, а на нижнем – номер канала измерения.

2.4.2 При вводе ИР в эксплуатацию следует выполнить настройку его параметров. При настройке параметров на верхнем индикаторном табло отображается значение параметра настройки, а на нижнем – обозначение параметра настройки.

2.4.3 Доступ к параметрам настройки и параметрам регулирования осуществляется только квалифицированным специалистом и защищен кодом доступа «Cod».

С помощью **параметра настройки «СНП»** осуществляется выбор:

- страницы, устанавливаемой при включении прибора;
- страницы, устанавливаемой после редактирования;
- скорости обмена с ЭВМ;
- сетевого номера прибора.

Код доступа к регулированию этих параметров задан предприятием-изготовителем и равен «Cod» = «0011».

Параметры конфигурации и регулирования позволяют выбрать:

F14, F58 – характеристики первичных преобразователей с 1-го по 8-й канал;

P14, P58 – какому параметру регулирования соответствуют выбранные реле с 1-го по 8-й канал;

Pb/Po – числовое значение параметра, определяющее момент включения/выключения реле;

Зп, Lt и Ht – параметры, задаваемые только для преобразователей с НС-положением запятой, нижний/верхний пределы преобразования параметра.

Код доступа к параметрам регулирования первоначально установлен предприятием-производителем как «**Cdd**» = «0000», но пользователь имеет возможность введения индивидуального кода доступа.

Введя код доступа «**Cdd**», отличный от «0000», пользователь закрывает доступ другим пользователям к параметрам регулирования прибора и в дальнейшем для доступа к параметрам регулирования необходимо вводить новый код доступа «**Cdd**» на верхнем индикаторном табло параметра «**Cod**».

Введенный код доступа «**Cdd**» необходимо **ЗАПОМНИТЬ** (записать) для последующей возможности доступа к параметрам настройки. В случае несоблюдения данного требования потребитель рискует потерять доступ к параметрам настройки прибора. В подобной ситуации восстановление доступа возможно только на предприятии-изготовителе. Настройку кода доступа «**Cdd**» см. в подразделе 4.3.

3 Порядок установки измерителя-регулятора

3.1 Проверить отсутствие внешних повреждений корпуса и целостность пломбы внешним осмотром прибора.

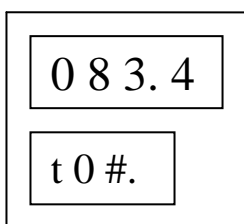
3.2 Подключить сеть питания, первичные преобразователи и выходные цепи к ИР. При монтаже внешних связей необходимо обеспечить их надежный контакт в месте присоединения, для чего необходимо тщательно зачистить и облудить жилы проводов. Сечение жил не должно превышать 1 мм². Подсоединение проводов осуществляется под винт.

3.3 Используя входящие в комплект поставки монтажные элементы крепления, установить ИР на штатное место и закрепить его. Габаритные и установочные размеры ИР приведены в *Приложении А* инструкции к прибору.

3.4 Подключить ИР к ПК в соответствии со схемой. В зависимости от параметров линии связи и скорости обмена с интерфейсом выбирается длина линии связи ИР с ПЭВМ.

4 Настройка измерителя-регулятора

4.1 Подключить прибор в соответствии с подразделом 3.3. При включении ИР автоматически устанавливается на страницу «**Текущее значение**».

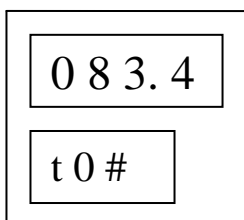


Данная страница является информационной. На табло выводятся данные по выбранному каналу.

В верхней строке индикатора выводится измеренное значение параметра, а в нижней строке – символ «t 0» и «#.» – номер канала с точкой. Точка является отличительным признаком этой страницы и указывает на фиксирование выбранного канала.

Выбор номера канала «#» на данной странице производится нажатием кнопки . Нажав кнопку , перейти к странице «Циклический вывод».

4.2 Страница «Циклический вывод»




Данная страница также является информационной. На табло выводятся данные по выбранному каналу.

В верхней строке индикатора выводится измеренное значение параметра, в нижней – символ «t 0» и «#» – номер канала. Отличительный признак этой страницы – отсутствие точки после номера канала на нижнем индикаторном табло.

Смена каналов на данной странице происходит автоматически каждую секунду. Переход к странице «Текущее значение» производится нажатием кнопки .



4.3 Код доступа «Cod»

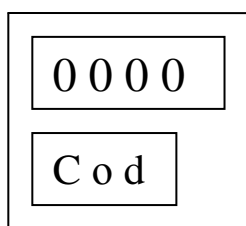
При введении прибора в эксплуатацию необходимо произвести его настройку. Для нового прибора предприятием-изготовителем задан код доступа «Cdd» = «0000», автоматически включаемый на табло, поэтому переход из информационных страниц к редактированию осуществляется без пароля. В дальнейшем, произведя настройку прибора, рекомендуется ввести индивидуальный код, который предотвратит прибор от несанкционированного доступа.

Пользователю прибора, не знающего код, будет открыт доступ только к информационным страницам «Текущее значение» и «Циклический вывод», переключение которых производится нажатием клавиши .

Работа в режиме настройки и редактирования должна осуществляться только квалифицированным специалистом.

По окончании редактирования следует сохранить обновленные данные (согласно подразделу 4.16), в противном случае изменения в память прибора внесены не будут.

Переход к режиму редактирования: находясь на информационной странице «Циклический вывод» или «Текущее значение», нажать и удерживать кнопки  и  до появления на нижнем индикаторном табло символа «Cod».

















Параметр «Cod» определяет доступ к параметрам настройки и регулирования.







4.4 Установка числового значения:




Ввод числового значения производится кнопками , ,  в следующей последовательности (таблица 4.1)

Таблица 4.1 – Последовательность ввода числовых значений

	– нажать и постоянно удерживать кнопку 
	– нажать кнопку  и выбрать первую позицию (выделяется миганием); – отпустить кнопку 
	– нажать кнопку  ; удерживая ее, дождаться установки требуемого значения; – отпустить кнопку  после установки значения
	– нажать кнопку  , выбрать следующую позицию (выделяется миганием); – отпустить кнопку 
	– нажать кнопку  и, удерживая ее, дождаться установки требуемого значения; – отпустить кнопку  после установки значения

Продолжение таблицы 4.1




Аналогично вышеизложенным действиям установить значения по всем позициям	
	– после прохождения всех позиций и при дальнейшем нажатии кнопки  мигание позиций на индикаторном табло прекращается
	– для введения отрицательного значения необходимо первоначально ввести значение положительное, а затем при немигающих индикаторах нажать кнопку 
	– отпустить кнопку  ; – требуемое значение установлено

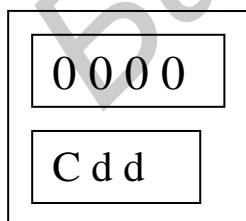
Такая последовательность нажатий кнопок , ,  является общей для установки числовых значений на любой странице.

4.5 Доступ к параметрам конфигурации и регулирования осуществляется только квалифицированным специалистом и может быть защищен специальным паролем.

Параметры конфигурации и регулирования позволяют выбрать:

- F14, F58** – характеристики первичных преобразователей с 1-го по 8-й каналы;
- P14, P58** – какому параметру регулирования соответствует выбранное реле;
- Pb / Po** – числовое значение параметра, определяющее момент включения / выключения реле;
- Зп, Lt и Ht** – только для преобразователей с НС – параметры, определяющие положение запятой, нижний и верхний пределы преобразования параметра.

Для доступа к параметрам регулирования необходимо нажать и удерживать кнопки  и  до появления на нижнем индикаторном табло символа «Cod». На верхнем индикаторном табло ввести код доступа «Cod»=«Cdd» (подраздел 4.4.). Установка предприятия-изготовителя «Cdd» = «0000», поэтому первоначальный доступ осуществляется напрямую. Нажать кнопку  и перейти к параметру «Cdd».

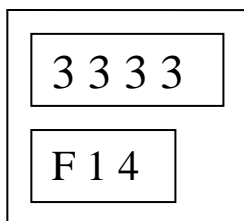


Для ограничения доступа к параметрам регулирования других пользователей прибора необходимо ввести значение «Cdd» (отличное от «0000») – свой индивидуальный код доступа.

Введенный код доступа необходимо **ЗАПОМНИТЬ** (записать) для последующей возможности доступа. В дальнейшем для получения доступа к параметрам регулирования необходимо ввести числовое значение «Cdd» (которое запомнили) на верхнем индикаторном табло параметра «Cod».

Нажать кнопку  для перехода к параметру «F14».

4.6 Параметр «F14».



Параметр «F14» определяет характеристику первичного преобразователя с 1-го по 4-й каналы.

На верхнем индикаторном табло каждой позиции (под каждым символом «X») устанавливается числовое значение, соответствующее характеристике первичного преобразователя.

Соответствие числового значения характеристике первичного преобразователя приведено в таблице 4.2.


В первой позиции индикаторного табло указывается числовое значение, соответствующее характеристике первичного преобразователя для первого канала.

Во второй позиции – для второго канала и т.д. до четвертой позиции.

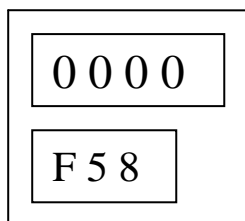
Установка числового значения – подраздел 4.4.

Таблица 4.2 – Характеристика первичного преобразователя

ТС	ТП	НС (мА)
1 – Pt100 (W100 = 1.3850)		
2 – Pt'100 (W100 = 1.3910)	1 – ТХА	1 – (0...5)
3 – Cu'100 (W100 = 1.4280)	2 – ТХК	2 – (4...20)
4 – Pt' 50 (W100 = 1.3910)	3 – ТЖК	3 – (0...20)
5 – Cu' 50 (W100 = 1.4280)	4 – ТПП	


Нажать кнопку  для перехода к следующему параметру «F58».

4.7 Параметр «F58»

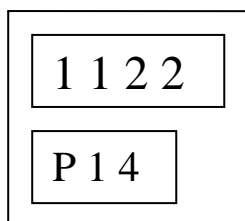


Параметр «F58» определяет характеристику преобразователя с 5-го по 8-й каналы.

Данный параметр является продолжением параметра «F14», и принцип установки числовых значений аналогичен.

Нажать кнопку  для перехода к следующему параметру «P14».

4.8 Параметр «P14»



Параметр «P14» определяет, какому каналу регулирования соответствует выбранное реле (с первого по четвертый).

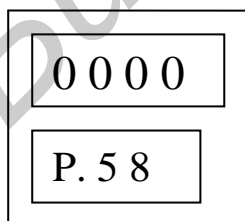
В верхней строке индикаторного табло каждая позиция соответствует одному реле. Первая позиция – первому реле, вторая – второму и т. д. до четвертого. Под каждым символом «X» устанавливается номер канала, которому соответствует выбранное реле.

Пример: в первой и во второй позиции на верхнем индикаторном табло стоят цифры 1; это означает, что первое и второе реле будут участвовать в регулировании первого канала.

Установка числового значения – подраздел 4.4.


Нажать кнопку  для перехода к параметру «P58».


4.9 Параметр «P58»



Параметр «P58» определяет, какому каналу регулирования соответствует выбранное реле (с 5-го по 8-е).

Данный параметр является продолжением параметра «P14», и принцип установки числовых значений аналогичен.


Нажать кнопку  и снова перейти к параметру «**Cdd**».

Нажать кнопку  для перехода к параметру «**Pb#**», где # – номер реле.

4.10 Параметр «**Pb#**»

0 2 8. 5
P b #

Параметр «**Pb#**» задает числовое значение, определяющее момент включения реле. Для каждого реле устанавливается свое числовое значение.

Нажать кнопку  и перейти от одного номера реле к другому. Установка числового значения – подраздел 4.4.

Нажать кнопку  и перейти к параметру «**Po#**».


4.11 Параметр «**Po#**»

0 8 5. 5
P o #

Параметр «**Po#**» задает числовое значение, определяющее момент выключения реле. Для каждого реле устанавливается свое числовое значение.

Переход от одного номера реле к другому и установка числового значения аналогичны описанным на странице «**Pb#**».

Нажать кнопку  и перейти к следующему параметру.

В случае ТС или ТП при нажатии кнопки  переходим к параметру «**Текущее значение**».

В случае НС при нажатии кнопки  переходим к параметру «**Зп0#**».

Доступ к параметрам «**Зп0#**», «**Lt#**» и «**Ht#**» открывается только в случае применения измерительных преобразователей с нормированным выходным сигналом с целью программирования шкалы.



4.12 Параметр «Зп0#» (только для НС)



0 0 0. 0
З п 0 #



Параметр «Зп0#» определяет положение запятой.

Установленное положение запятой автоматически распространяется на все программируемые для данного канала параметры (текущее значение параметра Р, нижний «Lt» и верхний «Ht» пределы преобразования параметра).

На нижнем индикаторном табло появится символ «Зп0#» (# – номер канала), а в четырёх разрядах верхней строки – нули, среди которых установить положение запятой.

Нажать и удерживать кнопку , а кнопкой  выбрать нужный номер канала.

Не отпуская кнопку , нажать кнопку  и переместить запятую в нужную позицию.

После установки необходимого положения запятой кнопки  и  отпустить.

Нажать кнопку  и перейти к параметру «Lt#».

4.13 Параметр «Lt#» (только для НС)

0 2 0. 5
L t #

Параметр «Lt#» устанавливает нижний предел преобразования измерительного диапазона.


Установка числового значения – подраздел 4.4.

Нажать кнопку  для перехода к параметру «Ht#».

4.14 Параметр «Ht#» (только для НС)

1 3 0. 5
H t #

Параметр «Ht#» устанавливает верхний предел преобразования измерительного диапазона. Установка числового значения – подраздел 4.4.

Нажать кнопку  и перейти на страницу «Текущее значение».


В случае применения ИПТВ необходимо задать параметры «Lb» и «Hb», определяющие нижний и верхний пределы измерительного диапазона влажности соответственно.

Установка числового значения – подраздел 4.4.

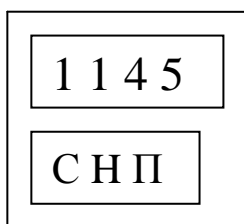
К параметрам настройки отнесены следующие данные:

- устанавливаемая страница при включении прибора;
- страница, устанавливаемая после редактирования параметров;
- скорость обмена, бит/с;
- сетевой номер прибора.

Для изменения этих данных необходимо ввести код доступа

«Cod» = «0011» на верхнем индикаторном табло, затем нажать кнопку  и перейти к параметру настройки «СНП».


4.15 Параметр настройки «СНП»



На верхней строке индикаторного табло по каждой позиции устанавливается числовое значение с учетом кодов по таблице 4.3.


Таблица 4.3 – Коды СНП


1-я позиция	2-я позиция	3-я позиция	4-я позиция
Страница при включении прибора	Страница после установки всех параметров	Скорость обмена с ПК, бит/с	Сетевой номер прибора
1 – «Текущее значение» 2 – «Циклический вывод»	1 – «Текущее значение» 2 – «Циклический вывод»	0 – 600 1 – 1200 2 – 2400 3 – 4800 4 – 9600	1...9

Нажать кнопку  и перейти на страницу «Текущее значение».

4.16 После ввода и редактирования значений параметров регулирования необходимо выполнить запись в постоянную память прибора

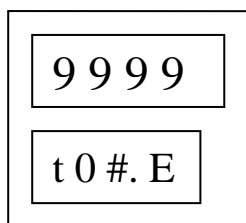


Перейти на страницу «Циклический вывод» (см. подразделы 4.1 – 4.3), нажать кнопку  до появления «ЭпПР» на верхнем индикаторном табло.

Нажав кнопку , произвести запись в постоянную память прибора «ЭпПР»

После перезаписи ИР автоматически возвращается на страницу «Циклический вывод». При невыполнении записи «ЭпПР» после отключения сетевого питания все введенные значения не сохраняются.

4.17 Обнаружение неисправностей



Встроенная диагностика ИР позволяет проводить самотестирование, сигнализацию обрыва и короткого замыкания цепи первичного преобразователя.

О наличии неисправности свидетельствует появление символа «Е» на последней позиции нижнего индикаторного табло на страницах «Текущее значение» и «Циклический вывод», где # – число, соответствующее номеру неисправного канала. Регулирование данного канала при этом прекращается.

5 Порядок обмена информацией с ЭВМ по каналу последовательного интерфейса

5.1 В исходном состоянии все приемопередатчики системы находятся в состоянии приема с линии. Прием осуществляется в фоновом режиме параллельно с выполнением функций измерения и регулирования.

5.2 Компьютер инициирует обмен передачей в линию в двоичном коде пяти байт в следующей последовательности: «адрес прибора в сети → код операции → младший байт данных → старший байт данных → адрес прибора в сети», после чего переходит в режим приема.

5.3 Каждый ИР сравнивает принятый адрес прибора с собственным, хранящимся в энергонезависимой памяти. При их совпадении входит в подпрограмму обработки принятого кода, в процессе выполнения которой

передает затребованные данные. На время обмена с компьютером ИР прерывает режим приема и выполнения функций измерения и регулирования.

5.4 Структура передаваемого сообщения:

F0h НП_XXX.X_XXX.X_ ... _XXX.X_KKK FFh,

где F0h, FFh – маркеры начала и конца сообщения;
НП – две десятичные цифры, передаваемые в коде ASCII (30h ... 39h), соответствующие адресу прибора в сети;
X – десятичные цифры, передаваемые в коде ASCII (30h ...39h), представляющие результаты измерения (РИ);
KKK – контрольная сумма сообщения, вычисляемая как сумма десятичных цифр, образующих НП и РИ, передаваемая в коде ASCII;
(_) – пробелы (20h) как разделители информации;
(.) – десятичная запятая (2Eh).

Для повышения надежности передача информации прибором осуществляется парой байтов: информационным и синхронизирующим (нулевым).

5.5 После передачи сообщения ИР возвращается в режим приема и выполнения функций измерения и регулирования.

5.6 Компьютер после принятия и обработки сообщения готов к передаче следующего запроса.

5.7 Программное обеспечение «SOSNA» для работы прибора с компьютером позволяет считывать и сохранять в файле значения передаваемых ИР параметров, а также выполнять дистанционное изменение задания.

5.8 К программному обеспечению прилагается инструкция по эксплуатации «Руководство пользователя».

6 Измеритель-регулятор «Сосна-004»

6.1 Общие сведения

ИР «Сосна-004» – прибор настенного монтажа с числом независимых каналов измерения и регулирования от 1 до 6; только каналов измерения – 12. Номенклатура исполнений ИР «Сосна-004» приведена в таблице 6.1. Габаритно-установочные размеры изображены на рисунке 6.1. Назначение контактов, клеммников и разъемов изображено на рисунке 6.2.

Таблица 6.1 – Номенклатура исполнений ИР «Сосна – 004» по числу каналов, виду и типу выходных устройств

Число каналов измерения	Входной сигнал	Вид регулирования канала	Максимальное число каналов регулирования	Число выходных реле
1	ТС, ТП, НС	2-позиционный	1	1
		3-позиционный		2
		ПДД		2
		ПИД		1 (2) на канал
2		2-позиционный	2	2
		3-позиционный		2 на канал
		ПДД		1 (2) на канал
		ПИД		3
3		2-позиционный	3	2 на канал
		3-позиционный		1 (2) на канал
		ПДД		4
		ПИД		3
4	2-позиционный	4	4	
	3-позиционный	3	2 на канал	
	ПДД	3		
	ПИД	4(3)	1 (2) на канал	
6	2-позиционный	6	6	
	3-позиционный	3	2 на канал	
	ПДД	3		
12	-	-	-	

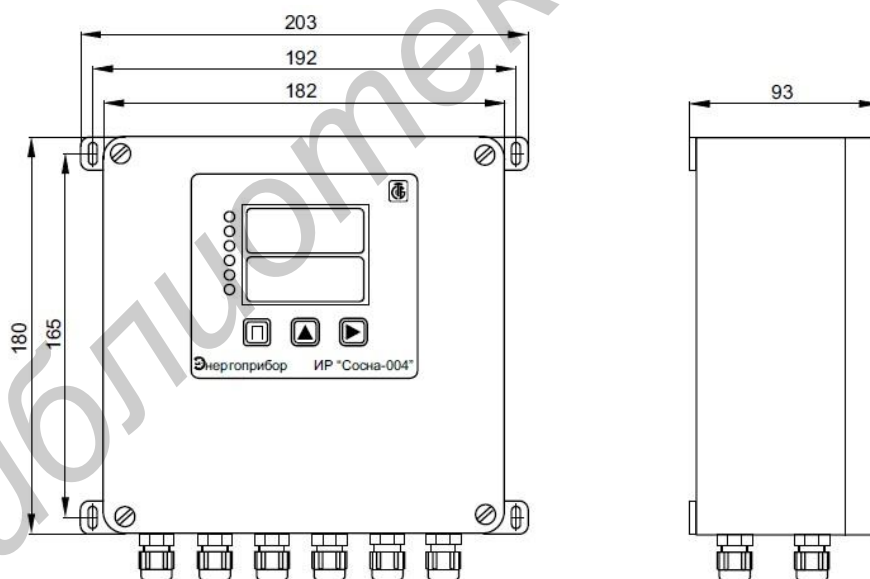
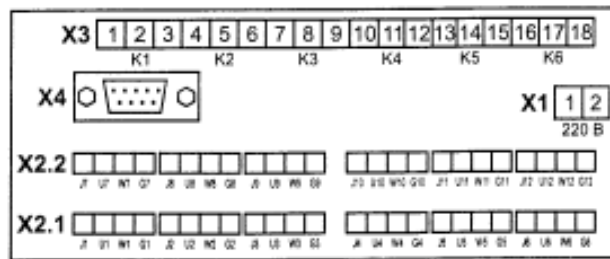


Рисунок 6.1 – Габаритно-установочные размеры ИР «Сосна-004»



X1	
Ø	Цель
1	220 В, 50 Гц
2	N

X3	
Ø	Выходные сигналы
1	
2	K1
3	
4	K2
5	
6	K3
7	
8	K4
9	
10	K5
11	
12	K6
13	
14	
15	
16	
17	
18	

X2.1				X2.2			
Ø	Входные сигналы			Ø	Входные сигналы		
	ТС	ТП, НС	Цель		ТС	ТП, НС	Цель
J1			1 канал	J7			7 канал
U1				J8			
W1		+	J9			8 канал	
G1		-	U8				
J2			G7			9 канал	
U2			U9				
W2		+	W8			10 канал	
G2		-	G8				
J3			J10			11 канал	
U3			U10				
W3		+	W10			12 канал	
G3		-	G10				
J4			J11				
U4			U11				
W4		+	W11				
G4		-	G11				
J5			J12				
U5			U12				
W5		+	W12				
G5		-	G12				
J6							
U6							
W6		+					
G6		-					

X4	
Y	Интерфейс
	RS-232/RS-485
1	
2	TXD/+
3	RXD/-
4	
5	GND/Экран
6	
7	
8	
9	

Рисунок 6.2 – Назначение контактов клеммников

6.2 Заказываемые модификации

- 1) ИР в зависимости от заказа выпускаются на один из типов входного сигнала (ТС, ТП, НС);
- 2) в однотипных ИР возможно применение различных градуировок:
 ТС – 50П, 100П, Pt 100, Pt 500, Pt 1000;
 ТП – ХА (К), ХК (L), ЖК (J);
 НС – 0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА;
- 3) по отдельному заказу ИР может включать встроенный блок питания.

6.3 Структура условного обозначения заказа

ИР«Сосна-002» / ТС 4x50M / 4 / RS232 / 220 В / К / ПИД
 1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 1 Исполнение ИР: «Сосна-002», «Сосна-003», «Сосна-004».
- 2 Тип источника входного сигнала: ТС, ТП, НС.
- 3 Количество каналов измерения (до 12).
- 4 Характеристика входного сигнала НСХ:
 - для ТС-50П, 100П, 50М, 100М, Сu100, Pt100, Pt500 ГОСТ 6651-94;
 - для ТП-ТПП 10, ТХК, ТЖК, ТХА ГОСТ 3044-94
 - для НС-(0..5) мА, (0..120) мА, (4..20) мА ГОСТ 30232-94.
- 5 Количество выходных реле (до 6).
- 6 Тип интерфейса: RS232 или RS485
- 7 Номинальное напряжение питания сети переменного тока, В: 220 или 110.
- 8 Подключение внешних цепей: разъем (Р), клеммная колодка (К).
- 9 Закон регулирования: двухпозиционный (2), трехпозиционный (3), ПДД-регулирование (ПДД), ПИД-регулирование (ПИД).

6.4 Варианты исполнений приборов с дополнительными функциями

Приборы с дополнительными функциями выпускаются на основе ИР «Сосна-002» и «Сосна-004» и имеют следующие модификации:

- приборы с архивной памятью (обозначение «А»);
- приборы с токовыми выходами (обозначение «Т»);
- приборы с архивной памятью и токовыми выходами (обозначение «АТ»);
- одноканальные приборы с программным регулированием (обозначение «П»).

Для обозначения приборов при заказе необходимо после стандартного обозначения через тире добавить соответствующую букву обозначения модификации, а для приборов с токовыми выходами – и число выходных каналов.

6.5 Измерители-регуляторы ИР «Сосна-002», «Сосна-004» с архивной памятью

ИР данного исполнения оснащаются дополнительной архивной памятью. Это позволяет непосредственно в самом приборе записывать данные, получаемые от датчиков с расшифровкой времени приема и канала измерения. Затем эти данные могут быть считаны и просмотрены по интерфейсу и сохранены в памяти компьютера с помощью сервисной программы «Сосна». Временной интервал, охватываемый энергонезависимой памятью, зависит от интервала опроса параметров, который устанавливается потребителем, и количества каналов измерения.

Технические характеристики

Объем энергонезависимой памяти – 32 Кб.

Длина одной архивной записи $D = 4 \text{ байта} + 2 \text{ байта} \times (\text{количество каналов измерения})$.

Максимальное число записей $M = 32 \text{ Кб} / D$.

Глубина архива $A = M \times (\text{интервал опроса})$.

6.6 Измерители-регуляторы ИР «Сосна-002», «Сосна-004» с токовыми выходами

Данная модификация ИР позволяет иметь на выходе токовые сигналы, соответствующие измеренным значениям по каждому каналу. Возможны два варианта программного обеспечения прибора. В первом варианте выходы используются для ретранслирования измеренных значений для записи 0 на регистрирующем приборе токовыми входными сигналами или передачи показаний на вышестоящий уровень. Во втором варианте выходы могут использоваться как каналы регулирования исполнительных устройств с токовыми входными сигналами.

6.7 Одноканальные измерители-регуляторы ИР «Сосна-002», «Сосна - 004» с программным управлением

Одноканальные ИР «Сосна-02», «Сосна-04» исполнения «П» предназначены для управления и регулирования технологических процессов по заранее заданной программе.

График изменения параметра во времени заносится потребителем в энергонезависимую память прибора в виде таблицы, которая состоит из трех граф: номер опорной точки, шаг (XXXX) и значение параметра (YYY). Занесенные данные затем интерпретируются программой прибора в виде пошагового изменения текущего значения задания в соответствии с таблицей задания 6.1.

Технические характеристики

Число опорных точек – 16 (от 0 до F).

Дискретность задания шага – 1 мин.

Максимальное число шагов – 9999 (приблизительно 166 ч).

Вид регулирования – позиционный, ПДД и ПИД (оговаривается при заказе).

Таблица 6.2 – Зависимости задания от времени

Номер опорной точки	Шаг (мин)	Значение параметра
0	0000	YYY(0)
1	XXXX(1)	YYY(1)
2	XXXX(2)	YYY(2)
...
E	XXXX(E)	YYY(E)
F	XXXX(F)	YYY(F)

Шаг нулевой точки принимается равным «0000», окончание программы должно соответствовать шагу «9999». Соотношение шага и величины параметра задает темп нарастания параметра.

6.8 Пример ввода программы

Допустим, имеется некоторый технологический процесс, который определяется следующим графиком (рисунок 6.3).

График изменения задания

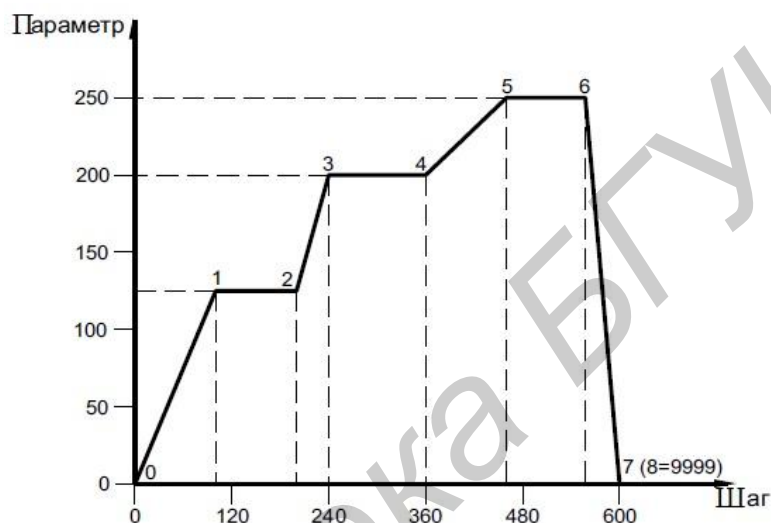


Рисунок 6.3 – Технологический процесс

В соответствии с графиком составляется таблица 6.3, данные из которой заносятся в энергонезависимую память прибора. Прибор отслеживает изменение графика по шагам и при считывании шага 9999 останавливает процесс.

Таблица 6.3 – Опорные точки

Номер опорной точки	Шаг (мин)	Значение параметра
0	0000	000
1	0100	125
2	0200	125
3	0240	200
4	0360	200
5	0460	250
6	0560	250
7	0600	00.0
8	9999	000

В пределах опорных точек и максимального значения шагов программы потребитель самостоятельно определяет желаемый темп нарастания параметра, интервалы стабилизации и длительность самого процесса.

6.9 Программа обмена данными с приборами «Сосна»

6.9.1 Окно начальных установок

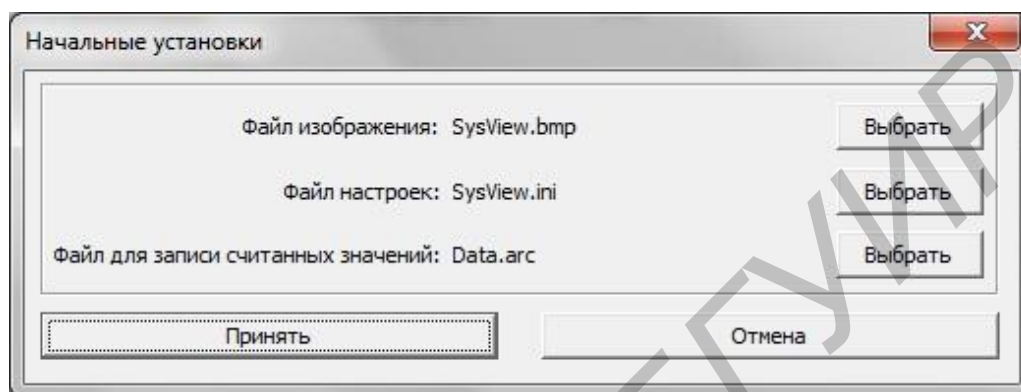


Рисунок 6.4 – Окно начальных установок

Окно начальных установок изображена на рисунке 6.4.

Начальные установки:

- 1 Файл с изображением, используемым для мнемосхемы.
- 2 Файл настройки.
- 3 Файл для записи считанных значений.

6.9.2 Главное окно

В главном окне (рисунок 6.5) осуществляется вывод принятой информации. Вывод информации может осуществляться в одной из трех форм: таблица, график и мнемосхема. Также окно содержит инструменты для настройки формы вывода информации, установки интервала опроса и кнопки для вызова дополнительных функций.

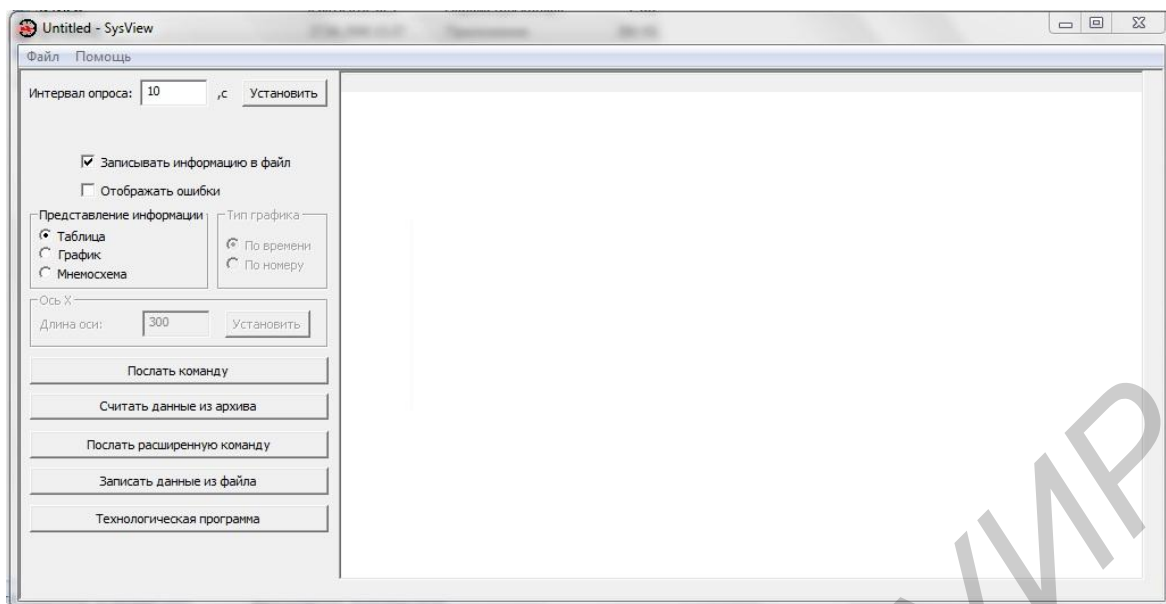


Рисунок 6.5 – Главное окно

6.10 Возможности при работе с прибором

Вывод информации в форме графика изображен на рисунке 6.6. Алгоритм вывода:

- 1 Задание интервала опроса.
- 2 Запись считанной информации в файл.
- 3 При выводе в виде таблицы наименования столбцов задаются в файле настройки.
- 4 При выводе в виде графика цвет и пределы по оси значений для каждого канала задаются в файле настройки.
- 5 При выводе в виде мнемосхемы цвет и координаты выводимых значений задаются в файле настройки (рисунок 6.7).
- 6 Изменение установок приборов (кнопка «Послать команду»).
- 7 Считывание внутренних архивов приборов с последующим сохранением в файл (кнопка «Считать данные из архива»).

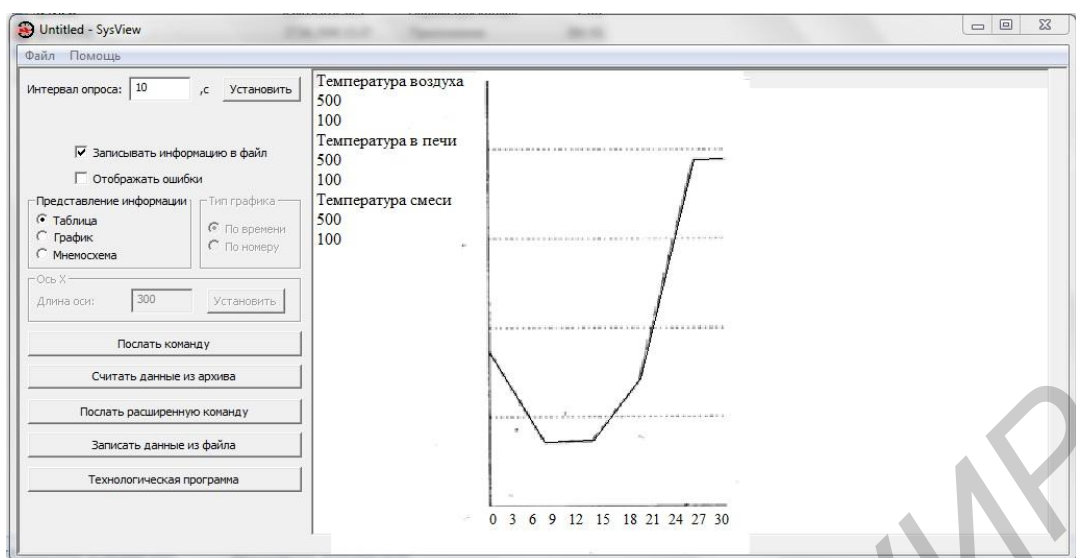


Рисунок 6.6 – Окно вывода информации

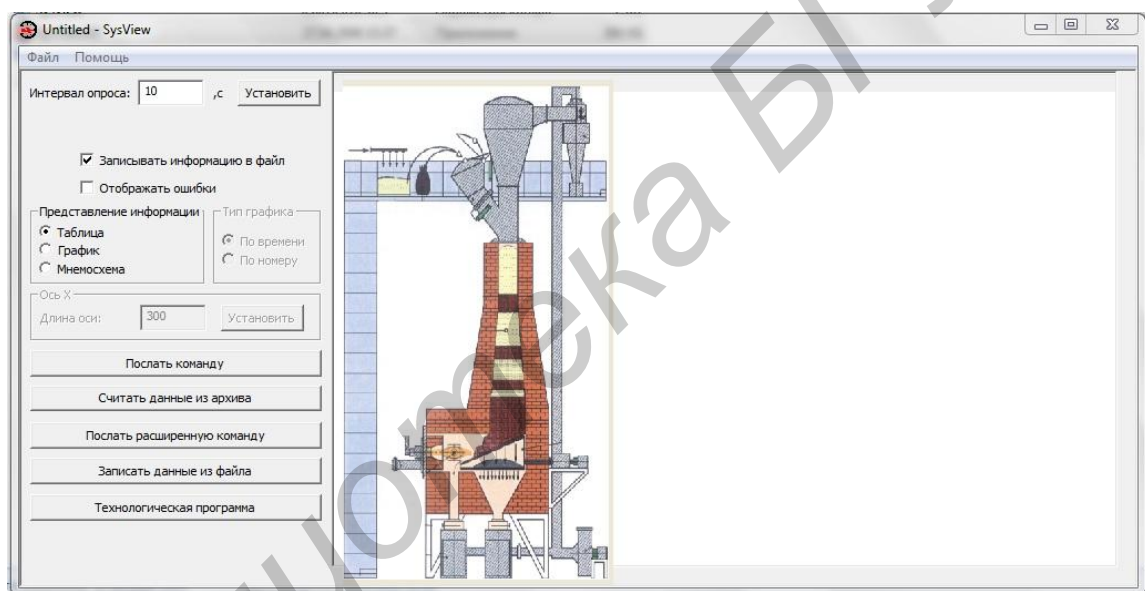


Рисунок 6.7 – Окно мнемосхемы

7 Принципиальная схема измерителя-регулятора

7.1 Введение

История появления измерителей-регуляторов началась со студентов-заочников Дудко Сергея и Пономарева Андрея (группа 000401). Они заявили, что имеется российская фирма «Овен», предлагающая бесплатно свои приборы (измерители-регуляторы) высшим учебным заведениям России. Возможно, что они поставят эти приборы и белорусам. Была составлена и оформлена заявка по их номенклатуре, отправлена по адресу в Москву с просьбой прислать также и принципиальные схемы. Ответ пришел примерно через месяц – ни приборов,

ни схем. Тем не менее на кафедре уже было известно, что имеется белорусская фирма, выпускающая аналогичные приборы, но за деньги, и что в текущем году защищает диплом сотрудник этой фирмы, студент Грищук Мирослав, взявший в качестве темы проекта один из вариантов измерителя-регулятора. Проведенные переговоры с администрацией фирмы позволили купить два комплекта ИР «Сосна-004», а также функциональные принципиальные схемы, спецификации, конструкторские чертежи, изображенные на рисунках 7.1 – 7.8, совместно с их довольно небрежным описанием, в котором нами исправлены орфографические и стилистические ошибки.

7.2 Описание работы измерителя-регулятора «Сосна» (составлено фирмой)

Измерители-регуляторы семейства «Сосна» являются универсальными приборами, применяемыми в различных отраслях для измерения и регулирования самых разнообразных технологических параметров.

Применение микропроцессорного управления позволяет использовать ИР для решения такого рода задач, где ранее было возможно использование только дорогостоящих промышленных контроллеров.

Блок-схема измерителя регулятора представлена на рисунке 7.1.

Измерительный сигнал, полученный от делителя напряжения, образованного термометром сопротивления и высокоточным резистором, поступает на вход коммутатора DD7. На коммутатор DD8 подаются сигналы опорного напряжения и потенциала земли. Эти сигналы в дальнейшем используются для компенсации погрешностей, связанных с паразитными токами утечки в коммутаторе и защитных диодах.

Опрос каналов происходит циклически. После коммутатора сигналы последовательно усиливаются и подаются на схему (DD12) преобразования напряжения в частоту (ПНЧ). Этот частотный сигнал подаётся на вход T0 таймера-счетчика микроконтроллера.

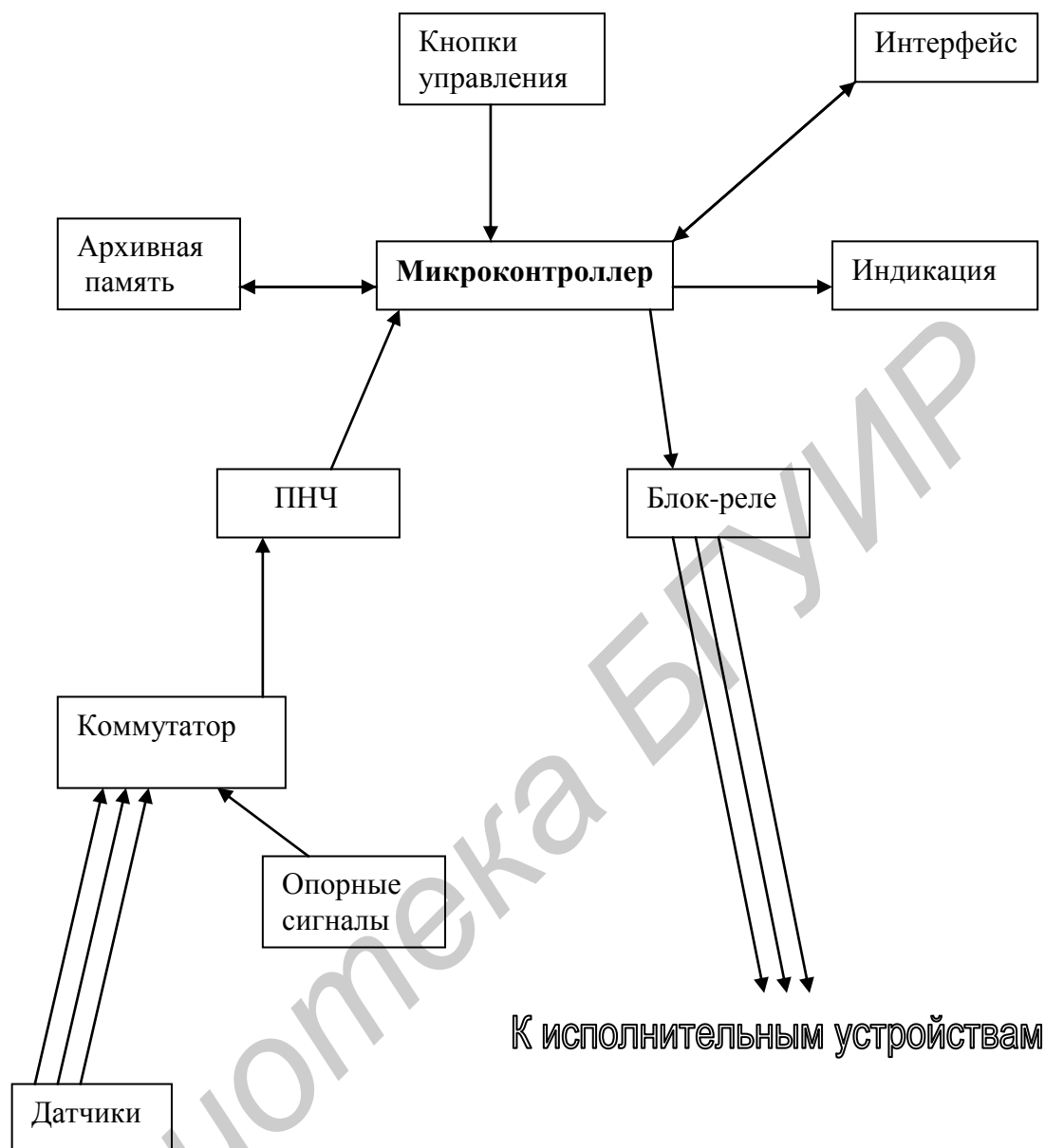


Рисунок 7.1 – Блок-схема измерителя регулятора

Отказ от традиционного АЦП в данном случае обусловлен более высокой помехозащищенностью и надежностью схемы преобразователя напряжение – частота, а также стабильностью его работы при перепадах напряжения питания.

Описание работы индикации

После преобразования команды микроконтроллера, полученной дешифратором DD3, с 0-го и 1-го выходов поочередно поступают импульсы записи для регистров управления индикацией (WRP для регистра DD1 и WRS для регистра DD2). Запись в регистры осуществляется положительным (возрастающим) фронтом импульса. Во время этого фронта на нулевом порте микроконтроллера уже «висит» код выбора разряда индикации для регистра DD1 и

код выбора активного сегмента для DD2. Регистры служат для временного хранения кода поступившего с портов микроконтроллера, позволяя освободить последние для передачи кода другим узлам. Таким образом, в каждом цикле работы регистров активным является только одно знакоместо индикации. Благодаря инерционности человеческого зрения поочередное загорание знакоместа индикации воспринимается оператором как непрерывное свечение.

Работа цепи запуска

Основное назначение данной цепочки – обеспечение автоматической перезагрузки микроконтроллера при его «зависании». При нормальной работе с выхода регистра D05 каждые несколько микросекунд на вход триггера DD2:1 поступает импульс. Он инвертируется и заряжает емкость C4. Пока емкость C4 заряжена, на выходе второго триггера сохраняется высокий уровень. Эта емкость разряжается на резистор R2, длительность разряда порядка 10 мс. Пришедший снова импульс опять заряжает конденсатор, так и не дав ему разрядиться. При «зависании» процессора импульсы зарядки не поступают на конденсатор, что приводит к появлению высокого уровня на выходе второго триггера, который подается на вход общего RST микроконтроллера, вызывая его сброс.

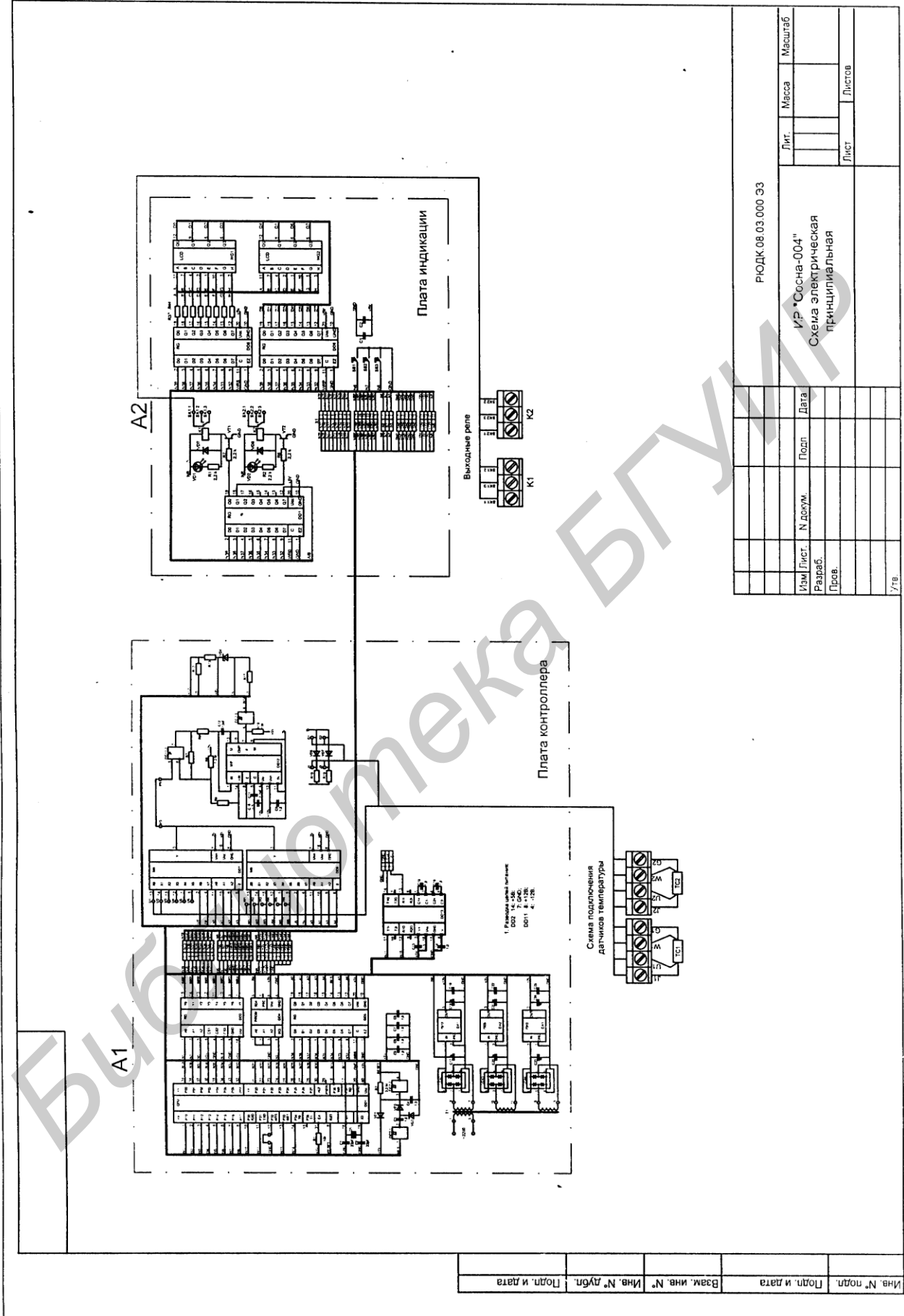
Микросхема DD4 представляет собой ППЗУ. Оно служит как для хранения настроек, задаваемых пользователем в процессе работы с прибором, так и коэффициентов компенсации погрешностей, заносимых при наладке. Использование для этих целей памяти микроконтроллера не обеспечивало бы сохранения этих параметров после выключения питания прибора. Обмен данными с микроконтроллером происходит по последовательному асинхронному каналу через выводы P14 и P13 порта микроконтроллера. К выводам P15, P16, P17 этого же порта подключены кнопки, нажатие которых приводит к появлению на соответствующих выводах низкого уровня, что вызывает прерывание основной программы и переход ее на подпрограммы управления или настройки прибора.

В зависимости от типа входных сигналов существуют различные исполнения измерителей-регуляторов семейства «Сосна»: для подключения датчиков сопротивления, термопар или датчиков с унифицированным токовым сигналом. Отличие этих приборов заключается лишь во входных цепях измерительных сигналов.

Результаты измерений в зависимости от исполнения прибора могут сохраняться в энергонезависимой памяти прибора или считываться персональным компьютером, используя интерфейс RS-232 или RS-485. В рассматриваемом макете для преобразования уровня сигналов до стандарта RS-232 служит микросхема DD13.

Измеренное значение сравнивается с заданием и затем, исходя из выбранного пользователем закона регулирования, управляющие сигналы процессора, пройдя регистры и усиливаясь с помощью транзисторов, замыкают или размыкают реле.

Принципиальные схемы, сборочные чертежи и спецификации приведены на рисунках 7.2 – 7.8.

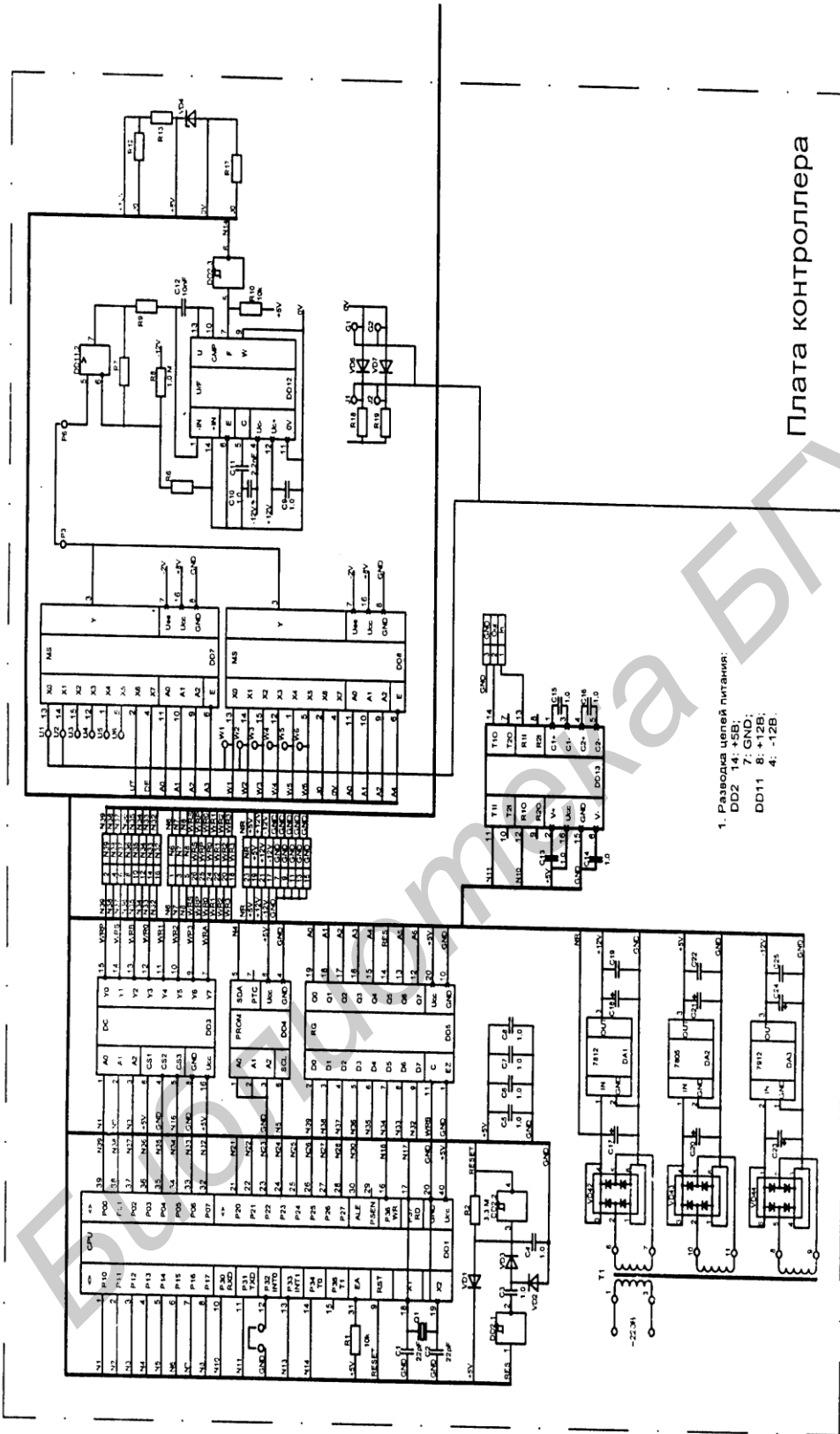


РЮДК.08.03.000.ЭЗ			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	ИР "Сосна-004"		
Пров.	Схема электрическая принципиальная		
Лист		Масса	Масштаб
Листов			
/гв			

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Рисунок 7.2 – Схема электрическая принципиальная ИР «Сосна-004»

A1



1. Разводка цепей питания:
 DD2 7: GND;
 DD11 8: +12В;
 4: -12В.

Схема подключения датчиков температуры

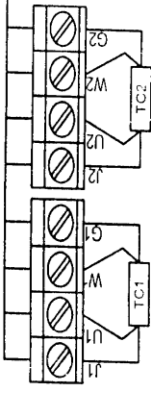
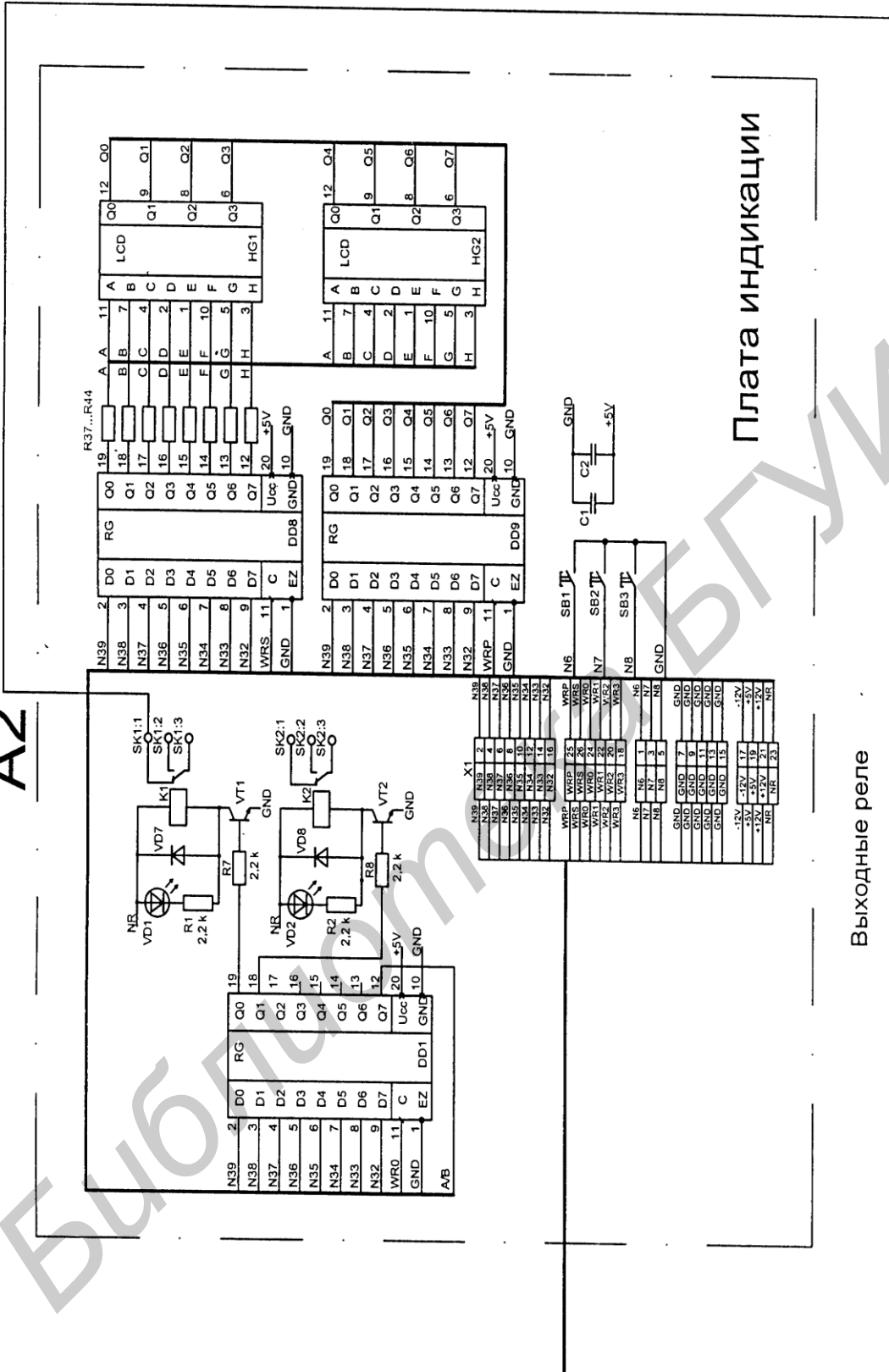


Рисунок 7.3 – Схема электрическая принципиальная платы контроллера

A2



Плата индикации

Выходные реле

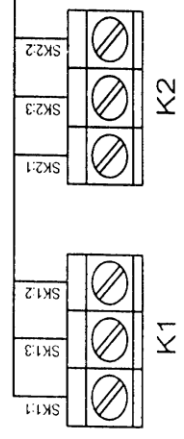
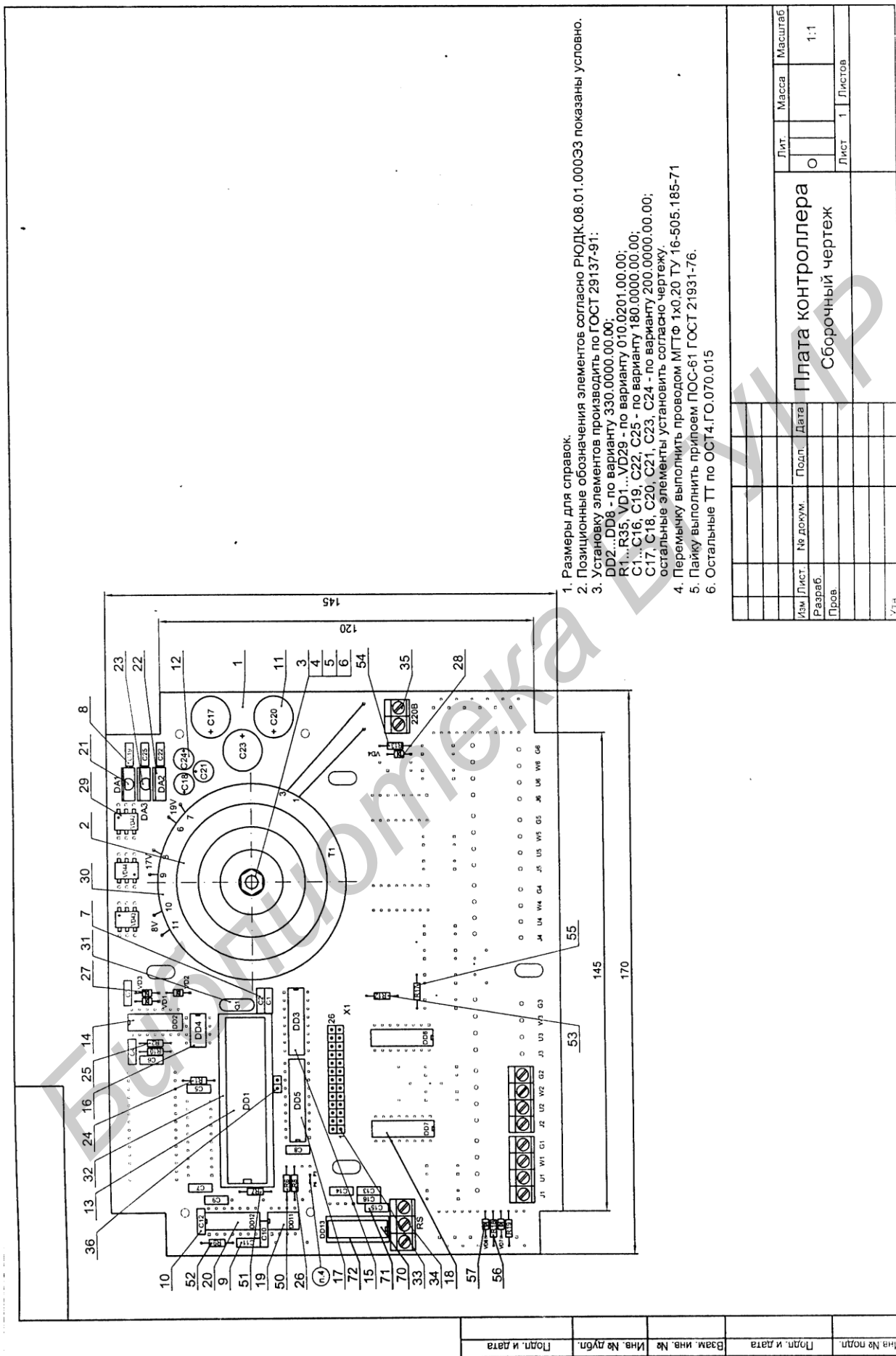


Рисунок 7.4 – Схема электрическая принципиальная платы индикации



1. Размеры для справок.
2. Позиционные обозначения элементов согласно РЮДК.08.01.00033 показаны условно.
3. Установку элементов производить по ГОСТ 29137-91; DD2...DD8 - по варианту 330.0000.00.00; R1...R35, VD1...VD29 - по варианту 010.0201.00.00; C1...C16, C19, C22, C25 - по варианту 180.0000.00.00; C17, C18, C20, C21, C23, C24 - по варианту 200.0000.00.00; остальные элементы установить согласно чертежу.
4. Перекрышку выполнить проводом МГТФ 1x0,20 ТУ 16-505.185-71
5. Пайку выполнить припоем ПОС-61 ГОСТ 21931-76.
6. Остальные ТТ по ОСТ 4.ГО.070.015

Лит.		Масса	Масштаб															
0			1:1															
Лист 1		Листов																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Изм</th> <th>Лист</th> <th>№ докум.</th> <th>Подп.</th> <th>Дата</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">Плата контроллера</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Сборочный чертёж</td> </tr> </tbody> </table>				Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Плата контроллера					Сборочный чертёж				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата														
Плата контроллера																		
Сборочный чертёж																		
Утв.																		

Имя № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Имя инв. №	Имя № дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	------------	-------------	--------------

Рисунок 7.5 – Сборочный чертёж платы контроллера

Поз. обозначение	Наименование	Кол-во	№ на рис. 7.5					
A1	Плата контроллера							
	Конденсаторы							
C1, C2	K10-176-M47-22 пФ ±10%-В ОЖО.460.172 ТУ	2						
C3...C10,C19								
C22,C25	K10-176-H90-1,0 мкФ-(+80-20)%-В ОЖО.460.172 ТУ	11						
C11	K10-176-M1500-2,2 пФ ±10%-В ОЖО.460.172 ТУ	1	9					
C12	K10-176-M1500-10 пФ ±10%-В ОЖО.460.172 ТУ	1	10					
C17,C20,C23	K50-35-25В-2200 мкФ ±20% ОЖО.464.214ТУ	3	11					
C18,C21,C24	K50-35-25В-100 мкФ ±20% ОЖО.464.214ТУ	3	21-12					
	Микросхемы							
DD1	AT89C52 "Atmel"	1	13					
DD2	IN74AC14N ТУРБ14513714.006-07-96 (КР1554ТЛ2)	1	14					
DD3	IN74AC138N ТУРБ14513714.006-05-96 (КР1554ИД7)	1	15					
DD4	AT24C02 (КР1568РР1)	1	16					
DD5	IN74AC574N ТУРБ14513714.006-08-97	1	17					
DD7, DD8	IW4051BN ТУРБ14513714.006-05-95 (К561КП2)	2	18					
DD11	IL358N	1	19					
DD12	КР1108ПП1 бКО.348.758 ТУ	1	20					
DD13	MAX232CPE "Maxim Integrated Products"	1	70					
DA1	MC78L12 "ON Semiconductor"	1						
DA2	MC7805 "ON Semiconductor"	1						
DA3	MC79L12 "ON Semiconductor"	1						
	Резисторы							
R1, R10	C2-33H-0,125-10 кОм ± 5 % -А-Д-В ОЖО.467.173 ТУ	2						
R2	C2-33H-0,125-3,3 МОм ± 5 % -А-Д-В ОЖО.467.173 ТУ	1	25					
R6	Резистор C2-29В-0,125-2 кОм ±0,5%-А ОЖО.467.130 ТУ	1						
R7	Резистор C2-29В-0,125-20 кОм ±0,5%-А ОЖО.467.130 ТУ	1	51					
R8	C2-33H-0,125-1,0 МОм ± 5 % -А-Д-В ОЖО.467.173 ТУ	1	26					
R9	Резистор C2-29В-0,125-10 кОм ±0,5%-А ОЖО.467.130 ТУ	1	52					
R12	Резистор C2-29В-0,125-8,25 кОм ±0,5%-А ОЖО.467.130 ТУ	1	53					
R13	Резистор C2-33H-0,125-680 Ом ±5%-А-Д-В ОЖО.467.173 ТУ	1	55					
R17	Резистор C2-29В-0,125-174 Ом ±0,5%-А ОЖО.467.130 ТУ	1						
R18,R19	Резистор C2-29В-0,125-8,25 кОм ±0,5%-А ОЖО.467.130 ТУ	2	56					
VD1...VD3	Диод КД522Б ДР3.362.029 ТУ	3	27					
VD4	Стабилитрон КС818 3.362.812 ТУ	1	57					
VD5	Перемычка							
VD42...VD44	Выпрямитель мостовой КЦ407А ТТ3.362.146ТУ	3						
VD6,VD7	Стабилитрон КС156А 3.362.812 ТУ	2						
T1	Трансформатор АРГО.671.111.163	1	2					
Q1	Резонатор кварцевый РК169МА-8АТ-11059,2 кГц	1	31					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.					ИР «Сосна-004» Схема электрическая принципиальная Перечень элементов			
Пров.								
					О		1	2
Инв.№ подл.	Подп. и дата		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата			

Рисунок 7.6 – Спецификация платы контроллера

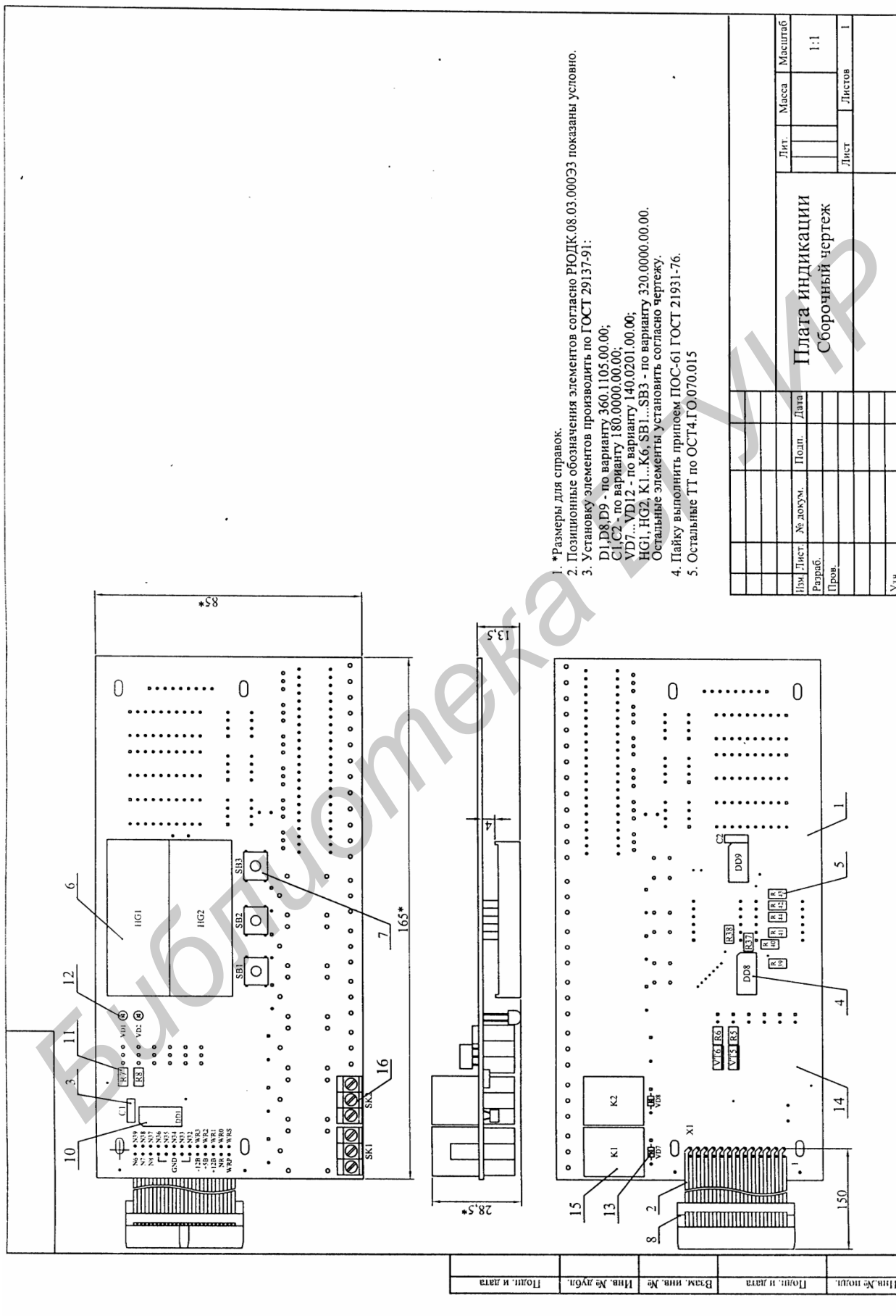


Рисунок 7.7 – Сборочный чертеж платы индикации

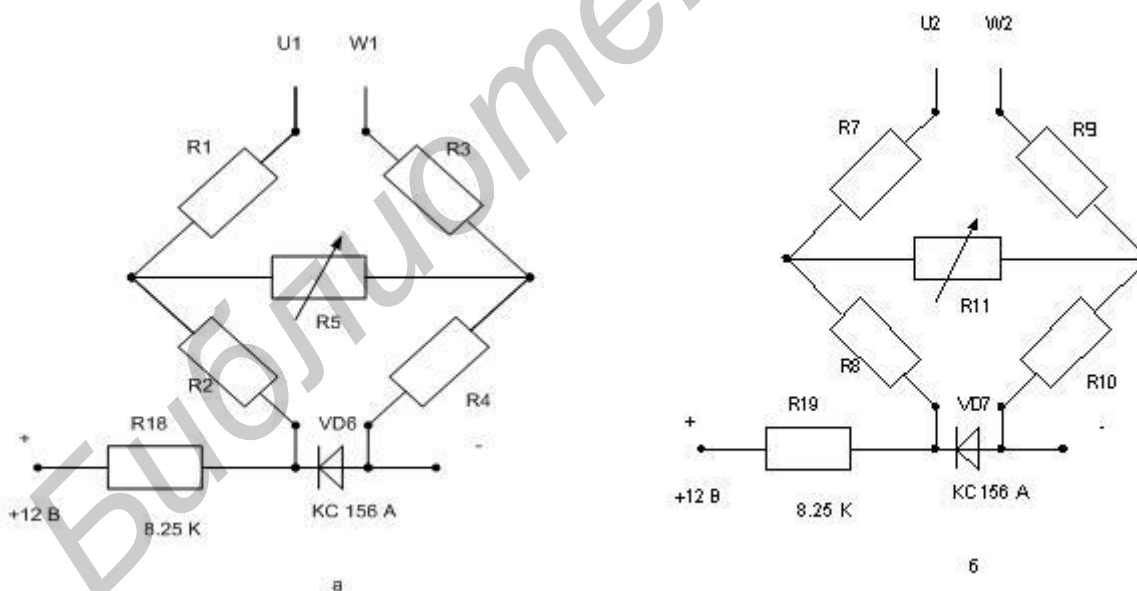
7.3 Замечания по схеме

После просмотра документации на рисунках 7.1 – 7.8 можно сделать следующие выводы:

1 Производители, т. е. сотрудники предприятий, очень неохотно делятся информацией сверх той, что приведена в руководстве по эксплуатации или каталоге. Возможно, что им кажется, что разглашается их «ноу-хау», как это произошло с российской фирмой «Овен», отказавшейся предоставить принципиальные схемы. Следовательно, студентам вузов надо помнить, что реальное производство – это не райские кущи. Надо вносить предложения, самим додумывать идеи и оформлять их.

2 На принципиальных схемах рисунков 7.2 – 7.4 связи между элементами изображены не в развернутом виде, а по типу жгутов. Необходимо, не спеша, разобравшись, нарисовать отдельные схемы в привычном виде, объяснив процессы; только после этого придет понимание: «а ведь здесь все так просто». И, конечно, необходима дополнительная информация, получаемая наиболее простым способом из компьютера. Вводится поисковая программа, производится распечатка справочных данных о микросхемах, обычно на английском, делаются обобщения.

Прежде всего измеритель-регулятор начинается с датчиков, в данном случае – термометров сопротивления и схем, в которые они введены. В развернутом виде, выделенном из рисунка 7.3, схемы четырехпроводного подключения изображены на рисунке 7.9.



а – первый канал; б – второй канал

Рисунок 7.9 – Схемы включения термосопротивлений (четырёхпроводных)

Запитываются термосопротивления от источника +12В, через резисторы R18, R19 с сопротивлением 8,25 кОм. Стабилитроны VD6, VD7 введены для

ограничения величины напряжения, поступающего в измерительную часть схемы. Символами R1, R2, R3, R4 и R7, R8, R9, R10 отмечены проводники, посредством которых термосопротивления R5 и R11 соединяются с входной частью прибора. Предполагается, что если проводники R1 и R3, а также R2 и R4 равны по длине, то образованный ими мост сбалансирован, поэтому изменение их сопротивлений в зависимости от температуры не вносит погрешность в результаты измерений.

Известны также и трехпроводные схемы, один из вариантов которых изображен на рисунке 7.10.

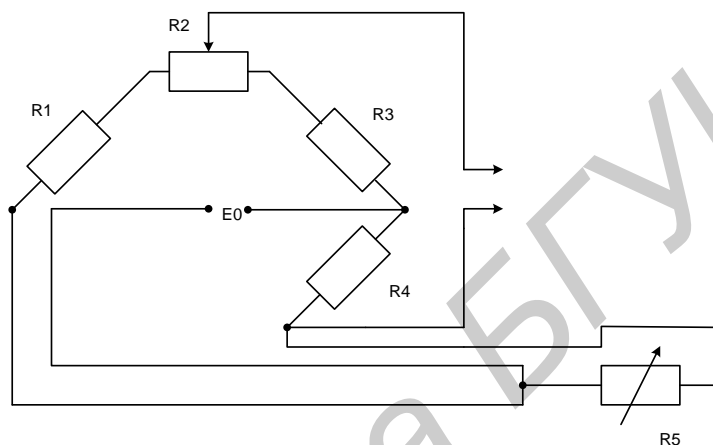


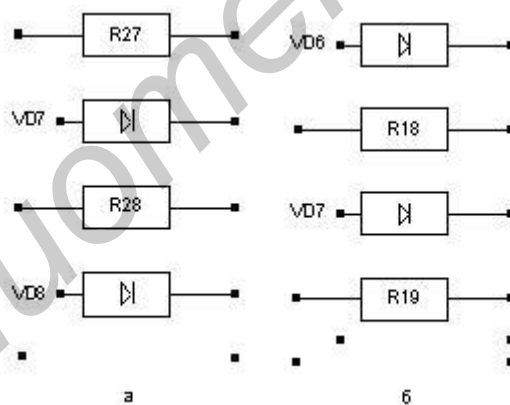
Рисунок 7.10 – Трехпроводная схема включения термосопротивления

Схема содержит резисторы R1, R3, R4, потенциометр R2 и термосопротивление R5, удаленное от прибора по производственным условиям (например: нагревательная печь и измерительный прибор расположены в разных местах цеха предприятия). Отличительной особенностью рисунка 7.10 является то, что здесь все-таки три провода вместо четырех, как у «Сосны-004», но зато необходимы высококачественные резисторы R1, R3, R4. Проблемой как рисунка 7.10, так и рисунка 7.9 является стабильность напряжения питания E0. Малейшая нестабильность E0 выражается в виде прямой погрешности измерения или управления. Именно поэтому в прежние времена в качестве E0 устанавливали так называемые «нормальные элементы» – высокостабильные маломощные аккумуляторы, напряжение которых было независимо от сети. При питании от сети все равно будет нестабильность, а следовательно, и погрешность. Тем более вызывает удивление решение E0, принятое в ИП «Сосна-004». Во-первых, питание измерительной части произведено от стабилизатора +12В. Конечно, «качка» его выходного напряжения будет выражаться в виде прямой погрешности измерения. И это видно по цифровым значениям на индикаторе ИП «Сосна-004», если вести наблюдения длительное время. Во-вторых, стабилитроны VD6, VD7 термонестабильны, особенно в тех режимах, в которых они используются в схеме «Сосны-004». Необходимая термокомпенсация отсутствует. Но лучше было бы вообще исключить стабилитроны из схемы.

Тем не менее в учебных целях схема изучается и делаются выводы.

С выходов U1, W1 и U2, W2 напряжения поступают на коммутаторы DD7, DD8, преобразуются в импульсы. В процессе преобразования низкоуровневые сигналы, выделяющиеся на выходах U1, W1 и U2, W2 некачественно коммутируются, кроме того, коммутаторы достаточно термо-нестабильны. Эти же замечания относятся и к операционному усилителю DD11.2 и т.д. Вообще коммутатор, операционный усилитель, генератор импульсов, играющий роль АЦП, можно было бы убрать из схемы, заменив все это микроконтроллером с аналоговыми портами, остальное сделала бы программа. Но в учебных целях наличие коммутатора, операционного усилителя, генератора импульсов оправдано.

Есть в схеме ИР «Сосна-004 » и монтажные ошибки, одна из которых видна на рисунке 7.11, которому также соответствует расположение элементов на печатной плате (видно под прозрачным оргстеклом передней панели лабораторного макета). Стабилитрон VD6 (позиция 57) должен быть размещен выше резистора R18, тогда будет образована схема рисунка 7.3. В действительности он расположен ниже R19, т. е. не включен параллельно четырех-проводной схеме рисунка 7.9, а. Ясно, что измерения в этом варианте производятся так же, как и со стабилитроном, без него даже лучше, не вносятся термопогрешности. Но уж раз стабилитрон показан на схеме, то он должен быть там, где изображен. Эта монтажная ошибка как предмет изучения по-своему показательна.



а – в реальности; б – в идеале

Рисунок 7.11 – Расположение элементов на печатной плате

Ошибка видима сквозь оргстекло передней панели лабораторной установки, на печатной плате. По отверстиям под монтаж резисторов и диодов видно, что элементы должны быть расположены попарно. Но нижний диод на рисунке 7.11, а припаян, а парного ему резистора нет. Значит, здесь ошибка монтажа.

7.4 Замечания по структурным схемам

1 Из теории автоматического управления следует, что качественные системы, в том числе и импульсно-цифровые, к которым относится ИР «Сосна-004», должны быть замкнутыми (рисунок 7.12):

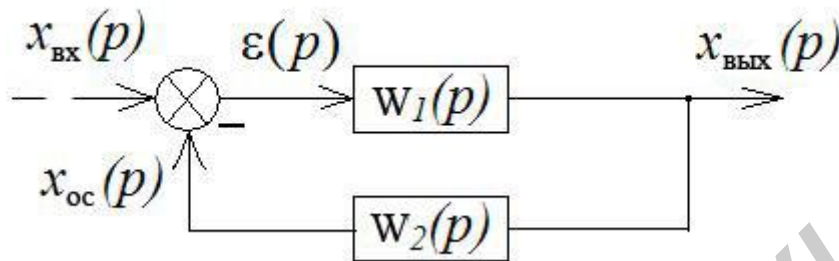


Рисунок 7.12 – Замкнутая система управления

Если система рисунка 7.12 действует в непрерывном режиме, то

$$x_{\text{вых}}(p) = x_{\text{вх}}(p) \cdot \frac{w_1(p)}{1 + w_1(p) \cdot w_2(p)}.$$

Зададимся условно, что $x_{\text{вых}}(p) = 1$, $w_2(p) = 1$;

$$w_1(p) = 1, x_{\text{вх}}(p) = 1 \cdot \frac{1}{1+1} = \frac{1}{2};$$

$$w_1(p) = 10, x_{\text{вх}}(p) = 1 \cdot \frac{10}{1+10} = 0,9;$$

$$w_1(p) = 100, x_{\text{вх}}(p) = 1 \cdot \frac{100}{1+100} = 0,99;$$

$$w_1(p) = 1000, x_{\text{вх}}(p) = 1 \cdot \frac{1000}{1+1000} = 0,999.$$

Таким образом, чем выше коэффициент усиления в передаточной функции $w_1(p)$, тем точнее повторяет система управления $x_{\text{вх}}(p)$. Здесь не рассматривается влияние инерционностей и других факторов. Теперь примем, что система рисунка 7.12 выполнена на импульсно-цифровом принципе. При желании получить хотя бы однопроцентную погрешность необходимо, чтобы сигнал рассогласования $\varepsilon(p)$ был эквивалентен 100 импульсам. Это означает, что при коэффициенте усиления, равном 100 единицам, дискретизация выходной координаты будет по крайней мере не хуже, чем одна сотая доля. Для того чтобы в результате вычитания на элементе сравнения получить $\varepsilon(p)=100$ импульсов, необходимо $x_{\text{вх}}(p) \geq 100 \cdot 100 \approx 10000$ импульсов.

Все это характерно для неизменного уровня $\varepsilon(p)$. При быстро изменяющемся $\varepsilon(p)$ должна удовлетворяться теорема Котельникова, число импульсов $\varepsilon(p)$ соответственно возрастает.

В ИР «Сосна-004» в качестве цифрового элемента применен 8-разрядный AT89C52 «Atmel» (рисунок 7.7 – спецификация), возможности которого – 256 единиц в десятичной форме. В памяти контроллера записана цифровая величина $x_{\text{вх}}(p)$, с нею сравнивается (вычитается) цифровая величина $x_{\text{ос}}(p)$, в момент сравнения формируется сигнал о том, что $x_{\text{ос}}(p) > x_{\text{вх}}(p)$, (или наоборот); этот сигнал усиливается, при включении (выключении) реле. То есть система управления получается релейной не только потому, что в ней используется электромеханическое реле (что само по себе плохо, так как реле должны быть электронными), а, прежде всего потому, что сигнал $\varepsilon(p)$ на рисунке 7.12 имеет скачкообразный характер. Выходной сигнал $x_{\text{вых}}(p)$ в лучшем случае представляется экспоненциально-пилообразным, пульсирующим относительно заданного значения. Пульсации тем меньше, чем выше частота следования импульсов. Но в ИР «Сосна-004» длительность одного импульса составляет несколько секунд; кроме того, интервалы между импульсами в несколько раз больше, следовательно, ИР «Сосна-004» может быть использована только для чрезвычайно инерционных объектов управления, постоянные времени которых определяются часами или больше. Кроме того, релейные системы управления имеют невысокую точность из-за пульсаций, поэтому приведенные в таблицах 1.2, 1.3, 1.4 погрешностные показатели вызывают большое сомнение или относятся к чему-то другому.

2 Измерение переменных автоматического процесса может производиться по разомкнутому и по замкнутому методам. Приличные измерительные устройства реализуются по замкнутому методу. Это означает, что входная измеряемая величина поступает на устройство сравнения, из нее вычитается сигнал обратной связи, результат сравнения через формирующие элементы подается на индикаторы. В изучаемом приборе ИР «Сосна-004» все организовано по разомкнутому методу. Измеряемый сигнал после промежуточных преобразований поступает на индикацию, обратная связь отсутствует. Таким образом, в двух буквах ИР (измеритель-регулятор) в отношении второй подразумевается, хоть и релейное, но все-таки замкнутое состояние, но первая буква – измерение удовлетворяется на самом элементарном разомкнутом уровне.

8 Лабораторный макет

Выполнен из прозрачного оргстекла, под которым расположен в развернутом виде, со снятым кожухом прибор ИР «Сосна-004». Размещение элементов на печатных платах может быть найдено визуально, через оргстекло, но вспомогательное значение также имеют сборочные чертежи на рисунках 7.5, 7.7.

Элементы принципиальной схемы рисунка 7.2 изображены на передней панели в виде прямоугольников с контактными гнездами (рисунок 8.1), причем размещение прямоугольников на передней панели по возможности аналогично их расположению на поле принципиальной схемы рисунка 7.2 (контактные гнезда соединены с контрольными точками принципиальной схемы через резисторы, если они есть; это сделано для того, чтобы при ошибочной коммутации не произошла порча элементов). В размещенный под оргстекло прибор записана программа для термосопротивления, имеющего типовые значения нижнего и верхнего сопротивлений, зависящих от температуры. Вне этих пределов программа не работает.

В исследуемом макете термосопротивления отсутствуют, потому что это было бы связано с наличием нагревателя, большими затратами времени. Поэтому в учебных целях термосопротивления заменены потенциометрами; при вращении ручек потенциометра по часовой стрелке увеличивается сопротивление, как бы эквивалентное нарастающему термосопротивлению.

В *левом верхнем углу* расположены кнопки управления. Они есть на принципиальной схеме по рисунку 7.4, их также видно под оргстеклом на печатной плате индикации (размещены ниже индикаторов), на сборочном чертеже рисунка 7.7 они обозначены седьмой позицией. Гнезда прямоугольника на рисунке 8.1 «Кнопки управления» соединены через резисторы с контрольными точками №6, 7, 8 на схеме рисунка 7.4, а кнопки не подключены к кнопкам схемы рисунка 7.4. Это сделано для того, чтобы студенты не производили программирование по своему усмотрению: задача лабораторной состоит в изучении принципиальной схемы и процессов в ней, но не в программировании. (в приборе ИР «Сосна-004» есть такая операция, как «Пароль», если ее запрограммировать и не запомнить, то деблокировку можно произвести только в условиях предприятия).

В *нижней части* в левом углу передней панели размещен прямоугольник DD13 – это интерфейс, то есть схема согласования, включенная совместно с разъемом RS232. На принципиальной схеме рисунка 7.3 эта микросхема расположена в центре поля чертежа.

В *средней части* поля передней панели лабораторного макета сверху вниз вначале размещены гнезда выходных реле K_1, K_2 . Они соединены напрямую с гнездами, расположенными непосредственно у реле K_1, K_2 , находящихся рядом с регистром 2. Восемь гнезд датчиков температуры подключены к контактам J1, U1, W1, G1; J2, U2, W2, G2 на принципиальной схеме рисунка 7.3. Если ручки тумблеров «ИМИТАТОРЫ» расположены в верхнем положении, то действуют ручки потенциометров «ИМИТАТОР 1» и «ИМИТАТОР 2». Вращая их по часовой стрелке, увеличиваем сопротивление, имитируя нарастание термосопротивления.

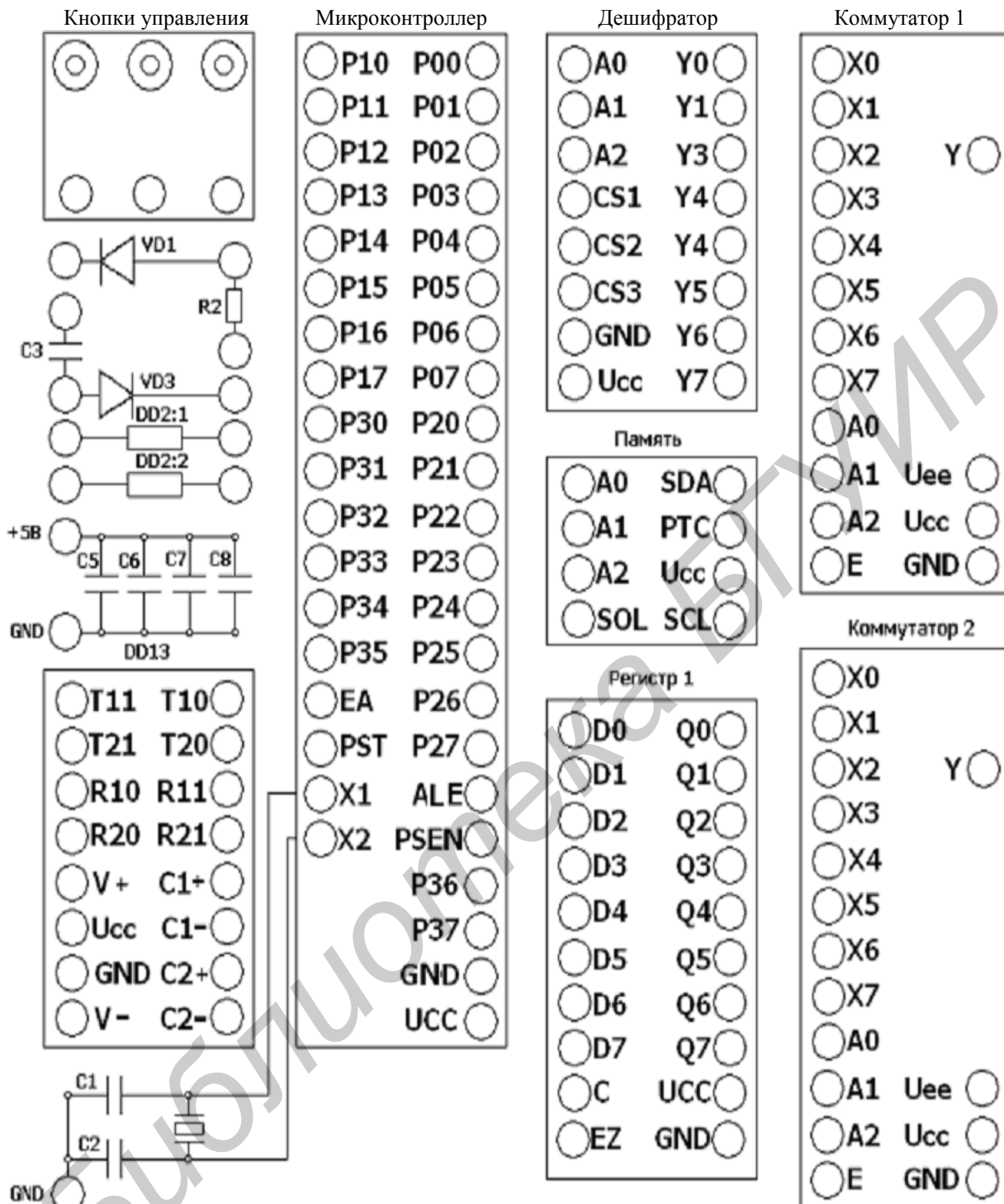


Рисунок 8.1 – Передняя панель

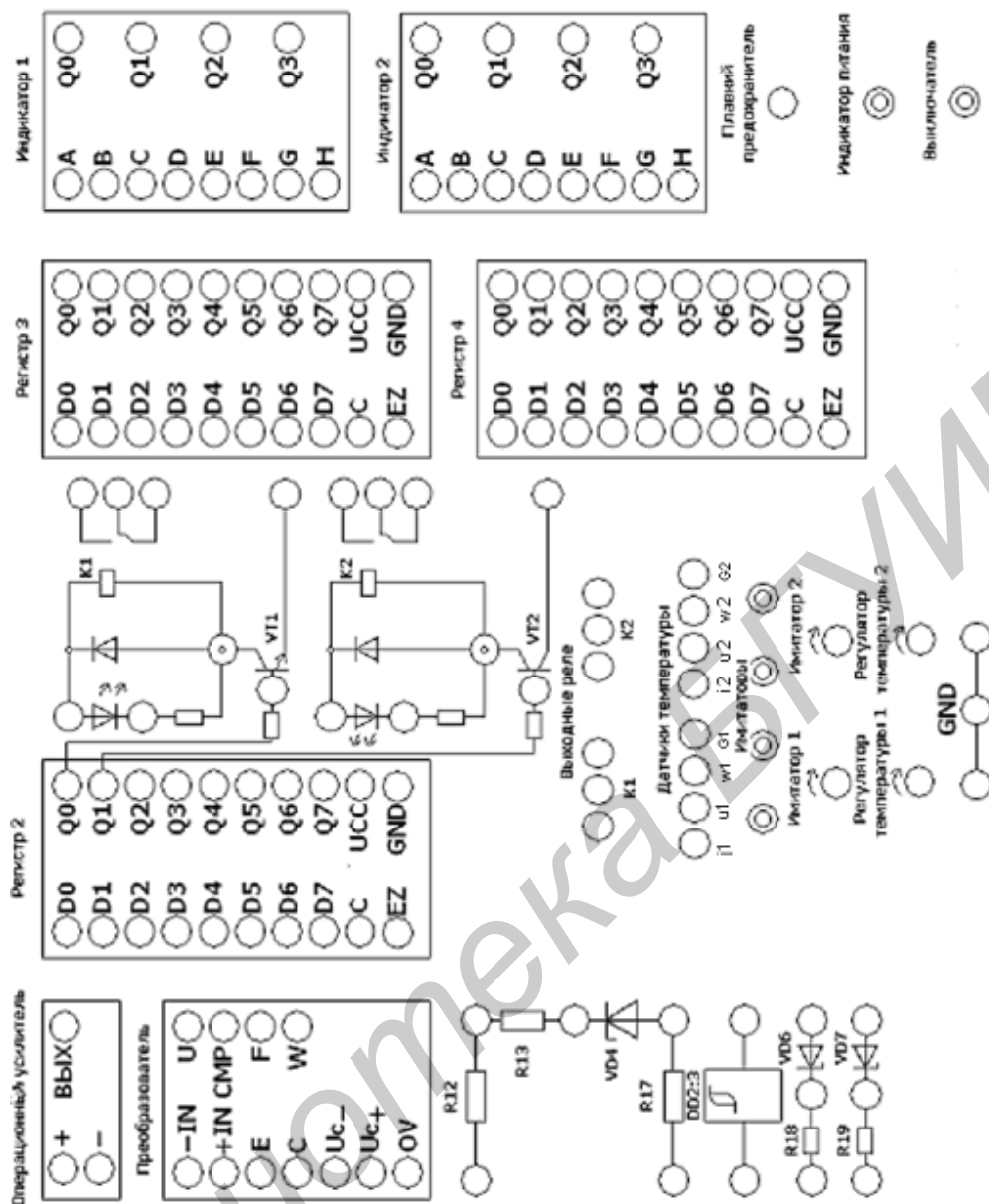


Рисунок 8.1 – Передняя панель (продолжение)

При нижнем положении тумблеров предполагается подключение датчиков температуры – термосопротивлений по схеме рисунка 7.3. В исследуемом макете такого подключения нет, поэтому нижнее положение ручек тумблеров является резервным. Также в резерве находятся потенциометры «Регулятор температуры 1» и «Регулятор температуры 2». Остальные элементы передней панели макета полностью соответствуют принципиальным схемам рисунков 7.2, 7.3, 7.4, представленным фирмой «Энергоприбор».

9 Порядок проведения лабораторной работы

1 Включить штепсельную вилку в розетку с сетевым напряжением 220 В, 50 Гц. Установить верхнее положение ручек тумблеров «ИМИТАТОРЫ».

Включить тумблер «ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ». Примерно через несколько секунд начинают высвечиваться цифры на индикаторах, которые в принципе должны показывать температуру, так как в микроконтроллере записана программа под конкретный тип датчика температуры. В действительности к входным клеммам прибора подключены имитаторы «ИМИТАТОР 1» и «ИМИТАТОР 2», то есть потенциометры, снимаемое с них напряжение пропорционально тому напряжению, которое выделялось бы на термосопротивлениях. Поэтому цифры на индикаторах соответствуют какой-то условной температуре.

Кроме того, потенциометр изменяет свое сопротивление от нуля до максимума, в то время как датчик температуры – термосопротивление от нижнего граничного значения (которое всегда больше нуля) до верхнего граничного значения. Программа в микроконтроллере составлена именно на этот диапазон, и все, что ниже, она воспринимает как ошибку, при этом на индикаторе могут отображаться неадекватные цифры.

2 Вращая ручку потенциометра «ИМИТАТОР 1» по часовой стрелке, установить на индикаторах цифровое значение в окрестности 70 единиц (немного больше или меньше). Если индикаторы не работают, то установить на входах U1-W1 или J1-G1 напряжение примерно 0,75 В, используя электронный вольтметр постоянного тока.

3 Ознакомиться с техническим описанием микросхем DD7, DD8 – коммутаторов (аналоговых мультиплексоров – демультимплексоров) IW 4051 В, приведенным в приложении. Найти их вначале на принципиальной схеме рисунка 7.3, затем на плате контроллера (рисунок 7.5) и на печатной плате ИР «Сосна-004» под оргстеклом лабораторного макета. Прямоугольники передней панели обозначены названиями «КОММУТАТОР 1» и «КОММУТАТОР 2».

При исследованиях необходим двулучевой осциллограф и вольтметр постоянного напряжения. Выделить потенциальные и земляные входы осциллографа. Для этого коснуться пальцами поочередно обоих входных проводников. Тот, который выделяет на экране осциллографа наводку 50 Гц с помехами, является потенциальным, другой, не дающий развертку, сводящий ее к нулевой светящейся линии, является земляным. В любых цепях схемы прибора пользоваться только потенциальными проводниками, для земляных на передней панели есть гнезда GND.

Подключая поочередно потенциальные проводники обоих лучей осциллографа к электродам 9, 10, 11 микросхемы DD7 (прямоугольник «КОММУТАТОР 1» гнезда A2, A1, A0), а земляной – к гнезду GND, наблюдать осциллограммы импульсов, зарисовать их, отсчитывая длительности по секундной стрелке наручных часов. Небольшая ошибка отсчета здесь не имеет принципиального значения. Сделать то же самое и для входа разрешения E (электрод 6, на передней панели гнездо E).

Построить временные диаграммы относительно друг друга, чтобы была видна задержка или одновременность фронтов и спадов, то есть взаимное расположение во времени. Провести аналогичную работу и для выхода Y коммутатора (электрод 3 микросхемы).

4 Наблюдать аналогичные временные диаграммы на тех же гнездах для второго коммутатора «КОММУТАТОР 2», построить графики с учетом взаимного расположения импульсов, объяснить их, имея в виду, что выходы Y обоих коммутаторов (электрод 3 микросхемы) соединены вместе. Подключая вольтметр к гнездам X_0 , X_1 , а также Y (электроды 13, 14, 3 обеих микросхем DD7, DD8), измерить цифровые значения напряжений уровней импульсов. При этом надо иметь в виду, что амплитуды импульсов измеряются другими способами, но поскольку здесь импульсы длинные (несколько секунд), то даже стрелочный вольтметр успевает измерить их плоские вершины.

5 Ознакомиться с техническим описанием микросхемы операционного усилителя IL358N, приведенном в приложении. Найти эту микросхему DD11,2 на принципиальной схеме рисунка 7.3, на сборочном чертеже платы контроллера рисунка 7.5, на печатной плате ИР «Сосна-004» под оргстеклом лабораторного макета. Прямоугольник «ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ» содержит три гнезда: неинвертирующий – вход, инвертирующий – вход и выход. Из принципиальной схемы рисунка 7.3 следует, что соединенные вместе выходы коммутаторов подключены к неинвертирующему входу ОУ, а в цепи отрицательной обратной связи с выхода ОУ на его вход включен резистор R7.

Подключить в любой последовательности потенциальные входы двулучевого осциллографа к гнездам $-$, $+$, Вых (электроды 6, 5, 7), зарисовать осциллограммы, с помощью осциллографа измерить амплитуды импульсов на выходе и входах ОУ, рассчитать коэффициент усиления.

6 Ознакомиться с техническим описанием микросхемы DD12 – КР1108ПП1 – управляемый генератор импульсов, на передней панели лабораторного макета он выделен прямоугольником с надписью «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ». Предназначен для преобразования импульсов на входе в более высокочастотные импульсы. В сущности, если на вход генератора импульсов подавать непрерывное напряжение и изменять его от нуля до максимума, но медленно, то на выходе генератора будут выделяться импульсы, частоты следования которых пропорциональны амплитуде входного напряжения и изменяются в диапазоне от нуля до 10 кГц, (можно и выше), но без гарантии на строгую пропорциональность.

Поскольку в приборе ИР «Сосна-004» на вход генератора поступают импульсы с выхода операционного усилителя, и эти импульсы длинные – несколько секунд, – то на протяжении действия этих импульсов генератор генерирует на выходе частоту, которая пропорциональна амплитуде входных импульсов, принимая ее как непрерывное напряжение. Найти микросхему DD12 на принципиальной схеме рисунка 7.3, на печатной плате контроллера рисунка 7.5, на печатной плате прибора ИР «Сосна – 004» под прозрачным оргстеклом лабораторного макета.

Используя потенциальные входы осциллографа, наблюдать и зарисовать формы напряжений всех электродов генератора импульсов. Осциллографическим методом измерить частоты генерируемых импульсов. Для этого установить четкое изображение на интервале развертки луча осциллографа

двух импульсов по краям развертки, по положению ручки осциллографа определить частоту развертки. Два импульса – это наименьшая частота для самого низкого по амплитуде входного импульса. Других два входных импульса повыше, и естественно, что они порождают более высокочастотную генерацию на выходе. Эта более высокочастотная генерация также четко изображается на экране осциллографа, т. е. вначале развертываются два импульса, затем большее их количество, затем среднее. Импульсы вполне можно подсчитать за те несколько секунд, когда на входе генератора присутствуют управляющие импульсы, их три (вначале меньшего уровня, потом большего и дальше – среднего).

В итоге генератор импульсов (преобразователь) преобразует уровни входных импульсов в частоты, т. е. условно выполняет операцию аналого-цифрового преобразования.

7 Из внешнего вида осциллограмм импульсов на выходе генератора импульсов (седьмой электрод микросхемы DD12, на передней панели макета гнездо F) следует, что они не совсем прямоугольны. Для улучшения прямоугольности введена микросхема DD2:3. Ознакомиться в приложении с техническим описанием микросхемы DD2:3 – IN74AC14N – это обычная микросхема триггера-инвертора Шмитта, выполняющая роль инвертора.

Найти эту микросхему DD2:3 на принципиальной схеме рисунка 7.3, на сборочном чертеже рисунка 7.5, на печатной плате прибора ИП «Сосна-004» под прозрачным оргстеклом макета лабораторной работы. Передняя панель макета отображает микросхему в виде прямоугольника с надписью «DD2:3», на входе и выходе которого установлены контактные гнезда (центр панели).

Подключая потенциальные электроды осциллографа к входу и выходу DD2:3, наблюдать и зарисовать осциллограммы, разместить их во времени относительно импульсов, управляющих коммутаторами DD7, DD8.

8 Как следует из принципиальной схемы рисунка 7.3, выход микросхемы DD2:3 (электрод 6, или проводник №14) подключен к 14-му электроду микроконтроллера DD1, являющегося центральным элементом прибора ИП «Сосна-004». В нем обрабатывается информация о результатах измерения или регулирования, поступающая в форме импульсов, частота которых пропорциональна амплитуде напряжения аналогового входного сигнала.

Применение микроконтроллера является модным техническим решением, если не иметь в виду существенных недостатков. Например, по какой-то причине перестала действовать записанная в нем программа. Или испортился микроконтроллер. В первом случае, в идеале, на предприятии, эксплуатирующем ИП «Сосна-004», должен быть программист, кроме того, необходимо оборудование для его работы: компьютер и программатор. Или необходимо обращаться в фирму, выпускающую и поставляющую ИП, – в «Энергоприбор». Возникает зависимость, неуверенность: что ждать, если это случится, сколько пройдет времени и сколько надо платить. Во втором случае, при порче контроллера ситуация еще хуже, так как микросхема контроллера может быть вообще снята с производства и вместо нее выпускается новая модель, как это

делается с компьютерами. Следовательно, весь прибор ИР «Сосна-004» нефункционален, его надо заменять другим. Когда не было микроконтроллеров, измерители и регуляторы не имели подобных недостатков, их можно было легко отремонтировать непосредственно на предприятии. Все это надо иметь в виду, принимая технические решения. Но в учебных целях изучение микроконтроллеров необходимо, поэтому в действующем устройстве производится наблюдение за внешними процессами на электродах входах-выходах.

Необходимо ознакомиться с технической документацией к микроконтроллеру AT89C52, приведенной в приложении. Найти условное изображение микроконтроллера на принципиальной схеме рисунка 7.3, расположение на сборочном чертеже рисунка 7.5, на печатной плате под оргстеклом лабораторного макета. Прямоугольнику передней панели соответствует надпись «МИКРОКОНТРОЛЛЕР».

Поочередно подключая потенциальный вход осциллографа ко всем электродам микроконтроллера, зарисовать осциллограммы действующих электронных процессов в схеме, объяснить их, наблюдая за неизменностью цифрового значения на светящемся цифровом индикаторе. Если цифровое показание изменится или пропадет, отключить потенциальный вход осциллографа от соответствующего гнезда и перейти к следующему, очередному.

Пропадание высвечивания на цифровом индикаторе означает, что потенциальный вход осциллографа, подключенный к электроду микроконтроллера, нарушил режим функционирования, произошел сбой. Особенно чувствительны в этом отношении электроды 18 и 19 (X1, X2), к которым подключен кварц. Потенциальный вход осциллографа обладает емкостью, которая, подключаясь к кварцу, нарушает его режим работы, условия самовозбуждения; генерация прекращается, микроконтроллер не работает.

9 Подключившись потенциальными электродами осциллографа к гнездам триггера-инвертора Шмитта DD2:1, DD2:2, навесным элементам VD1, R2, C3, VD3, C5-C8, необходимо наблюдать и зарисовывать осциллограммы, объяснить их. Микросхема DD2:3 уже исследовалась в пункте 7, поэтому дополнительные указания не требуются.

10 Дешифратор, отмеченный на передней панели лабораторного макета надписью «ДЕШИФРАТОР 1», предназначен для работы в соответствии с таблицей истинности, приведенной в приложении для микросхемы 74AC138. Там же приведена логическая схема, иллюстрирующая процессы в дешифраторе.

Ознакомиться с техническим описанием микросхемы 74AC138. Найти ее на принципиальной схеме рисунка 7.3 (DD3), на сборочном чертеже рисунка 7.5, на печатной плате прибора ИР «Сосна-004» под оргстеклом лабораторного макета.

Подключая поочередно ко всем гнездам прямоугольника «ДЕШИФРАТОР 1» потенциальные входы осциллографа, наблюдать и зарисовывать осциллограммы, объяснять их в соответствии с таблицей истинности

микросхемы. При этом обратить внимание на то, что входы А0, А1, А2 (1, 2, 3 электроды, проводники №1, №2, №3), а также СS3 (5 электрод, проводник №16) являются общими с микроконтроллером.

11 Микросхема DD4 PROM расшифровывается как Programmable Real Only Memory – это программируемая пользователем память (в русской терминологии ППЗУ – программируемые ПЗУ). Обозначена на передней панели лабораторного макета как «ПАМЯТЬ». Обратить внимание на то, что электроды 5 и 6 (SDA и SCL, проводники №4 и №5) являются общими с соответствующими электродами микроконтроллера, как это следует из принципиальной схемы рисунка 7.3. Найти эти электроды микроконтроллера, убедиться в одинаковости осциллограмм.

Ознакомиться с технической документацией микросхемы DD4 (спецификация рисунка 7.6 – АТ24С02), приведенной в приложении. Найти микросхему на сборочном чертеже рисунка 7.5 и на печатной плате под оргстеклом корпуса лабораторного макета.

Подключая потенциальные входы осциллографа поочередно ко всем гнездам прямоугольника «ПАМЯТЬ», наблюдать и зарисовывать осциллограммы, объяснить их.

12 В соответствии со спецификацией рисунка 7.6 микросхема DD5, изображенная на принципиальной схеме рисунка 7.3, – это регистр IN74АС574N. Ознакомиться с ее технической документацией, приведенной в приложении. Найти микросхему DD5 на сборочном чертеже рисунка 7.5 и на печатной плате контроллера под прозрачным оргстеклом лабораторного макета. На передней панели микросхема DD5 выделена прямоугольником с надписью «РЕГИСТР 1».

Обратить внимание, что электроды микросхемы 2 – 9 (рисунок 7.3, входы D0 – D7, проводники №39 – №32) являются общими с соответствующими электродами микроконтроллера DD1. Найти их, выписать номера, составить таблицу цифровых обозначений микроконтроллера и регистра, соединенных друг с другом. В таблице привести номера электродов микросхем, проводников и буквенно-цифровых обозначений.

Посредством потенциальных входов осциллографа наблюдать и зарисовать осциллограммы всех электродов микросхемы, расположить их друг под другом с учетом временных переменных на горизонтальных осях, объяснить осциллограммы.

13 Микросхема DD13 совместно с разъемом (рисунок 7.3) предназначена для согласования внешнего цифрового устройства, например, компьютера, со схемой прибора ИР «Сосна-004» образует так называемый интерфейс, в данном случае ИНТЕРФЕЙС-232. На передней панели лабораторного макета микросхема обозначена прямоугольником с надписью DD13, расположенным с левой стороны.

Найти микросхему DD13 на сборочном чертеже рисунка 7.5, на печатной плате прибора ИР «Сосна-004» под оргстеклом передней панели, в спецификации рисунка 7.6, где она называется MAX232CPE «Maxim Integrated

products». Так как это учебный прибор, то разъема в комплекте интерфейса нет, но его можно видеть на корпусе рядом расположенного другого прибора ИР «Сосна-002» (если он есть).

Обратить внимание, что электроды 11 и 12 (Т11, R10, проводники №11, №10), общие с микроконтроллером. Найти соответствующие электроды микроконтроллера.

Применяя потенциальные входы осциллографа наблюдать и зарисовать осциллограммы всех электродов микросхемы DD13, расположить их друг под другом, привести объяснения.

14 Микросхемы DD1, DD8, DD9 на принципиальной схеме рисунка 7.4 одинаковы (спецификация рисунка 7.8, где микросхемы DD8, DD9 обозначены как DD2, DD3), в связи с этим методика их исследования аналогична. Найти микросхемы DD1, DD8, DD9 на сборочном чертеже рисунка 7.7, причем на печатной плате под оргстеклом корпуса видна только микросхема DD1, две другие, DD8, DD9, размещены снизу печатной платы, поэтому их не видно. На передней панели лабораторной установки микросхемы обозначены прямоугольниками с надписями «РЕГИСТР 2», «РЕГИСТР 3», «РЕГИСТР 4». В пункте 12 уже была описана такая же микросхема с другим исполнением корпуса, здесь все то же, но электроды не впаиваются в отверстия, а присоединяются пайкой к контактным площадкам подложки.

По методике пункта 12 исследовать микросхемы DD1, DD8, DD9, зарисовать и привести объяснения осциллограмм.

15 Индикаторы HG1, HG2 на принципиальной схеме рисунка 7.4 высвечивают цифровые значения измеряемых величин. В спецификации рисунка 7.8 имеют названия CM4-0565L00, «sharlight». На передней панели лабораторного макета обозначены прямоугольниками «ИНДИКАТОР 1» и «ИНДИКАТОР 2».

Обратить внимание, что на выходах DD8 по схеме рисунка 7.4 установлены резисторы R37...R44, т. е. электроды 19...12 соединены с входами HG1, HG2 не напрямую, а через сопротивления 150 Ом. Вместе с тем электроды микросхемы DD9 Q0...Q7 напрямую соединены с входами Q0...Q3 индикаторов HG1, HG2.

С помощью потенциальных электродов осциллографа наблюдать осциллограммы на электродах индикаторов, зарисовать, объяснить их.

16 В качестве выходных коммутирующих элементов в приборе ИР «Сосна-004» применены реле BS-115с S-A-12A-24VDC, «BeStar» (рисунок 7.8, спецификация платы индикации). Это не лучший вариант, так как механические реле обладают рядом недостатков: низкая надежность, механический износ, невысокий частотный диапазон, отсутствие авторитета в электронике. Тем не менее раз уж они применены, представляется возможность наблюдения и исследования.

Ознакомиться с технической документацией на реле, приведенной в приложении. Найти реле на принципиальной схеме рисунка 7.4, на сборочном чертеже рисунка 7.7. На печатной плате индикации под прозрачным оргстеклом их не видно, так как они расположены в нижней части платы, поэтому

найти реле на печатной плате рядом расположенного прибора ИР «Сосна-002», у которого снят кожух (если он есть). Подключаясь потенциальными электродами осциллографа к гнездам схем реле на передней панели лабораторной установки, наблюдать и зарисовать осциллограммы, объяснить их, осциллографическим методом измерить уровни напряжений. Используя омметр, найти одноименные гнезда, расположенные рядом с обмотками К1, К2 реле и в средней части передней панели, обозначенные надписями «ВЫХОДНЫЕ РЕЛЕ», К1, К2. Определить замкнутые и разомкнутые контакты реле; при этом надо иметь в виду, что гнезда передней панели лабораторной установки соединены с контактными выводами реле через резисторы 1 кОм для предупреждения нежелательных аварийных ситуаций (если эти резисторы есть). Для того чтобы реле переключалось, необходимо изменять потенциометрами «ИМИТАТОР 1» и «ИМИТАТОР 2» сопротивления, но это нежелательно с целью предупреждения их износа.

10 Контрольные вопросы

- 1 Двухпроводная, трехпроводная и четырехпроводная схемы подключения термосопротивлений.
- 2 Схемы подключения термопар.
- 3 Для чего включены стабилитроны VD6, VD7?
- 4 Объяснить осциллограммы на электродах коммутаторов DD7, DD8.
- 5 Рассказать принципы работы коммутаторов.
- 6 Рассказать об операционных усилителях: их свойства, частотная коррекция, балансировка, способы включения (инвертирующее, неинвертирующее, дифференциальное), синфазные и противофазные сигналы, входные и выходные сопротивления.
- 7 Объяснить схему включения операционного усилителя в ИР «Сосна-004», осциллограммы на его электродах.
- 8 Рассказать о генераторах импульсов: мультивибраторах, блокинг-генераторах, схемах на логических элементах, операционных усилителях, негatronах, таймерах, микросхемах, кварцевой стабилизации.
- 9 Рассказать о генераторе импульсов КР1108 ПП1.
- 10 Объяснить осциллограммы на электродах КР1108 ПП1.
- 11 Рассказать о триггерах, симметричных, несимметричных (триггерах Шмитта), на логических элементах, интегральных, на защелках, на операционных усилителях, негatronах.
- 12 Рассказать об интегральных триггерах-инверторах Шмитта, примененных в ИР «Сосна-004», объяснить осциллограммы на их электродах.
- 13 Рассказать о микроконтроллере в схеме ИР «Сосна-004».
- 14 Объяснить осциллограммы на электродах микроконтроллера.
- 15 Рассказать о дешифраторах.
- 16 Объяснить осциллограммы на электродах дешифратора.
- 17 Рассказать о микросхеме памяти PROM.

- 18 Объяснить осциллограммы на электродах микросхемы памяти.
- 19 Рассказать о регистрах DD5 на плате контроллера и DD1, DD8, DD9 на плате индикации.
- 20 Объяснить осциллограммы на электродах регистров.
- 21 Рассказать о реле, способах их включения совместно с транзисторами, о согласовании с выходами микросхем.
- 22 Рассказать об осциллограммах на электродах релейных схем, объяснить их.
- 23 Рассказать об индикаторах и осциллограммах на их электродах.

Литература

- 1 Прянишников, В. А. Электроника: полный курс лекций / В. А. Прянишников. – СПб. : «Корона принт», 2004.
- 2 Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника: учебник / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. Я. Гуров. – М. : «Горячая линия – Телеком», 2004.

Учебное издание

Решетилов Анатолий Родионович
Ольшевский Николай Иванович

СХЕМОТЕХНИКА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Методическое пособие
к лабораторной работе
«Измеритель-регулятор «Сосна-004»
для студентов специальности 1-53 01 07
«Информационные технологии и управление
в технических системах»
всех форм обучения

Редактор Т. П. Андрейченко
Корректор Е. Н. Батурчик

Подписано в печать
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 3,0.

Формат 60x80 1/16.
Отпечатано на ризографе.
Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. .
Заказ 873.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П.Бровки, 6