

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**  
по ПМ 03 «Эксплуатация систем автоматизации»,  
**МДК 03.01 «Теоретические основы технического**  
**обслуживания и эксплуатации автоматических**  
**и мехатронных систем управления»**  
для студентов специальности  
15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств  
(по отраслям)  
базовой подготовки

Челябинск, 2020

Методические рекомендации  
составлены в соответствии с  
программой профессионального  
модуля ПМ.03 «Эксплуатация  
систем автоматизации»

ОДОБРЕНО

Предметной (цикловой)  
Комиссией АП  
протокол №  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель ПЦК  
\_\_\_\_\_/ В. В. Лыкова /

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по НМР  
\_\_\_\_\_/ Т.Ю. Крашакова  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**Автор:** Строев Ю. Н., преподаватель Южно-Уральского государственного технического колледжа.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по профессиональному модулю ПМ03 «Эксплуатация систем автоматизации» МДК 03.01. «Теоретические основы технического обслуживания и эксплуатация автоматических и мехатронных систем управления» предназначены для обучающихся по специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) базовой подготовки.

Лабораторные и практические занятия являются важным элементом учебной дисциплины. В процессе выполнения лабораторных и практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Методические рекомендации предназначены для организации выполнения лабораторных и практических работ по ПМ03 «Эксплуатация систем автоматизации» МДК 03.01. «Теоретические основы технического обслуживания и эксплуатация автоматических и мехатронных систем управления»

Программой предусмотрено выполнение 2 лабораторных и 3 практических работ, направленных **на формирование элементов следующих компетенций:**

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ПК 3.1. Выполнять работы по эксплуатации систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса.

ПК 3.2. Контролировать и анализировать функционирование параметров систем в процессе эксплуатации.

ПК 3.3. Снимать и анализировать показания приборов.

***умений:***

- обеспечивать эксплуатацию автоматических и мехатронных систем управления;
- производить сопровождение и эксплуатацию аппаратно-программного обеспечения систем автоматического управления и мехатронных устройств и систем;
- перепрограммировать, обучать и интегрировать автоматизированные системы CAD/CAM;

**обобщение, систематизацию, углубление и закрепление знаний:**

- нормативные требования по эксплуатации мехатронных устройств, средств измерений и автоматизации;
- методы настройки, сопровождения и эксплуатации аппаратно-программного обеспечения систем автоматического управления, мехатронных устройств и систем;
- методы перепрограммирования, обучения и интеграции в автоматизированную систему CAD/CAM.

Описание каждой лабораторной и практической работы содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения работы знания, умения и элементы компетенций, теоретическое изложение необходимого ма-

териала (при необходимости примеры выполнения заданий), варианты заданий, описание алгоритма выполнения работы и контрольные вопросы (с целью выявить и устранить недочеты в освоении материала).

Для получения дополнительной, более подробной информации по основным вопросам учебной дисциплины в конце методических рекомендаций приведен перечень информационных источников.

Отчеты студентов по лабораторным и практическим работам должны содержать номер, название и цель работы, выполненные задания и их результаты, ответы на контрольные вопросы и выводы по проделанной работе.

Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с приложением А.

## ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№ занятия	Тема	Наименование занятия	Часы
1	<b>Тема 1</b> Эксплуатация мехатронных устройств, средств измерений и автоматизация.	Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.	4
2		Снятие статической характеристики манометра.	2
		Всего:	6

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ занятия	Тема	Наименование занятия	Часы
1	<b>Тема 1</b> Эксплуатация мехатронных устройств, средств измерений и автоматизация.	Проведение технической диагностики устройства.	2
2		Программирование интеллектуального реле OMRON ZEN-10C1DR-D.	6
3	Настройка, сопровождение и эксплуатация аппаратно-программного обеспечения систем автоматического управления, мехатронных устройств и систем.	Подключение датчиков технологической информации и анализ их технических характеристик.	4
		Всего:	12

## **Лабораторная работа №1**

### **Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.**

**Цель работы:** Формирование умений исследования электрических сигналов универсальным осциллографом, освоение методов измерения параметров электрических сигналов.

**Знания (актуализация):**

- нормативные требования по эксплуатации мехатронных устройств, средств измерений и автоматизации;
- принципа действия, функциональной схемы и назначение узлов универсального электронного осциллографа;
- методов измерения параметров электрических сигналов;

**Умения:**

- обеспечивать эксплуатацию автоматических и мехатронных систем управления;
- измерять параметры электрических сигналов;

**Элементы следующих компетенций:**

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ПК 3.2. Контролировать и анализировать функционирование параметров систем в процессе эксплуатации.

ПК 3.3. Снимать и анализировать показания приборов.

## 1 Теоретическое обоснование

### Основные положения

Электронный осциллограф является одним из наиболее универсальных измерительных приборов, предназначенных для визуального наблюдения электрических сигналов и измерения их параметров. Исследуемый сигнал отображается на экране электронно-лучевой трубки в виде светящихся линий или фигур, называемых осциллограммами. Осциллограмма представляет собой функциональную зависимость двух или трех величин  $y = F(x)$  или  $y = F(x,z)$ , каждая из которых является, в свою очередь, функцией времени:  $y(t), x(t), z(t)$ .

Упрощенная структурная схема осциллографа (рисунок 1) состоит из двух каналов формирования сигналов по координатам X и Y и канала Z, предназначенного для модуляции яркости луча электронно-лучевой трубки. Канал вертикального отклонения, предназначенный для передачи исследуемого сигнала на вертикально отклоняющие пластины электроннолучевой трубки ЭЛТ, состоит из последовательно соединенных аттенюатора (ослабителя) АТТ и усилителя Y. Такое соединение необходимо для расширения динамического диапазона исследуемых сигналов. Таким образом, отклонение луча  $l_y$  на экране будет пропорционально подаваемому на вход Y сигналу и будет характеризоваться коэффициентом отклонения  $K_{откл}$ , используя который можно определить амплитуду (размах) входного сигнала

$$U_y = K_{откл} \cdot l_y$$

Коэффициент отклонения имеет фиксированные значения и размерность **Вольт/дел.**, и указан на положениях переключателя входного аттенюатора. Эти фиксированные значения справедливы только при максимальном, плавно регулируемом усилении усилителя.



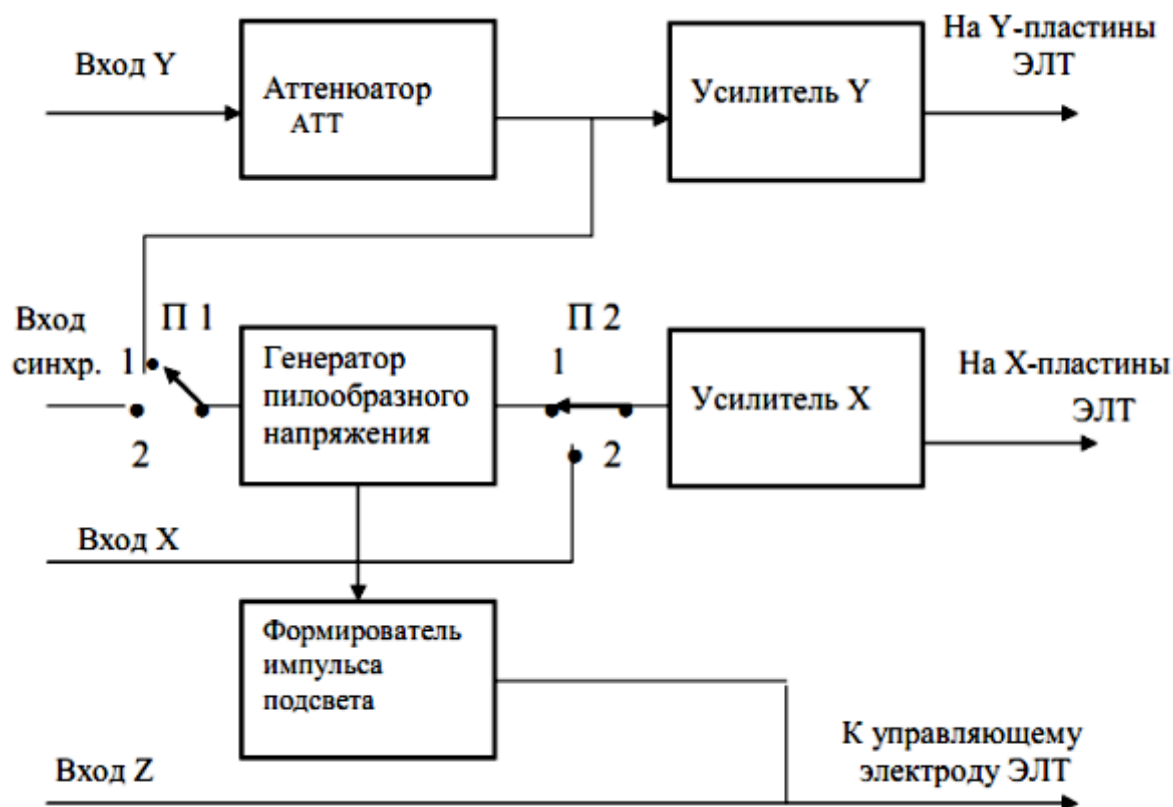


Рисунок 1 - Структурная схема осциллографа.

Канал горизонтального отклонения выполняет две функции: развертывание сигнала пропорционально времени и отклонение луча любым сигналом, поданным на вход X .

**В первом случае** на горизонтальные пластины подается сигнал от генератора пилообразного напряжения ГПН при положении 1 переключателя П2. В этом случае луч по оси X передвигается прямо пропорционально времени, позволяя наблюдать на экране сигнал  $y(t)$ . Временной масштаб развертки характеризуется крутизной наклона пилообразного напряжения и регулируется переключателем длительности развертки с указанием численного значения  $K_{разв}$ , имеющего размерность **время/дел.**, с помощью которого можно определить отрезок времени по формуле

$$\tau = K_{разв} \cdot I_x$$

Важным условием неподвижного изображения наблюдаемого на осциллографе сигнала является синхронизация частоты развертывающего напряжения и частоты исследуемого сигнала. При **внутренней синхронизации** (переключатель П1 поставлен в положение 1) входной сигнал поступает на ГПН, осуществляя синхронность развертки. При **внешней синхронизации** (переключатель П1 поставлен в положение 2) синхронизирующий сигнал должен быть подан извне на гнездо «**ВНЕШН. СИНХР.**» При этом ручками на осциллографе «**УРОВЕНЬ**», следует отрегулировать неподвижность изображения на экране.

Особое место в работе осциллографа представляет режим **внешнего запуска**, используемого, как правило, для наблюдения импульсных процессов по длительности много меньших их периода повторения. В этом режиме запуск развертки осуществляется подачей на вход «**ВНЕШН.**» синхроимпульса, предшествующего наблюдаемому сигналу на некоторый промежуток времени, устанавливаемый обычно в стандартных импульсных генераторах как «**ЗАДЕРЖКА**». Длительность развертывающего сигнала ГПН устанавливается сравнимой с длительностью наблюдаемого импульсного процесса, что позволяет проводить наблюдение и измерение параметров короткого импульсного процесса, каким является, в частности, фронт импульса.

В случае использования канала X для подачи любого сигнала переключатель П2 устанавливается в положение 2. При этом внешний сигнал подается на **ВХОД X**.

Канал 2 используется для модуляции яркости свечения луча, применяемой для подсвета прямого хода развертки, создания меток времени, электронной лупы и т.д. и т.п. На «**ВХОД 2**» для управления яркостью луча

можно подать внешний сигнал, но при этом частота подаваемого сигнала должна быть когерентна частоте исследуемого сигнала, а значит и частоте развертки.

### **Параметры электрического сигнала.**

Параметры электрического сигнала, поданного на вход осциллографа, определяются по его осциллограмме путем измерения ее геометрических размеров и с учетом коэффициента отклонения  $K_{откл}$  и коэффициента развертки  $K_{разв}$ . Погрешность измерения параметров будет определяться не только точностью измерения геометрического размера (отклонения луча), но и точностью воспроизведения сигнала на экране осциллографа.

Точность воспроизведения амплитудных параметров зависит от:

- неравномерности амплитудно-частотной характеристики;
- погрешности коэффициента передачи аттенюатора;
- численно выражена в погрешности  $K_{откл}$ .

При этом частота исследуемого сигнала должна находиться в пределах полосы пропускания усилителя вертикального отклонения.

Точность воспроизведения временных параметров зависит от:

- точности градуировки переключателя коэффициента развертки  $K_{разв}$ ;
- от линейности пилообразного напряжения.

Погрешность  $K_{разв}$  отражена в технических характеристиках осциллографа.

При использовании канала X для подачи внешнего сигнала необходимым является условие, чтобы частота подаваемого сигнала была ниже верхней граничной частоты усилителя X.

При исследовании импульсных сигналов определяющим является время нарастания переходной характеристики канала вертикального отклонения  $t_u$ , являющегося откликом осциллографа на включение идеально-го скачка напряжения на входе Y. Время нарастания  $t_u$  - это временной интер-

вал, в течение которого луч переходит от уровня 0,1 до уровня 0,9 от установившегося значения импульсного отклика.

Время нарастания  $t_u$  и полоса пропускания  $f_v$  связаны соотношением

$$t_u = \frac{0,35}{f_v}$$

При подаче на вход осциллографа реального скачка напряжения, имеющего фронт  $\tau_\phi$ , на экране будет наблюдаться скачок напряжения с фронтом еще большей длительности  $\tau_{\phi_{изм}}$ , который связан с фронтом импульса и временем нарастания соотношением

$$\tau_{\phi_{изм}} = \sqrt{\tau_\phi^2 + \tau_u^2}.$$

Таким образом, измерив по осциллографу фронт импульса  $\tau_{\phi_{изм}}$  и определив полосу пропускания  $f_v$ , можно определить действительную длительность фронта измеряемого импульса

$$\tau_\phi = \sqrt{\tau_{\phi_{изм}}^2 - \left(\frac{0,35}{f_v}\right)^2}$$

## 2 Приборы и оборудование.

- 1) Универсальный осциллограф С1-159, С1-137.
- 2) Генератор сигналов Г6-43
- 3) Мультиметр
- 4) Соединительные провода и кабели.

### Задание.

1) По техническому описанию осциллографа изучите его технические характеристики, расположение и назначение органов управления, проверьте калибровку канала вертикального отклонения и длительности развертки. При необходимости произведите регулировку.

2) Измерьте коэффициент усиления и чувствительность каналов вертикального отклонения в режиме их максимального усиления. Измерение произвести синусоидальным сигналом генератора на частоте 1 кГц.

3) Определите верхнюю граничную частоту полосы пропускания каналов вертикального отклонения. Определите время нарастания переходной характеристики усилителя вертикального отклонения.

4) Получите на экране осциллографа изображение импульсной последовательности с генератора импульсов, установив на нем параметры согласно варианта (таблица 1), заданного преподавателем, применив внешний запуск развертки импульсом с гнезда "синхроимпульсы" генератора Г6-43.

Таблица 1 - Параметры импульсной последовательности генератора.

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Амплитуда (показание прибора Г5-54) В	20	30	40	50	60	50	40	30	40	50
Частота повторения, кГц	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Длительности импульса, мкс	800 250	400 100	300 100	200 50	150 50	150 30	120 40	ПО 30	90 30	70 20

5) Проведите измерение следующих параметров импульсной последовательности:

а) амплитуду импульса, используя калиброванные значения коэффициентов отклонения. При этом ручка плавного усиления должна находиться в крайнем

правом положении (до щелчка). Сравните ее с показанием вольтметра с учетом включенного коэффициента ослабления.

Оцените точность измерения.

Результат измерения представьте в виде  $U_{имп} = U_{изм} \pm \Delta U$  с учетом правил округления.

б) длительности импульсов с помощью калиброванной развертки (ручка плавной регулировки развертки должна находиться в крайнем правом положении). Измерение проведите дважды, устанавливая разные значения длительности, заданные преподавателем. В каждом случае оценивайте точность измерения. Данные сведите в таблицу 2, соблюдая правила округления.

Таблица 2- Измерения.

Показание генератора импульсов, мкс	$\tau$	$\tau$
Длительность импульсов, мкс		
Погрешность измерения, мкс		

в) период повторения импульсов с помощью калиброванной развертки.

г) Измерьте длительность переднего фронта импульса. Определить действительное значение фронта, учитывая время нарастания переходной характеристики усилителя вертикального отклонения осциллографа.

д) Определите частоту повторения импульсов

$$F = \frac{1}{T}$$

где  $T$  - период повторения.

е) Оцените точность измерения. Измерьте частоту повторения импульсов с помощью интерференционных фигур.

Результаты измерений занесите в таблицу 3, соблюдая правила округления.

Таблица 3 - Частота повторения импульсов.

Параметр	Метод калиброванной развертки	Метод интерференции фигур
Частота повторения, кГц		
Погрешность измерения, кГц		

### 3 Порядок выполнения работы.

1) Измерение коэффициента усиления и чувствительности каналов X и Y.

При экспериментальном определении коэффициента усиления и чувствительности осциллографа по тому или иному каналу на вход соответствующего усилителя подают синусоидальное напряжение с выхода генератора такой величины, чтобы отклонение луча составило 0,8 - 0,9 максимального размера экрана. Одновременно этот сигнал подают на вход вольтметра действующего значения типа ВЗ. Измерив размах (двойную амплитуду) смещения электронного луча, найдите искомый коэффициент усиления по формуле

$$K_{yc} = \frac{l \cdot K_{дел}}{2\sqrt{2} \cdot h_0 \cdot U_{вх}},$$

где  $l$  – отклонение электронного луча в мм;

$K_{дел}$  – коэффициент деления входного аттенюатора (по таблице 4);

$h_0$  – чувствительность пластин ЭЛТ(по руководству эксплуатации);

$U_{вх}$  – входное напряжение, определяемое по вольтметру.

Таблица 4 - Коэффициент деления входного напряжения.

Тип осциллографа	Делитель	Положение переключателя входного аттенюатора											
		мВ / дел					В /дел						
		2	5	10	20	50	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10
C1-137	-	2	5	10	20	50	100	200	500	$10^3$	$2 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	-
	1:10	20	50	100	200	$5 \cdot 10^3$	$10^4$	$2 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$10^4$	$2 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	-
C1-159	-	2	5	10	20	50	100	200	500	$10^3$	$2 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$10^4$

Чувствительность осциллографа

$$S_{осц.} = K_{yc} \cdot h_0$$

2) Определение верхней граничной частоты пропускания канала и времени нарастания переходной характеристики.

Не изменяя соединений приборов для определения чувствительности осциллографа, установите при максимальном плавном усилении размер откло-

нения 0,8 - 0,9 максимального размера экрана, регулируя уровень выходного сигнала генератора на частоте 1 кГц. Затем, увеличивая частоту генератора, добейтесь на экране уменьшения отклонения в  $\sqrt{2}$  раз. При этом следует следить за постоянством выходного напряжения генератора по показаниям вольтметра.

Произведите отсчет частоты  $f_в$  по лимбу генератора, определите время нарастания переходной характеристики усилителя канала.

### 3) Измерение параметров импульсного сигнала.

Измерение амплитудных и временных параметров электрических сигналов производится на осциллографе с учетом положения переключателей чувствительности на входе канала Y и переключателя скорости развертки. При этом ручки **усиление плавно** канала Y и **частота развертки плавно** должны находиться в крайнем правом положении.

При измерении амплитуды импульса получите на экране осциллографа изображение, равное не менее 0,4 размера экрана и, измерив отклонение луча  $l_Y$ , определить амплитуду импульса по формуле

$$U_{имп} = l_Y \cdot K_{откл}.$$

Для измерения периода повторения получите на экране последовательность не более 2-х импульсов и, измерив расстояние  $l_X$  между одноименными точками, определите период повторения

$$T = K_{разв} l_X$$

Для измерения длительности импульса "растяните" его по горизонтали до величины не менее 0,4 размера экрана и, измерив на экране размер импульса  $l_X$  по уровню 0,5 амплитуды, определить длительность импульса

$$\tau_{имп} = K_{разв} \cdot l_X$$

Для измерения длительности переднего фронта импульса обязательным условием является использование внешнего запуска развертки осциллографа синхроимпульсом генератора Г6-43 и введением задержки выходного им-



пульса генератора относительно синхроимпульса. Сначала установите задержку равную 0 и, манипулируя ручками **стабильность и уровень**, настройте внешний запуск развертки.

**Примечание:** проверкой внешнего запуска является исчезновение развертки на экране при отключении синхроимпульса.

Затем, манипулируя ручками **частота развертки** и **смещение луча по горизонтали**, добейтесь изображения одного импульса в начале экрана. Затем ввести некоторую задержку на генераторе с Г6-43 тем, чтобы на экране наблюдался передний фронт. Увеличивая частоту развертки, а при необходимости используя переключатель **"множитель развертки"** и, манипулируя задержкой, получите на экране растянутое изображение фронта импульса.

**Примечание:** при уменьшении яркости свечения изображения следует увеличить частоту повторения импульсов генератора, Г6-43 но при этом необходимо уменьшить длительность импульса, соблюдая

соотношение

$$\tau_{имп} < \frac{1}{2F_{повт}}.$$

Произведите отсчет расстояния  $l_X$  между точками  $0,1U_{имп}$  и  $0,9U_{имп}$ , и определите длительность переднего фронта импульса

$$\tau_{\phi_{изм}} = K_{разв} \cdot M_X \cdot l_X$$

где  $M_X$  – множитель развертки.

Истинную длительность фронта импульса

$$\tau_{\phi} = \sqrt{\tau_{\phi_{изм}}^2 - \left(\frac{0,35}{f_{\phi}}\right)^2}$$

3) Измерение частоты повторения импульсов методом интерференционных фигур.

Для измерения частоты повторения импульсных сигналов этим методом необходимо канал горизонтального отклонения (канал **X**) использовать в режиме усиления, т.е. вместо пилообразного напряжения на горизонтальные пла-

стины через усилитель X можно было подать внешний сигнал. В различных осциллографах эта операция производится по-разному, что отражено в технических описаниях.

На вход канала Y необходимо подать импульсный сигнал от генератора Г6-43, установив выходные данные по варианту из таблицы 1. На вход X необходимо подать напряжение с выхода генератора синусоидальных сигналов с частотой равной частоте прямоугольных импульсов, рассчитанной при выполнении работы. При этом, ввиду не когерентности частот генераторов, синхронизация будет отсутствовать. Изменяя плавно частоту синусоидального генератора добейтесь неподвижного изображения одного импульса. При этом

$$F_{имп1} = F_{ген1}.$$

Уменьшив в 2 раза частоту синусоидального генератора и, подстраивая ее плавно, добейтесь на экране изображения **двух** импульсов. При этом

$$F_{имп2} = 2F_{ген2}$$

Установите частоту синусоидального генератора в 3 раза меньше первоначального измерения, добейтесь неподвижного изображения **трех** импульсов. При этом

$$F_{имп3} = 3F_{ген3}$$

За результат измерения принять среднее арифметическое из трех измерений

$$F_{имп} = \frac{1}{3} = (F_{имп1} + F_{имп2} + F_{имп3})$$

#### **4. Оформите отчет.**

#### **5. Контрольные вопросы.**

- 1) Назовите основные функциональные узлы универсального электронного осциллографа и объясните их предназначение в его работе.
- 2) Что такое синхронизация, и как она осуществляется в электронном осциллографе?
- 3) Что такое внутренняя, внешняя синхронизация и в каких случаях она при-

меняется?

4) Что такое ждущий режим развертки, как он осуществляется и для наблюдения каких сигналов он используется?

5) Как осуществляется калибровка коэффициента вертикального отклонения; калибровка коэффициента развертки?

6) Как с помощью осциллографа измерить амплитуду импульса?

7) Как с помощью осциллографа измерить период следования и длительность импульсов?

8) Как оценить точность измерения временных и амплитудных параметров сигналов, наблюдаемых на экране осциллографа?

9) Как определить истинную длительность фронта импульса при измерении его с помощью осциллографа, имеющего ограниченную полосу пропускания канала вертикального отклонения?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

### **Снятие статической характеристики манометра.**

**Цель работы:** формирование умений снятия статических характеристик деформационных манометров

**Знания (актуализация):**

- нормативные требования по эксплуатации мехатронных устройств, средств измерений и автоматизации;
- конструкции и принципа действия манометров;

**Умения:**

- обеспечивать эксплуатацию автоматических и мехатронных систем управления;
- снятия статических характеристик манометров;

**Элементы следующих компетенций:**

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ПК 3.2. Контролировать и анализировать функционирование параметров систем в процессе эксплуатации.

ПК 3.3. Снимать и анализировать показания приборов.

## **1. Теоретическое обоснование.**

### **Деформационные манометры.**

Деформационные манометры – один из наиболее распространенных видов средств измерения давления. В деформационных манометрах используется зависимость деформации чувствительного элемента или развиваемой им силы от измеряемого давления. Пропорциональная давлению деформация преобразуется в показания или соответствующие им изменения выходного сигнала. Большинство деформационных манометров содержат упругие чувствительные элементы, осуществляющие преобразование давления в пропорциональное перемещение рабочей точки.

Одним из типов упругих чувствительных элементов являются одновитковые трубчатые пружины. Такие пружины могут иметь эллиптическое или плоскоовальное сечение. Один конец пружины, в который поступает измеряемое давление, закреплен неподвижно в держателе, второй (закрытый) – может перемещаться. При этом трубка загнута под углом  $270^\circ$ . Под действием разности измеряемого внутреннего и внешнего атмосферного давления трубчатая пружина деформируется: пружина раскручивается, и ее свободный конец совершает перемещение. Направление перемещения свободного конца трубки обусловлено увеличением малой оси сечения трубки под

влиянием избыточного давления и уменьшения при воздействии разрежения. Конструкция манометра показана на рисунке 1.

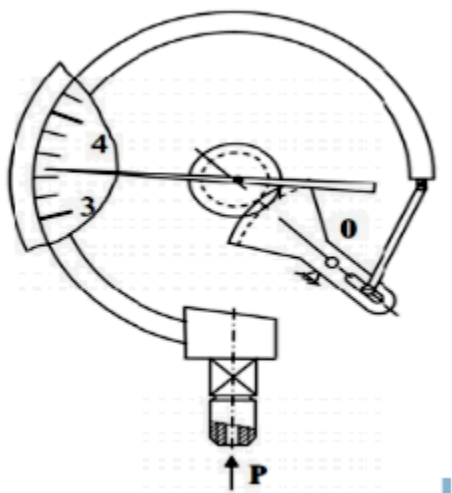


Рисунок 1- Конструкция манометра с одновитковой трубчатой пружиной

Перемещение стрелки осуществляется с помощью передаточного механизма, соединенного со свободным концом чувствительного элемента. Проверкой технических манометров называют совокупность операций, выполняемых с целью оценки их погрешностей и вариаций. Перед проверкой производят внешний осмотр манометра, чтобы убедиться в отсутствии неисправностей, препятствующих применению поверяемого манометра. Стрелка манометра в рабочем положении и при отсутствии давления не должна отклоняться от нулевой отметки более чем на 0,5 деления шкалы.

Технические манометры поверяют путем сравнения их показаний с показаниями приборов более высокого класса точности. Верхний предел измерения эталонного манометра должен быть на  $\frac{1}{3}$  больше верхнего предела измерения поверяемого манометра, а значение допускаемой погрешности эталонного манометра – в 4 раза меньше значения допускаемой погрешности поверяемого манометра. Количество проверяемых отметок должно составлять: для манометров класса точности 1,5 и 2,5 – не менее 5; для манометров класса точности ниже 2,5 – не менее трех.

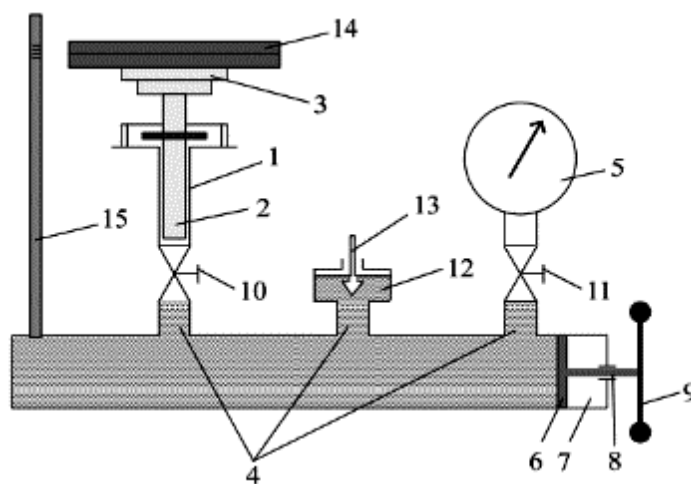
## 2. Приборы и оборудование.

### Описание лабораторной установки.

Лабораторная установка включает поверяемый манометр типа МП-4У и эталонный грузопоршневой манометр (ГПМ) типа МП-60. Схема поверочной установки приведена на рисунке 2.

ГПМ включает колонку и гидравлический винтовой пресс, конструктивно объединенные в одном корпусе. В состав ГПМ входит набор калиброванных грузов, который обеспечивает давление равное верхнему пределу измерения. Грузовая колонка содержит полый цилиндр 1, заполненный рабочей жидкостью. Внутри цилиндра находится поршень 2 с грузоприемной тарелкой 3. Внутренняя полость цилиндра соединена каналами 4 с поверяемым прибором 5 и гидравлическим прессом 6 в цилиндре 7 и винт 8 с рукояткой 9, при вращении которой поршень перемещается в цилиндре.

Каналы 4 могут перекрываться вентилями 10 и 11. Для заполнения гидравлической системы ГПМ рабочей жидкостью предусмотрена емкость 12



- 1 – полый цилиндр; 2 – поршень; 3 – грузоприемная тарелка; 4 – каналы;  
5 – поверяемый прибор; 6 – поршень; 7 – цилиндр; 8 – винт; 9 – рукоятка;  
10, 11 – вентили; 12 – емкость; 13 – игольчатый вентиль;  
14 – грузы; 15 – стойка

. Рисунок 2 - Схема лабораторной установки.

с игольчатым вентилем 13. К грузопоршневому манометру можно подключить поверяемый манометр 5. При измерении давления, создаваемого гидравлическим прессом при вращении рукоятки, на грузоприемную тарелку помещают грузы 14 в таком количестве, которое обеспечивает состояние равновесия поршня грузопоршневого манометра. О достижении положения равновесия судят по совпадению рисок на стойке 15 и на ребре грузоприемной тарелки 3. Верхний предел измерения ГПМ типа МП-60 составляет 60 кгс/см<sup>2</sup> (6 МПа), номинальное значение площади сечения поршня 0,5 см<sup>2</sup>, предел допускаемой основной относительной погрешности составляет 0,02 %.

**Задание:** Снять статическую характеристику манометра.

### **3. Порядок выполнения работы.**

1) Откройте вентиль грузопоршневой колонки 10, вентиль поверяемого манометра 11, вентиль емкости с рабочей жидкостью 13. При этом давление в гидросистеме станет равным атмосферному.

2) Введите поршень 6 в цилиндр 7 до упора вращением рукоятки 9 по часовой стрелке для удаления воздуха из системы.

3) Заполните гидросистему рабочей жидкостью вращением рукоятки 9 против часовой стрелки до упора.

4) Закройте вентиль емкости с рабочей жидкостью 13.

5) На грузоприемную тарелку 3 положите грузы 3 в таком количестве, чтобы суммарное давление грузов было численно равно давлению, соответствующему проверяемой отметке  $p_1$  (значения давления грузов нанесены на их поверхность).

6) Вращая рукоятку 9 гидравлического пресса по часовой стрелке, добейтесь подъема поршня 2 с грузами 14 до совпадения рисок, нанесенных на стойке 15 и на ребре грузоприемной тарелки 3.

7) Занесите в первый столбец протокола поверки значение, соответствующее суммарному давлению грузов ГПМ.

8) Занесите во второй столбец протокола поверки показания поверяемого манометра

9) Повторите п.п. 5–9 для значений давления  $p_2$ – $p_6$  (выполнить прямой ход).

10) Повторите п.п. 5–9 для значений давления  $p_6$ – $p_1$  (выполнить обратный ход).

Таблица 1 - Варианты индивидуальных заданий.

№ варианта	Проверяемые отметки шкалы					
	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$
1	0	5	10	15	20	25
2	1	4	7	10	13	16
3	2	4	6	8	10	12
4	2	6	10	14	18	22
5	2	4	6	8	10	14
6	6	8	10	12	14	16
7	5	8	11	14	17	20
8	4	7	15	18	20	24
9	2	6	10	14	18	22
10	3	5	7	9	11	13

11) После поверки, вращая рукоятку 9 гидравлического пресса против часовой стрелки, снизьте давление до нуля.

12) Откройте вентиль 13 емкости с рабочей жидкостью 12.

13) Вытесните рабочую жидкость в емкость 12, вращая рукоятку 9 до упора по часовой стрелке.

14) Осуществите обработку экспериментальных данных:

а) Определите основную абсолютную погрешность прямого хода поверяемого манометра для каждой проверяемой отметки по формуле:

$$\Delta_{\text{пх}} = P_{\text{пх}} - P_0,$$

где  $P_{\text{пх}}$  – показания поверяемого манометра (прямой ход), кгс/см<sup>2</sup> (МПа);  
 $P_0$  – показания грузопоршневого манометра, кгс/см<sup>2</sup> (МПа).



б) Определить основную абсолютную погрешность обратного хода поверяемого манометра для каждой проверяемой отметки по формуле:

$$\Delta_{ox} = P_{ox} - P_0,$$

где  $P_{ox}$  – показания поверяемого манометра (обратный ход), кгс/см<sup>2</sup> (МПа).

в) Определите основную приведенную погрешность для каждой проверяемой отметки шкалы для прямого и обратного хода по формулам:

$$\gamma_{nx} = \frac{\Delta_{nx}}{P_k - P_n} \cdot 100,$$

$$\gamma_{ox} = \frac{\Delta_{ox}}{P_k - P_n} \cdot 100,$$

где  $P_k, P_n$  – конечное и начальное значения шкалы поверяемого манометра соответственно, кгс/см<sup>2</sup> (МПа).

г) Определите вариацию показаний прибора по формуле:

$$V = |P_{nx} - P_{ox}|.$$

д) Определите приведенную вариацию показаний прибора по формуле:

$$W = \frac{V}{P_k - P_n} \cdot 100.$$

е) Определите допускаемые значения основной приведенной погрешности и приведенной вариации:

$$\gamma_{дон} = W_{дон} = K$$

где  $K$  – класс точности поверяемого манометра, %.

ж) Сравните наибольшие значения основной приведенной погрешности и приведенной вариации с допускаемыми значениями, сделать вывод о пригодности поверяемого прибора к измерениям. Прибор считается годным, если выполняются неравенства:

$$\gamma_{max} \leq \gamma_{дон},$$

$$W_{max} \leq W_{дон}.$$

з) Постройте следующие графики в одной системе координат:

- зависимости значений давления, соответствующих проверяемым отметкам шкалы, от значений давления, соответствующих показаний ГПМ;
- зависимости значений давления, соответствующих показаниям поверяемого манометра при обратном ходе, от значений давлений, соответствующих показаний ГПМ;
- зависимости значений давления, соответствующих показаниям поверяемого манометра при обратном ходе, от значений давлений, соответствующих показаний ГПМ.

#### **4.Оформите отчет.**

#### **5. Контрольные вопросы.**

- 1) Объясните принцип работы деформационных манометров с одновитковой трубчатой пружиной.
- 2) Каким образом выбирается эталонный манометр для поверки технического манометра?
- 3) Какие метрологические характеристики определяются в ходе поверки прибора?

### **Практическая работа №1**

#### **Проведение технической диагностики устройства.**

**Цель работы:** формирование умений проведения технической диагностики устройства.

**Знания (актуализация):**

- нормативные требования по эксплуатации мехатронных устройств, средств измерений и автоматизации;
- задачи технического диагностирования;
- методы диагностирования;

**Умения:**

- обеспечивать эксплуатацию автоматических и мехатронных систем управления;

- составлять диагностические диаграммы;
- определять диагностические параметры;
- выбирать способы измерения диагностических параметров.

#### **Элементы следующих компетенций:**

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ПК 3.2. Контролировать и анализировать функционирование параметров систем в процессе эксплуатации.

ПК 3.3. Снимать и анализировать показания приборов.

### **1 Теоретическое обоснование.**

Рассматривают три типа задач определения технического состояния объектов.

1) К первому типу относятся задачи определения технического состояния, в котором находится объект в настоящий момент времени. Это - *задачи диагностирования*.

2) Задачи второго типа - предсказание технического состояния, в котором окажется объект в некоторый будущий момент времени. Это - *задачи прогнозирования*.

3) К третьему типу относятся задачи определения технического состояния, в котором находился объект в некоторый момент времени в прошлом. По аналогии можно говорить, что это *задачи генеза*.

Задачи первого типа формально следует отнести к технической диагностике, а второго типа - к *технической прогностике* (прогнозированию). Тогда отрасль знания, которая должна заниматься решением задач третьего типа, естественно назвать *технической генетикой*.

В качестве широко применяемых диагностических моделей аналоговых объектов можно назвать их *логические модели* и *графы причинно-следственных связей*. Эти модели пригодны в тех случаях, когда возможна организация диагностирования на принципах допускового контроля параметров объекта. *Электрические цепи* как объекты диагностирования могут быть представлены моделями, разработанными в рамках общей электротехники, а для анализа этих моделей с целью построения алгоритмов диагностирования привлекаются известные методы расчета таких цепей.

Для решения задач тестового диагностирования динамических систем привлекаются методы, основанные на результатах *теории чувствительности*. Применительно к линейным аналоговым системам разработаны *методы дешифрации* результатов физических экспериментов над такими объектами с целью как обнаружения, так и поиска их неисправных блоков. Тестовыми воздействиями при этом являются гармонические входные сигналы. Методы, получившие общее название *методов интегральной диагностики*, основаны на анализе переходных процессов, вызываемых специальными входными воздействиями, и применяются для диагностирования относительно простых «неделимых» объектов (например, резисторов, конденсаторов и т.п.). При этом путем обработки результатов диагностирования удастся определять наличие скрытых дефектов, влияющих, например, на показатели долговечности и надежности изделий.

Задача построения тестов состоит в том, чтобы найти (вычислить, выбрать, назначить) такую совокупность и, возможно, последовательность входных воздействий, при подаче которой на объект диагностирования получаемые ответы объекта в заданных контрольных точках позволяют сделать заключение о его техническом состоянии. Проверяющие тесты предназначены для провер-

ки исправности или работоспособности объекта, а тесты поиска дефектов - для указания места и, возможно, причин дефектов, нарушающих исправность или работоспособность объекта диагностирования. Для дискретных объектов тесты (точнее алгоритмы тестового диагностирования) строятся либо по структурным, либо по функциональным моделям объектов диагностирования. Для простых объектов модели могут быть явными, для сложных объектов всегда применяются неявные модели. Тесты могут быть детерминированными или вероятностными. Среди последних заметное место занимают тесты, представляющие собой псевдослучайные последовательности входных воздействий.

Довольно часто тестовые воздействия выбираются по «физическим» соображениям, например, воздействия типа скачка или импульса входного сигнала в методах интегральной диагностики, а также воздействия, применяемые в методах неразрушающего контроля технического состояния.

В качестве тестовых могут быть использованы входные воздействия, являющиеся рабочими при применении объекта по назначению. Это имеет место при организации тестового диагностировании аналоговых объектов, в частности тогда, когда последние представлены их логическими моделями или графами причинно-следственных связей. Составленные таким образом тесты называются *функциональными*. Функциональные тесты чаще всего пригодны только для проверки работоспособности объектов, так как обеспечиваемая ими полнота обнаружения и глубина поиска дефектов обычно недостаточны для решения задач проверки исправности и поиска дефектов. Виброакустические методы тестового диагностирования объектов с вращающимися частями и шумящих объектов (когда объекты не применяются по назначению) также можно отнести к методам, использующим функциональные тесты.

При создании систем диагностирования не менее важной является задача выбора или разработки средств реализации тестов. Средства систем тестового диагностирования содержат две основные части - генератор тестовых воздействий и анализатор ответов объекта на эти воздействия. При «классической» реализации средств тестового диагностирования (рис. 2, а) генератор  $G$  и ана-

лизатор  $A$  выполняются функционально и, возможно, конструктивно раздельно. Функции генератора заключаются в том, чтобы в процессе работы системы хранить или генерировать тесты и подавать последние на объект диагностирования  $ОД$ . Анализатор предназначен для хранения ожидаемых ответов объекта на тестовые воздействия, сравнения фактических ответов с ожидаемыми и для выдачи диагноза  $Д$ . Там, где это возможно и целесообразно, анализатор можно выполнить в виде совокупности эталона  $Э$ , представляющего собой заведомо исправную копию объекта диагностирования, и схемы сравнения  $СС$  (рисунок 1, б). При этом исключается необходимость хранения ожидаемых ответов объекта диагностирования, но возникают заботы по созданию эталона и поддержанию его в исправном состоянии.

При диагностировании дискретных объектов псевдослучайными тестами последние генерируются регистром  $P_2$  сдвига с обратными связями (рисунок 1, в), что существенно сокращает затраты на аппаратуру для реализации генератора тестов, так как не требуется память для хранения последних. С целью сжатия длинных выходных последовательностей (ответов дискретного объекта диагностирования) применяют так называемые сигнатурные анализаторы  $СА$ , представляющие собой обычно регистры с обратными связями или счетчики (рисунок 1, г). Для дискретных объектов можно объединить функции генератора псевдослучайных тестов и сигнатурного анализатора в одном регистре  $P_2$  -  $СА$  с добавлением в ряде случаев дополнительного устройства  $ДУ$ , обеспечивающего улучшение качества генерируемых тестов (рисунок 1, д).

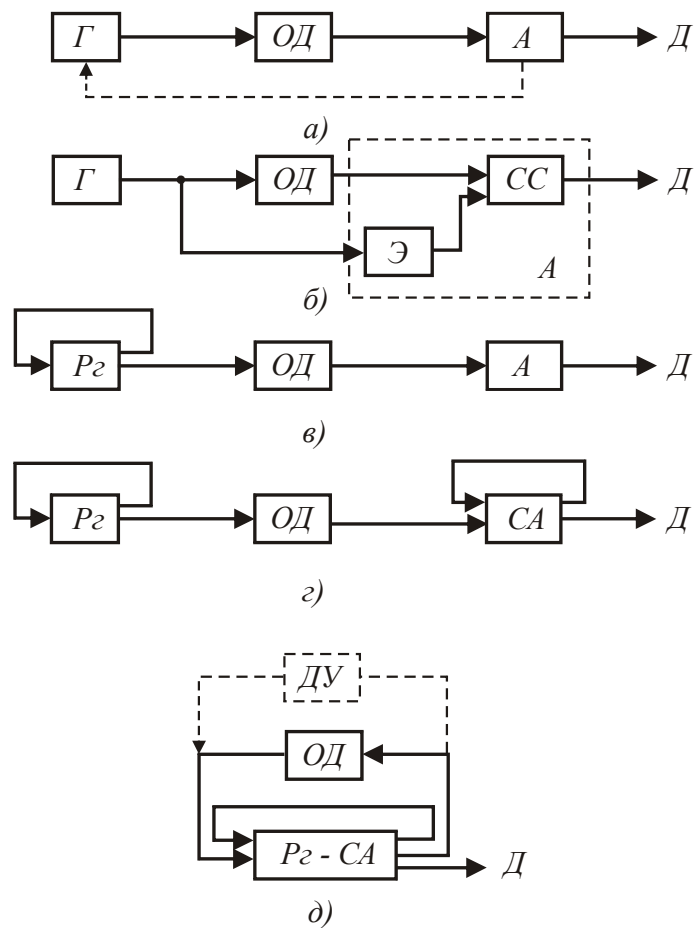


Рисунок 1 – Схема средств тестового диагностирования.

**Задание.** Определите возможные дефекты оборудования, составьте диагностическую диаграмму.

Ход работы: № п/п	Возможные дефекты	Возможные причины дефектов	Глубина дефекта	Способ обнаружения	Способ устранения
1.	Объект не включается	а) Отключено питание	1	Визуально	Включить
2. ...		б) Сгорел предохранитель	1	Внешний осмотр	Заменить

2. Начертите диагностические диаграммы в соответствии с таблицей 2 (см. рисунок 2).

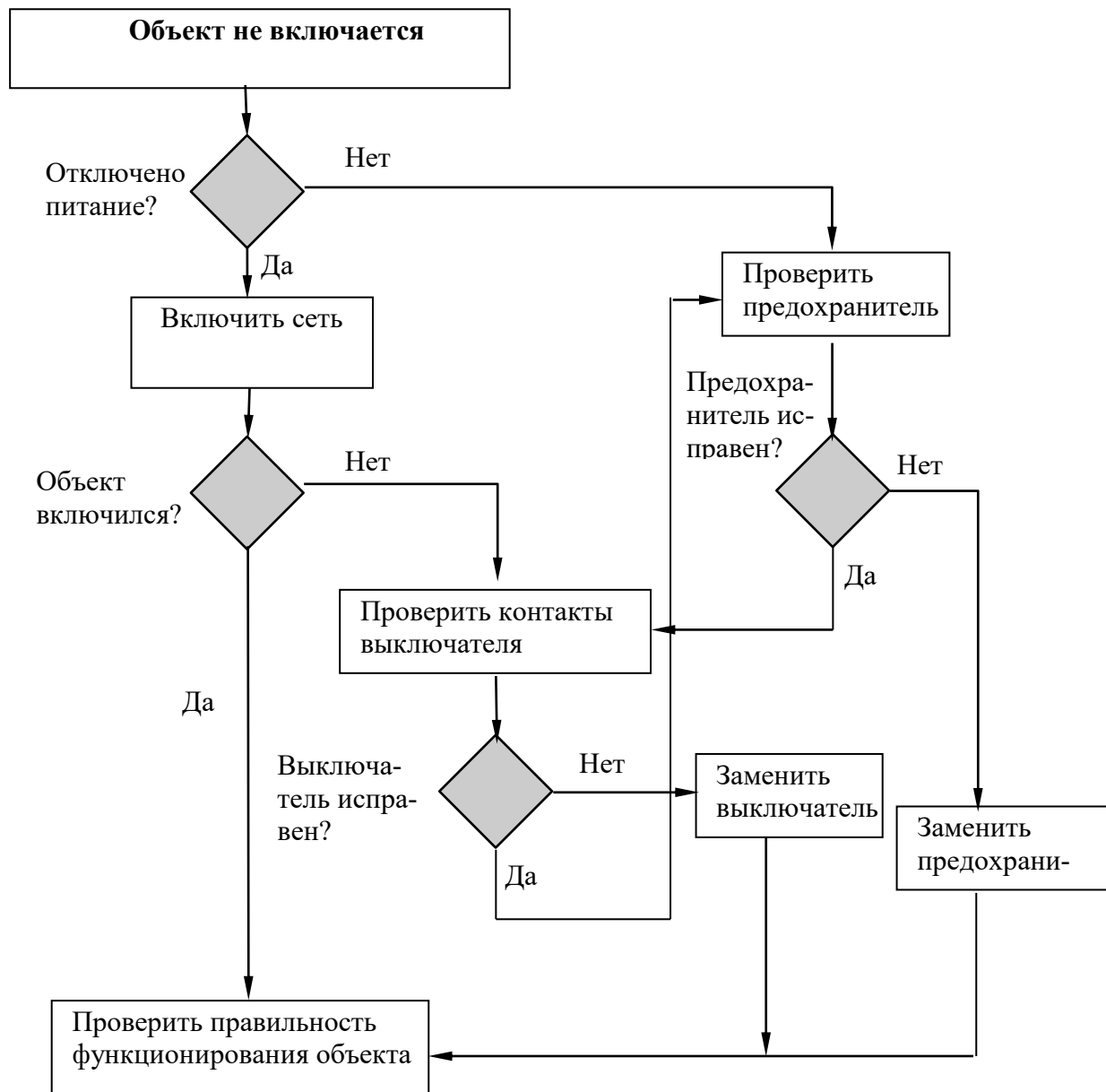


Рисунок 2- Пример диагностической диаграммы

### 3. Оформите отчет.

### 4. Контрольные вопросы:

- 1) Назовите алгоритм диагностирования, элементарные проверки, контрольные точки.
- 2) Каково управление и контроль по отношению к системам диагностирования.
- 3) Когда производится монтаж приборов и средств автоматизации?



- 4) Назовите модели объекта при диагностировании и при прогнозировании.
- 5) Назовите четыре объема получаемой априорной информации о техническом состоянии объекта.
- 6) Нарисуйте схемы реализации средств тестового диагностирования.

## **Практическая работа №2**

### **Программирование интеллектуального реле OMRON ZEN-10C1DR-D**

**Цель работы:** формирование умения выполнения программирования интеллектуального реле.

**Знания (актуализация)**

- технические характеристики ZEN-10C1DR-D;
- систему команд и принципы программирования;

**умения:**

- составлять управляющие программы;
- проверять работу программы;

Элементы следующих компетенций:

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ПК 3.2. Контролировать и анализировать функционирование параметров систем в процессе эксплуатации.

ПК 3.3. Снимать и анализировать показания приборов.

## **1. Теоретическое обоснование.**

### **Программирование реле ZEN-10CIDR—D с использованием ПЭВМ**

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

Программное обеспечение ZenSoft имеет следующие возможности:

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

отладка и проверка правильности работы программы на симуляторе.

### **Подготовка программы**

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

После запуска программы появляется окно, представленное на рисунке 1.

В окне программы можно выделить следующие области: 1-4 - различные панели инструментов, 5 - рабочее поле программы, используемое при программировании реле (программа может представляться в виде диаграмм РКС или электрических схем), 6 - окно, в котором есть возможность выбрать следующее действие (создание новой программы, загрузка программы из файла, загрузка программы из интеллектуального реле ZEN), 7 - строка состояния, в которой отоб-

ражается состояние выделенного элемента. Для того чтобы создать новую программу, необходимо выбрать в окне 6 пункт «Новая программа». При этом появится окно настройки параметров (рисунок 2), в котором необходимо выбрать тип реле (поле «Тип ZEN»), указать наличие модулей расширения (поля «Модуль расшир.1», «Модуль расшир.2», «Модуль расшир. 3»), ввести имя нового проекта (поле «Имя проекта»), а также необходимые комментарии. Выбрав нужные параметры, следует нажать кнопку «ОК» для подтверждения выбора или «Отмена» -для отмены. После этого вид программы должен измениться - появилось окно редактирования программы (рисунок 3), представляющее чистое поле. В последующем можно изменить параметры проекта, выбрав на панели меню «Файл/Свойства».

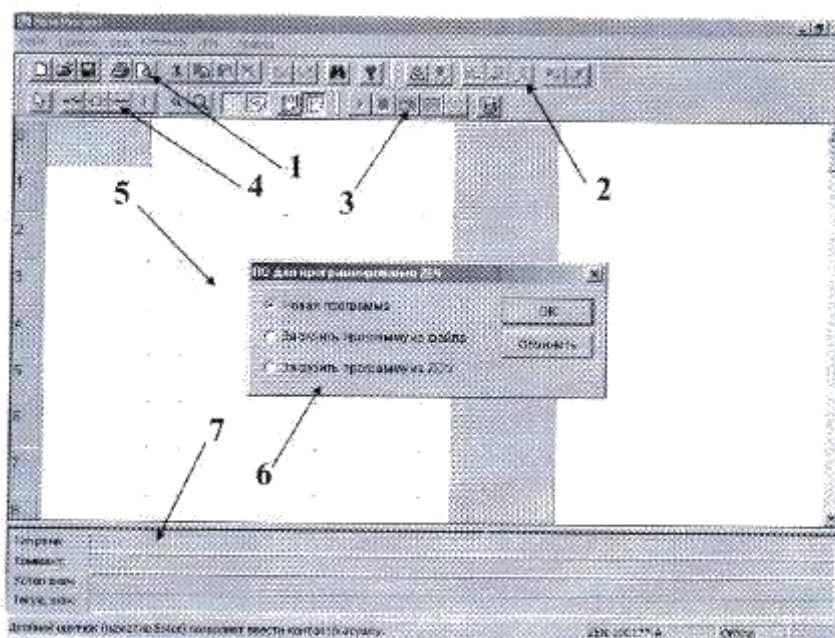


Рисунок 1 – Окно программы Zen Tool Russian



Рисунок 2 – Окно настройки параметров

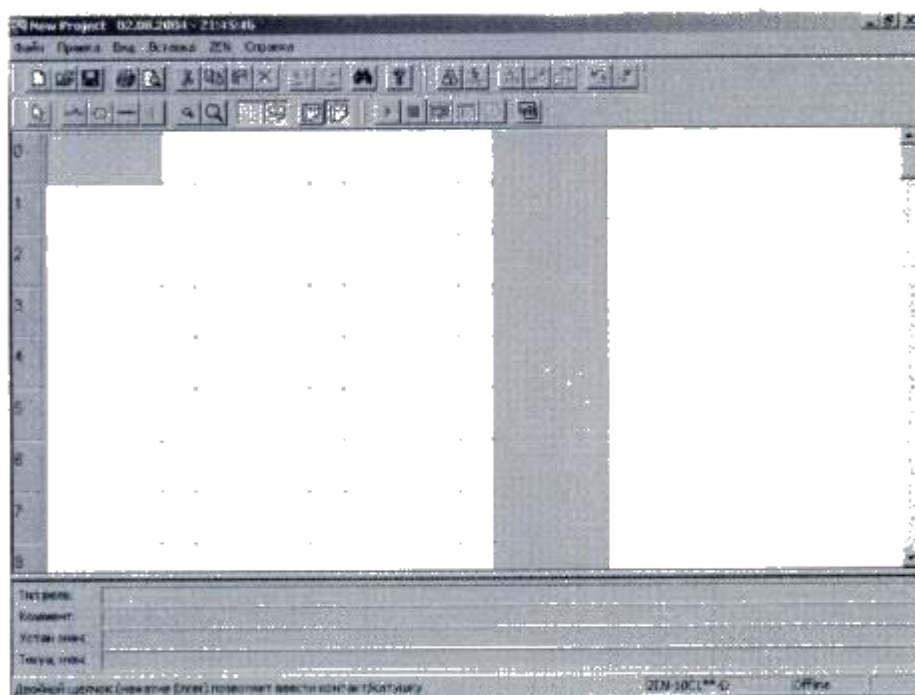


Рисунок 3 – Главное окно программы

Для открытия уже существующего проекта необходимо в окне выбора (рисунок 2) выбрать пункт «Загрузить программу из файла». Появится окно выбора проекта (рисунок 4).

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

Над рабочим полем программы расположены различные панели инструментов (рисунок 5).



Рисунок 4 – Окно выбора существующего проекта.

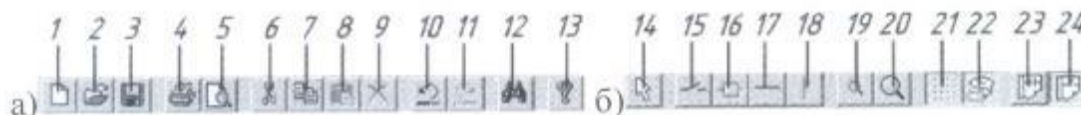


Рисунок 5 – Панели инструментов ZenTool Russian

В таблице 1 приведено краткое описание элементов панелей инструментов

Таблица 1 – Описание элементов.

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

Для начала программирования необходимо перевести курсор на рабочее поле, где он примет вид карандаша. Выбрать место установки элемента и необходимый элемент на рабочей панели инструментов. При вводе контакта появляется окно «Изменить контакт» (рисунок 6), в котором необходимо выбрать имя реле, тип контакта (замыкающий или размыкающий), ввести его номер и комментарии. Далее нужно нажать «ОК» для подтверждения или «Отмена» - для отмены.

При переходе в поле, выделенное зелёным цветом можно вставить только катушку. При её вставке появляется окно «Изменить катушку» (рисунок 6 -б). В данном окне можно выбрать имя реле, выполняемую функцию реле, обозначить его номер и ввести нужные комментарии. Для подтверждения выполненных действий необходимо нажать «ОК» для подтверждения или «Отмена» - для отмены.

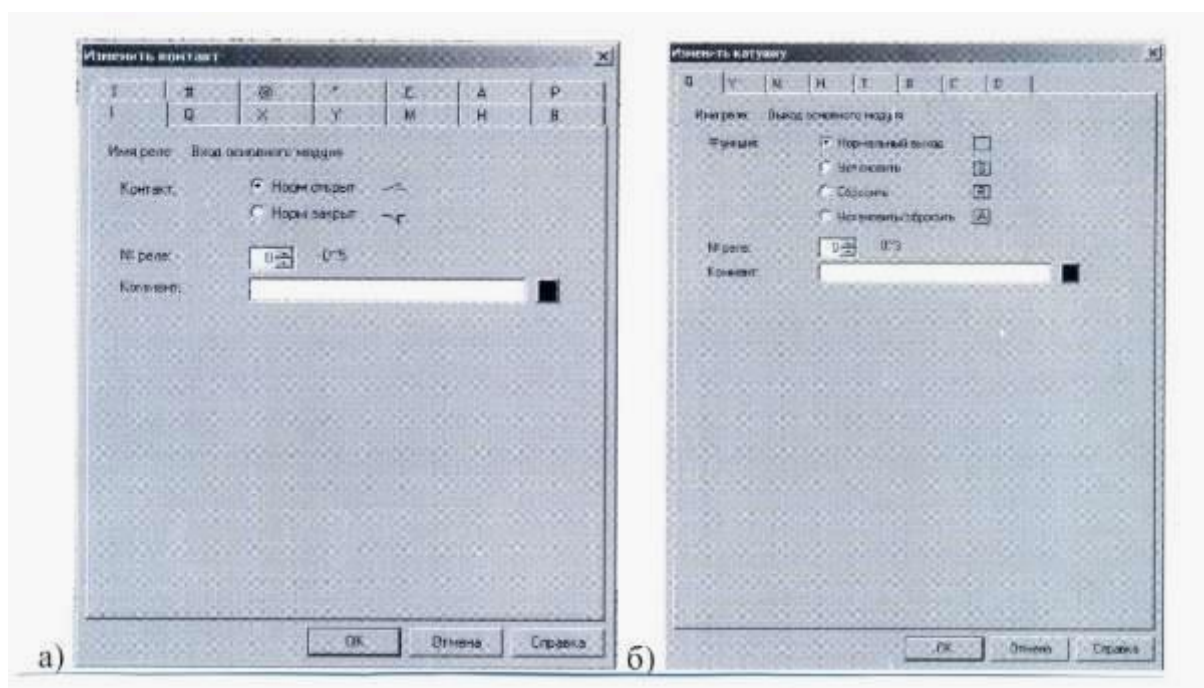


Рисунок 6 - Окна выбора параметров контакта и катушки

При двойном нажатии левой клавиши мыши в позиции установки контакта или катушки автоматически появляется окно редактирования контакта (см. рисунок 6 - а) или окно редактирования катушки (см. рисунок 6 -б).

При редактировании программы можно производить следующие операции:

- а) можно выделять необходимые области программы и производить с ними действия (через контекстное меню, появляющейся при нажатии правой кнопки мыши или через панель инструментов), представленные в таблице 1.
- б) при перемещении объекта с нажатой левой клавишей мыши происходит его перемещение (не копирование) на новое место;
- в) есть возможность отменять предыдущие действия.

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

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

Для удаления какого-либо элемента необходимо выделить его, нажав на него один раз левой кнопкой мыши и нажать клавишу «Delete». Для удаления строки программы целиком нужно увести курсор до предела влево и нажать клавишу «Delete».

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

### **Пример программы, разработанной на ПЭВМ в ZenSoft**

Внешний вид программы приведён на рисунке 7. Там же приведены параметры её элементов (входов, выхода, промежуточной переменной, таймера и счётчиков).



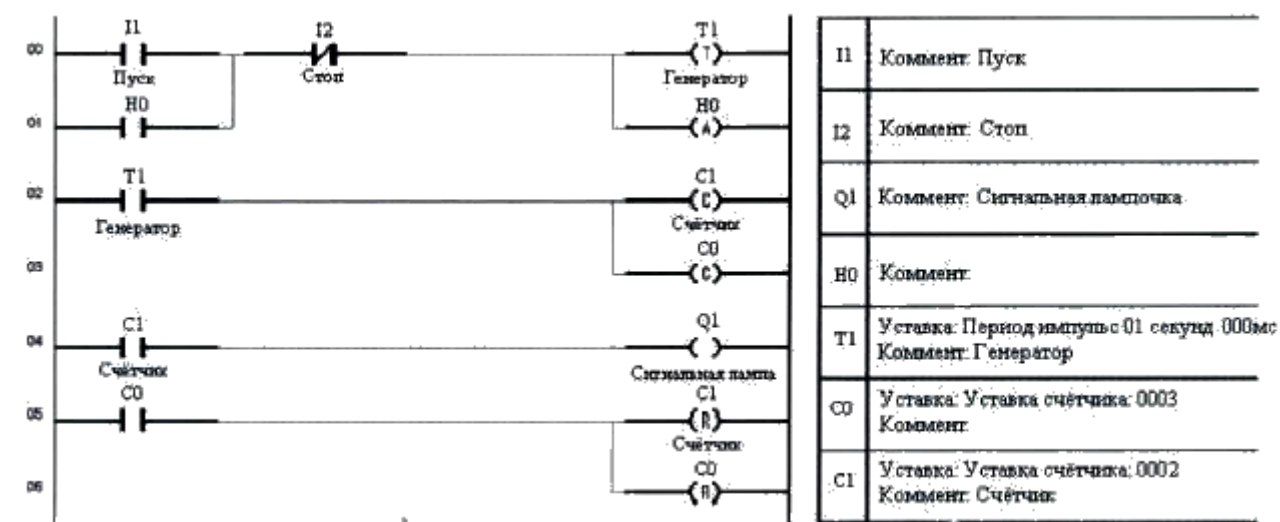


Рисунок 7 – Программа и параметры ее элементов

После завершения составления программы ее необходимо проверить (откомпилировать). Для этого в закладке «ZEN» необходимо выбрать пункт «Проверка программы». После проверки должно появиться окно, представленное на рисунке 8). Если в программе существуют какие-либо ошибки, то появится окно (рисунок 9), в котором перечислены все ошибки с указанием расположения объекта (строка и столбец).

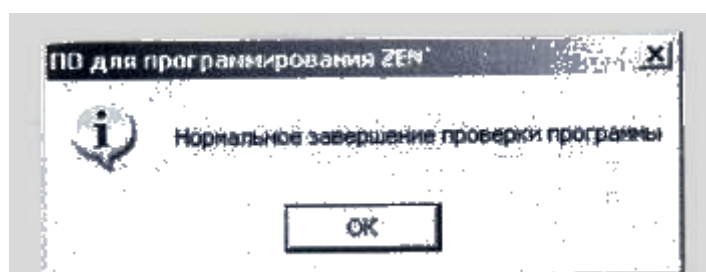


Рисунок 8 – Окно проверки программы



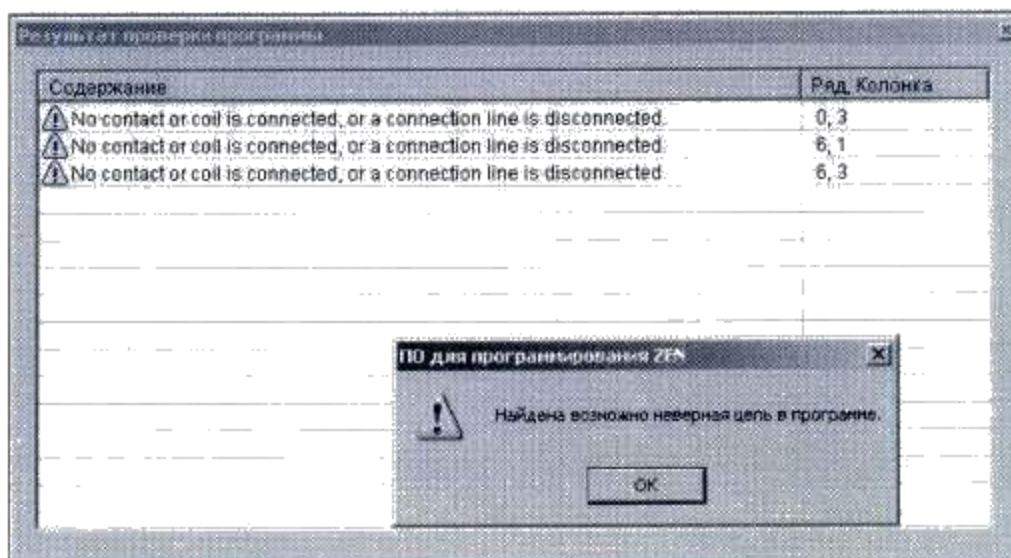


Рисунок 9- Окно вывода результата проверки программы.

### Проверка правильности программы с помощью симулятора

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

Для работы с симулятором реле существует специальная панель инструментов, расположенная над рабочим окном программы (рисунок 10). В таблице 2 приведено краткое описание элементов данной панели инструментов.



Рисунок 10 - Панель инструментов для работы с симулятором

Таблица 2

Ин-стру-менты	Описание инструмента	Инстру-менты	Описание инструмента
1	Пуск выполнения программы	4	Показать лист текущих значений программы
2	Останов выполнения про-	5	Показать часы
3	Показать изображение 2EN	6	Пуск/останов симулятора

При нажатии на кнопку 6 (при этом она остаётся нажатой) должно появиться диалоговое окно (рисунок 11- а), в котором необходимо выбрать ОК для продолжения. Далее должно появиться изображение интеллектуального реле и программа перейдёт в режим симуляции (рисунок 12). Для запуска программы необходимо нажать кнопку 1 «Пуск» (см. рисунок 10). При правильном выполнении всех операций ранее набранная программа должна выполняться (о выполнении программы свидетельствует зелёная подсветка включённых контактов и катушек).

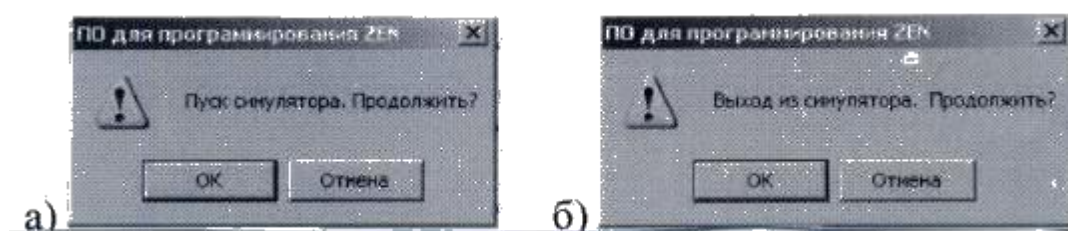


Рисунок 11- Окна пуска и остановки симулятора

При необходимости остановки выполнения программы нужно нажать кнопку 2 «Стоп». Выполнение программы должно прекратиться. Для выхода из режима симуляции необходимо отжать кнопку 6. При этом появится ещё одно диалоговое окно (рисунок 11 -б).

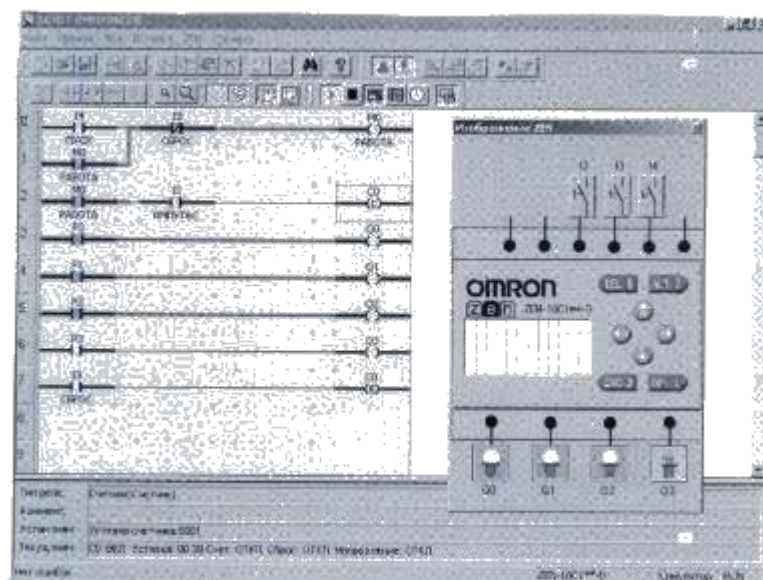



Рисунок 12 - Внешний вид симулятора ZEN

## Подключение и запись программ

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

Перед процедурой связи ПК с реле необходимо настроить параметры связи. Для этого в закладке «Файл» на панели меню необходимо выбрать пункт «Установки связи», при этом появится окно «Сведения о местонахождении» (рисунок 13). Здесь необходимо нажать «Отмена». Потом подтвердить свое действие, нажав «ОК». После этого должно появиться окно «Установка связи» (рисунок 14), в котором необходимо выбрать имя порта (COM1 или COM2). Для подтверждения нужно нажать «ОК», а для отмены своих действий - «Отмена».

Для подключения к интеллектуальному реле необходимо нажать кнопку  («Go Online»).

При этом появляется окно (рисунок 15), в котором предлагается связаться с реле. Нажав «ОК», мы переходим в режим связи с реле. При этом фон про-

граммы меняется на серый, и активизируются панели инструментов. Автоматически активизируется новая панель инструментов (рисунок 16).



Рисунок 13 – окно сведений о местонахождении

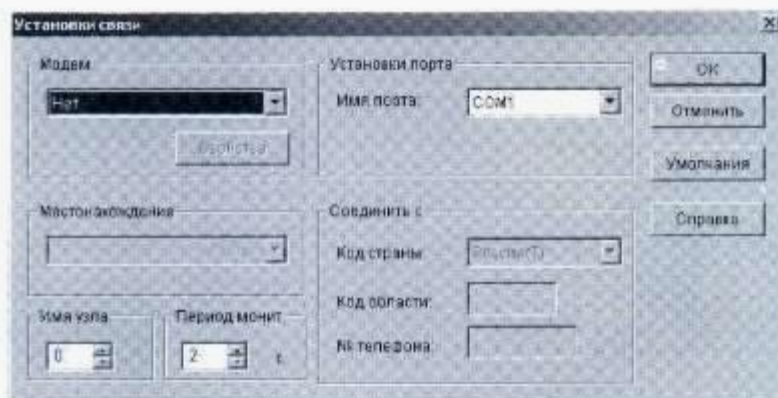


Рисунок 14 - Окно установок связи

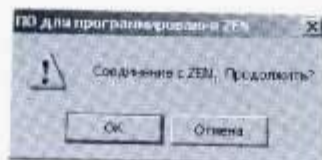


Рисунок 15 – Окно связи



Рисунок 16 – Панели инструментов для работы с реле

В таблице 3 приведено описание функций кнопок панели инструментов.

Таблица 3 – Функции кнопок.

Ин-стру-менты	Описание инструмента	Инстру-менты	Описание инструмента
1	Установить связь с реле	5	Сравнить с ZEN
2	Переключение режимов работы ре-	6	Установить защиту
3	Загрузить в ZEN	7	Снять защиту
4	Считать из ZEN		

Для записи программы и установок в реле необходимо нажать кнопку 3 «Передача в ZEN». При этом появится окно, в котором будет предложено отправить программу с установками в реле ZEN (см. рисунок 17 -а). Для начала отправки данных необходимо нажать кнопку «ОК». После этого появится окно, показывающее степень загрузки проекта в реле (рисунок 17-б).



Рисунок 17 -Окна процесса записи программы в реле ZEN

В случае установки неправильных параметров связи или параметров ПЭВМ и реле или неправильных действий пользователя связь с реле не будет установлена и появится окно ошибки (рисунок 18).



Рисунок 18 - Окно сбоя соединения с реле ZEN



## Дополнительные функции

С помощью ПО ZEN Tool Russian есть возможность производить установку системных настроек интеллектуального реле ZEN. Для этого на панели меню необходимо выбрать «ZEN/ Установить защиту/Установки». При этом должно появиться окно «Установки» (рисунок 19), где есть возможность выбора перехода на летнее время, языка сообщений, уровня контраста ЖКИ - экрана реле, времени включения подсветки, времени задержки передачи данных, а также настройки входного фильтра.

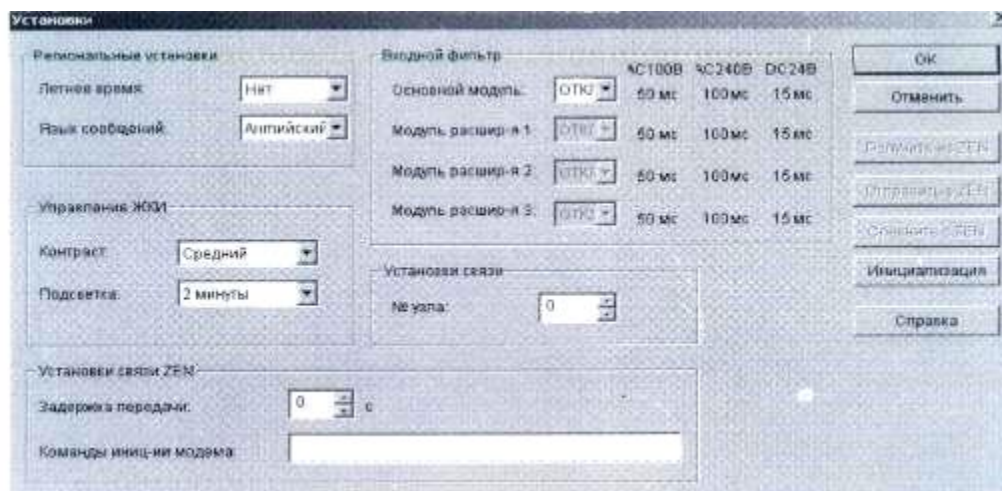


Рисунок 19 - Окно «Установки» для настройки параметров работы реле ZEN

Также с помощью данного ПО есть возможность настройки времени. Для этого на панели меню необходимо выбрать «ZEN/Установить защиту/Настройка времени». При этом должно появиться окно настройки времени (рисунок 20), в котором устанавливается время и дата внутренних часов реле.

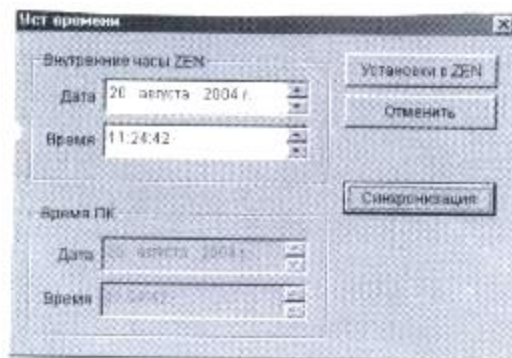


Рисунок 20 – Окно настройки внутреннего реле времени

К дополнительным функциям стоит отнести установку пароля. Для этого на панели меню нужно выбрать «ZEN/Установить защиту/Установить пароль». При этом появится окно «Уст. пароль» (рисунок 21), в котором необходимо ввести пароль (при этом необходимо раскладку клавиатуры переключить на английскую) и ниже подтвердить его. Потом необходимо нажать «ОК» для подтверждения своих действий или «Отмена» - для отказа от них. Также есть возможность удалить старый пароль.

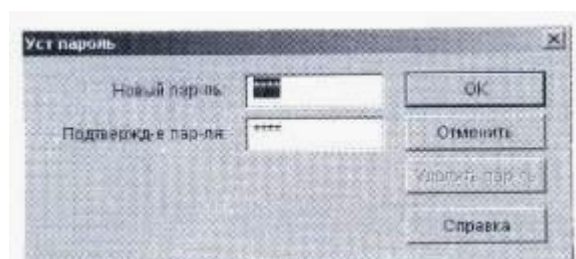



Рисунок 21 - Окно установки пароля

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

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

нажать «ОК» - для подтверждения или «Отмена» - для отмены очистки памяти.

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

## 2. Приборы и оборудование.

Лабораторный стенд САУ-макс.

- 1) Модуль интеллектуального реле ZEN.
- 2) Съёмные панели с изображениями схем автоматизированных объектов.

### Задание.

- 1) Составить алгоритм работы объекта.
- 2) Запрограммировать реле ZEN на заданную последовательность действий.
- 3) Проверить правильность работы программы на симуляторе.

Варианты заданий представлены в таблице 4.

Таблица 4

Номер бригады	1 и 5			2 и 6			3 и 7			4 и 8		
Член бригады	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Вариант объекта	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	5	8

Описание объектов в приложении Б.

## 3. Порядок выполнения работы.

Лицевая панель модуля интеллектуального реле ZEN представлена на рисунке 22



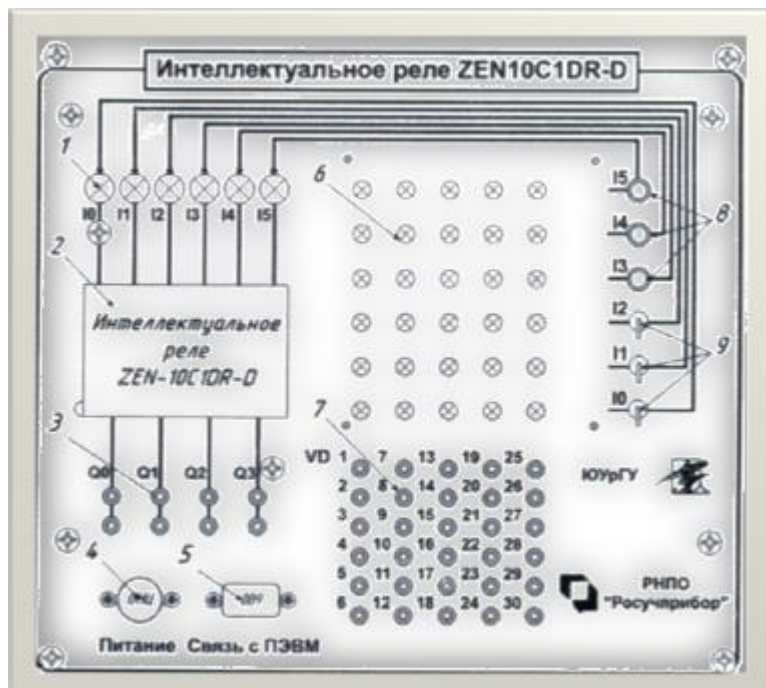


Рисунок 22 – Лицевая панель модуля интеллектуального реле ZEN.

Схема электрическая принципиальная модуля ИР приведена в приложении 3.

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

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

Исследуемое реле A1 получает питание 24 В постоянного тока через разъём X2.

- 1) Разработайте алгоритм решения.
- 2) Определитесь с адресацией входных и выходных переменных в соответствии с обозначениями используемых светодиодов и входных сигналов из соответствующей панели объекта.
- 3) Определитесь с адресацией вводимых промежуточных переменных и с адресацией и параметрами используемых таймеров и счетчиков.
- 4) Составьте программу для реле ZEN.
- 5) Установите на матрицу светодиодов панель с изображением автоматизируемого объекта (через отверстия в панели видны только используемые светодиоды и подписано, какие используются кнопки и тумблеры).
- 6) Введите подготовленную дома программу в реле с использованием программного обеспечения Zen Soft или с клавиатуры не панели (по выбору студента).
- 7) Осуществите проверку работы программы на симуляторе.
- 8) Запустите программу в работу и убедитесь, что она работает правильно. При наличии ошибок в работе устраните их и продемонстрируйте ее работу преподавателю.

#### **4. Оформите отчет.**

#### **5. Контрольные вопросы:**

- 1) Каково отличие входов 10...13 от входов 14 и 15?
- 2) Сколько таймеров можно реализовать в исследуемом реле?
- 3) Что означает термин «рабочие биты»?
- 4) Какие режимы может реализовать таймер?
- 5) Какую максимальную задержку времени можно выполнить на таймере?
- 6) Что обеспечивает параметр A при его установке яри программировании таймеров и счетчиков?

- 7) Сколько счетчиков можно реализовать в исследуемом реле?
- 8) Какую максимальную уставку можно задать счетчику?
- 9) Какое максимальное число последовательно включённых контактов может быть в цепи РКС?
- 10) В чем отличие программирования в виде РКС и в виде электрических схем?

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

#### **Подключение датчиков технологической информации и анализ их технических характеристик.**

**Цель работы:** формирование умений составления схемы электрической соединений.

**умения:**

- выполнять эскиз монтажной схемы расположения элементов;
- определять назначение элементов

**знания (актуализация)**

- назначение датчиков,
- технические характеристики.

**Теоретический материал:**

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

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

По результатам измерений вычисляется среднее арифметическое значе-

ние результатов наблюдений по формуле

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

где  $l_i$  - результат 1-го наблюдения;  $n$  - число наблюдений.

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

$$\Delta_m = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_m}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (l_{cp} - l_{im})}{n}$$

$$\Delta_b = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_b}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (l_b - l_{cp})}{n}$$

где  $l_{im}$  ( $l_b$ ) - измеренные значения при изменении  $I$  со стороны меньших (больших) значений;

$n$  - число опытов при определении  $\Delta_m$  ( $\Delta_b$ ).

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

$$\Delta_{сист} = \frac{\Delta_m + \Delta_b}{2}$$

Среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности определяется формулой

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

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

Подключая к гнездам дохода датчика цифровой индикатор модуля пультного оборудования, зафиксировать значение напряжения на выходе датчика при его отключенном и включённом состояниях.

Для исследования датчика в путевом режиме необходимо расстояние между торцом датчика и ВЭ при включенном состоянии разбить на 3 примерно равных части, которым будут соответствовать положения ВЭ  $I_1, I_2, I_3$ .

При повороте ручки микрометра происходят поворот "уса" ВЭ, вызывающий включение/отключение датчика. Для каждого из трёх положений  $I_1...I_3$   $n$  раз (значение задается преподавателем) произвести включение и отключение датчика. После включения датчика и фиксации показаний микрометра вращение микрометра осуществляется в противоположную сторону (в сторону отключения датчика). После фиксации показаний микрометра при отключении датчика для исключения влияния люфтов следует ещё удалить «ус» от датчика, чтобы в начале очередного цикла эксперимента проходить положение отключения в направлении движения к включению.

По результатам экспериментов для каждого из положений  $I_1...I_3$  необходимо:

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

При исследовании ВК ИПП с аналоговым выходом необходимо выполнить следующее:

В режиме торцевого выключателя снять и построить (заданное преподавателем число раз) на одном графике зависимости выходного напряжения датчика от расстояния между торцом датчика к ВЭ. По данным эксперимент рассчитать и построить номинальную статическую характеристику датчика. Выходное напряжение при каждом положении ВЭ рассчитывается как среднее из всех результатов измерений при данном положении ВЭ.

Рассчитать наибольшее значение суммарной погрешности  $\Delta$  как наибольшее по абсолютной величине из экспериментально полученных значе-

ний  $\Delta_m$  и  $\Delta_b$ . Здесь  $\Delta_m$  ( $\Delta_b$ ) —  $i$ -ая реализация погрешности при изменении входного сигнала со стороны меньших (больших) значений до значения заданного.

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

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

При исследовании оптического датчика ВО в лаборатории необходимо выполнить следующее:

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

1. Контроль прохождения ВЭ мимо датчика;
2. Контроль изменения расстояния между ВЭ и торцом датчика.

Условно введём для разделения этих двух режимов воздействий соответ-

ственно термин «путевой режим» и «режим конечного выключателя» («торцевой режим»).

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

### **Задание. Составить схему электрических соединений.**

#### **Ход работы**

1. Пройдите тестирование по техническим характеристикам и способам подключения датчиков технологической информации:

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

3. Для каждого из рассмотренных режимов работ снимите задаваемое преподавателем число раз включение/отключение датчика, фиксируя расстояние между датчиком и ВЭ;

4. По результатам экспериментов определите среднее квадратическое отклонение случайной погрешности и гистерезис датчика;

5. Экспериментально оцените как изменяется среднее квадратическое отклонение случайной погрешности и гистерезис с изменением исходного расстояния между датчиком и ВЭ;

6. Для датчика с аналоговым выходом экспериментально снимите и постройте номинальные статические характеристики при разных расстояниях между датчиком и ВЭ, рассчитайте по ним наибольшее значение суммарной погрешности, оцените изменение гистерезиса с изменением расстояния между датчиком и ВЭ.

7. Повторите описанные выше эксперименты еще для двух разных отражающих материалов отражателя. Проведите сопоставление отряжающих свойств использованных в эксперименте материалов.

### **8. Ответить на контрольные вопросы:**

- Каков принцип действия индуктивного выключателя?
- Каков принцип действия емкостного выключателя?
- К какому типу относится оптический выключатель и каков его принцип действия?
- Как обеспечивается питание исследуемых датчиков и как подключается нагрузка к их выходам?
- Что такое гистерезис датчика и как его определить экспериментально?
- Чем отличаются путевой режим работы датчиков от режима конечного выключателя?

### **9. Оформить и сдать отчет преподавателю.**



## Список рекомендуемой литературы

### Основные источники:

1. Воробьев В.А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации [текст]: Учебник и практикум для студентов СПО.- М.: Издательство «Юрайт», 2019. - 365с.
2. Правила технической и безопасной эксплуатации средств автоматики, телемеханики и контрольно-измерительных приборов РД 153-112 ТНП-028-97

### Дополнительные источники:

3. Калинеченко, А.В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам в автоматике [Электронный ресурс] / А.В. Калинеченко, Н.В. Уваров, В.В. Дойников. - М.: Инфра-Инженерия, 2017. - 576 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/536470>
4. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.В. Грунтович. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2018. — 271 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/947807>
5. Сборка, монтаж, регулировка и ремонт электрооборудования (ПМ.01) [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Олифиренко Н.А., Хлыстунова Т.Н., Овчинникова И.В. - Рн/Д:Феникс, 2018. - 366 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/977576>
6. Технология ремонта и обслуживания электрооборудования [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Дайнеко В.А. - Мн.:РИПО, 2018. - 375 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/977910>
7. Выбор и наладка электрооборудования [Электронный ресурс]: справочное пособие / В.К. Варварин. — 3-е изд. — М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. — 238 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/908450>
8. Рульнов А.А. Автоматическое регулирование [Электронный ресурс]: Учебник/ А.А. Рульнов, И.И. Горюнов, К.Ю. Евстафьев.- 2-е изд., стер. - М.: НИЦ

ИНФРА-М, 2016. - 219 с. - Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog/product/536470>

9. Братан С.М. Автоматическое управление процессами механической обработки [Электронный ресурс]: Учебник / С.М. Братан, Е.А. Левченко, Н.И. Покинтелица, А.О. Харченко. — М. : Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2017. — 228 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/556921>

#### **Интернет – ресурсы:**

<http://window.edu.ru/>

<http://www.metod-kopilka.ru/>

<http://www.school.edu.ru/>

<http://subscribe.ru/>

<http://dic.academic.ru/>

[ru.wikipedia.org/wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki)

<http://infotechlib.narod.ru/>

<http://mehanik-ua.ru/>

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

## **ОТЧЕТ**

по выполнению лабораторных и практических работ  
по ПМ 03 «Эксплуатация систем автоматизации»

МДК 03.01 «Теоретические основы технического обслуживания и  
эксплуатация автоматических и мехатронных систем управления»

выполнил: ***Иванов А.С.***

группа: ***АП-309б***

проверил: ***Строев Ю. Н.***

Челябинск, 2019

### Варианты задач для интеллектуального реле:

#### Вариант 1.

Схема управления нагревателями печи представлена на рисунке 1. Печь сопротивлений содержит три нагревательных элемента R1, R2 и R3, каждый из которых включается своим аппаратом KM, KM2 и KM3. Синтезировать схему, обеспечивающую следующий алгоритм работы нагревательных элементов, представленный в таблице 1.

Таблица 1- Нагревательные элементы.

Номер импульс-ного генератора	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Состояние R1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
Состояние R2	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
Состояние R3	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1

Начало работы осуществляется после нажатия на кнопку «Пуск».

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

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

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

Включенному состоянию сопротивления в табл. 2 соответствует «1», отключенному - «0».

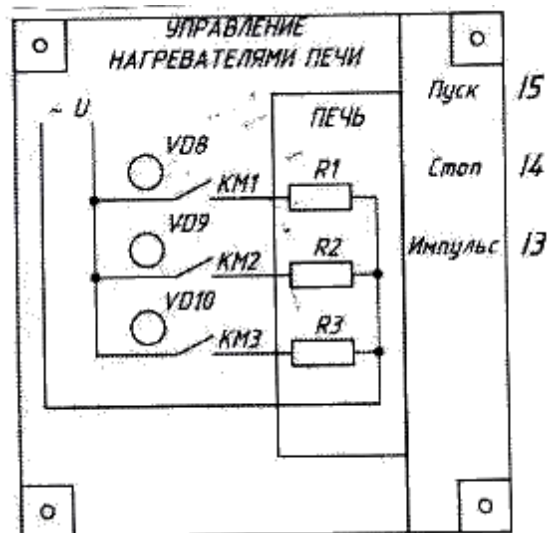


Рисунок 1- Схема управления нагревателями печи.

#### Вариант 2.

Схема панели "Управление асинхронным электродвигателем" представлена на рисунке 2. Светодиоды VD2, VD5 и VD26 светодиодной матрицы отражают состояние элементов схемы. Свечение этих светодиодов соответствует включенным контакторам электропривода KM1 (вращение «Вперёд»), KM3 (команда «Быстро») и KM2 (вращение «Назад»).

Необходимо запрограммировать на реле следующую последовательность действий. В исходном положении все светодиоды погашены. При нажатии кнопки «Вперед» должен загореться светодиод VD2 и через задержку времени — светодиод VD5 контактора ускорения KM3. При нажатии кнопки «Назад» должны погаснуть светодиоды VD2 и VD5, включиться светодиод VD26, а через задержку времени - снова светодиод VD5.

При нажатии кнопки «Стоп» все светодиоды отключаются.

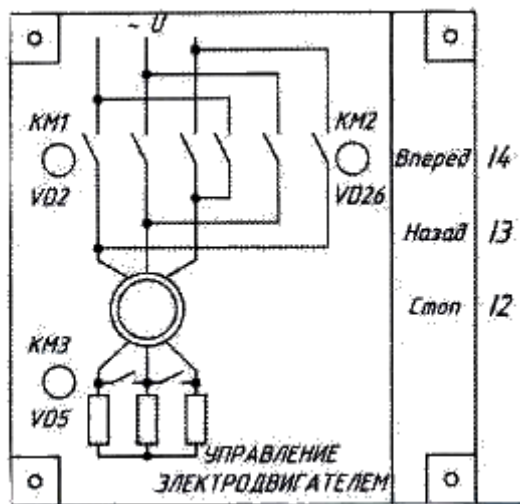


Рисунок 2 – схема управления двигателем.

### Вариант 3.

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

При нажатии на кнопку «Стоп» все светодиоды выключаются.

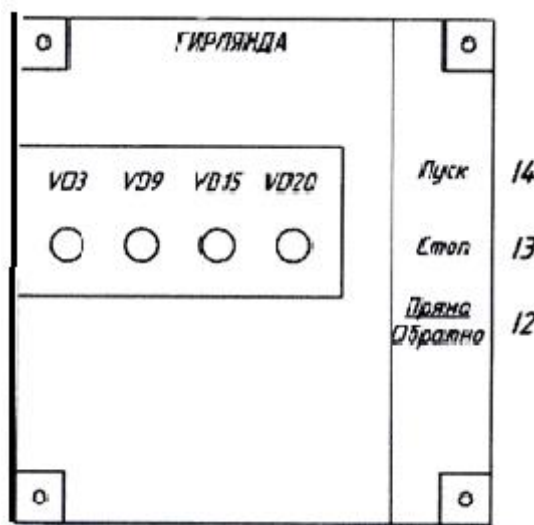


Рисунок 3 - Схема «гирлянды».

#### Вариант 4.

Схема линии откачки дренажных вод представлена на рисунке 4. Откачка ливневых вод осуществляется насосами Н1-Н3, уровень контролируется датчиками УО-У3. Если уровень воды в сборном резервуаре (СР) достиг отметки У1, то включается насос Н1 и его отключение произойдёт при полной откачке воды.

Если уровень воды достигает отметки У2, то дополнительно включается насос Н2, который отключается при полном опустошении СР. Если же уровень воды продолжает повышаться и достигает отметки У3, то включается насос Н3, который отключается при уменьшении уровня воды до отметки У1. Если же при включении Н3 уровень воды не опускается ниже отметки У2, то с выдержкой времени Т после откачки ниже уровня У3 включается световая индикация.

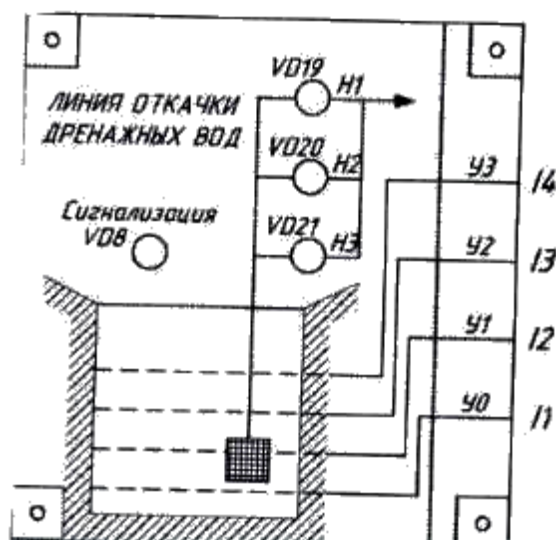


Рисунок 4 - Схема линии откачки дренажных вод.

#### Вариант 5.

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

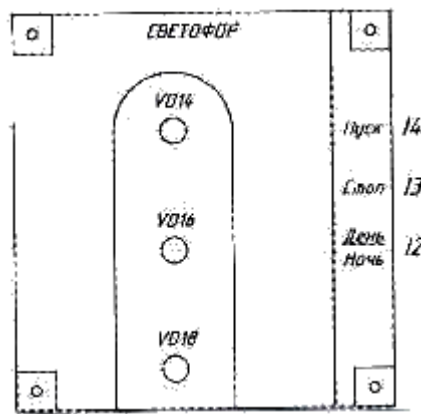


Рисунок 5 – Схема светофора.

#### Вариант 6.

Схема панели счёта импульсов представлена на рисунке 6. Импульсы подаются на вход реле нажатием кнопки «Импульс» или с генератора, реализуемого программным путём в реле. После подачи 10 импульсов должен загореться светодиод VD11. После прохождения второго десятка импульсов должен загореться светодиод VD16, светодиод VD11 при этом остаётся включённым. Аналогично считаются третий и четвёртый десяток импульсов, факт прохождения которых фиксируется соответственно светодиодами VD21 и VD25. После прохождения 4-ого десятка импульсов последующие импульсы не меняют состояния светодиодов. При кратковременном нажатии кнопки «Сброс» все светодиоды должны погаснуть и сразу же должен начаться новый цикл работы схемы.

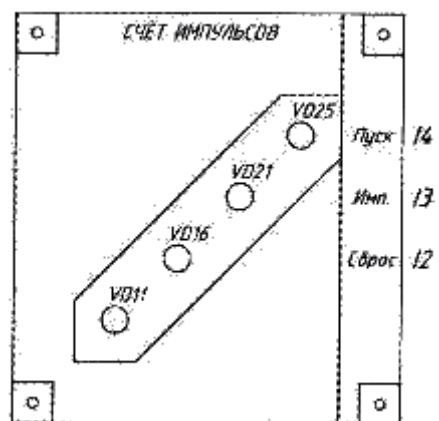


Рисунок 6 - Схема счета импульсов.



### Вариант 7.

Схема бегущего огня представлена на рисунке 7. Необходимо запрограммировать реле ZEN на выполнение следующей задачи. При нажатии кнопки «Пуск» и положении «Прямо» переключателя направления «бега» светодиоды должны включаться и затем отключаться в следующей последовательности VD2, VD20, VD23, VD5, VD2, VD20 и т.д. При постановке переключателя направления «бега» в положение «Обратно» последовательность включения/отключения светодиодов изменяется на противоположное, т.е. VD2, VD5, VD23, VD20, VD2, VD5 и т.д. При переключении переключателя «Медленно/Быстро» меняется скорость «бега» при любых положениях переключателя направления бега «Прямо/Обратно». При нажатии кнопки «Стоп» все светодиоды гаснут.

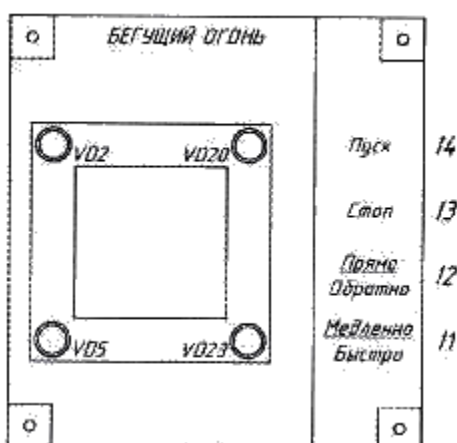


Рисунок 7 – Бегущий огонь.

### Вариант 8.

Панель процесса «Приготовление смеси» представлена на рисунке 8. Смесь готовится из двух компонентов №1 и №2. При нажатии кнопки «Пуск» одновременно включаются (открываются) вентили VD2 и VD26 подачи компонентов №1 и №2 в ёмкость с «мешалкой» VD16. Через время  $t_1$ , отключается вентиль VD2, через время  $t_2$  - вентиль VD26. Затем включается на время  $t_3$  «мешалка» VD16 в ёмкости приготовления смеси. Через время  $t_4$  после остановки «мешалки» на время  $t_5$  включается вентиль VD18 выдачи готовой смеси. После отключения вентилей VD18 цикл приготовления смеси повторяется. Циклы при-

готовления смеси непрерывно следуют друг за другом до нажатия кнопки «Стоп».

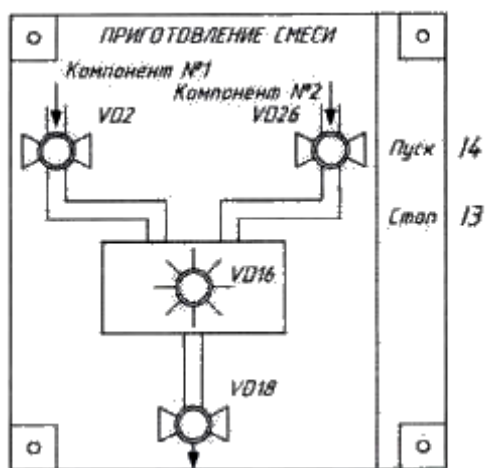


Рисунок 8 – Схема процесса приготовления смеси.

