



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Авиационный колледж ДГТУ

Методические указания по дисциплине

«Автоматизация технологи- ческих процессов и произ- водств»

Авторы
Смирнов Ю. А.

Ростов-на-Дону, 2019

Аннотация

Методические указания по ПМ.04 «Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов». Технология формирования систем автоматического управления типовых технологических процессов, средств измерений, несложных мехатронных устройств и систем предназначены для студентов всех форм обучения специальностей 15.02.07. Автоматизация технологических процессов и производств

Автор



к.т.н., доцент, преподаватель 1 категории авиационного колледжа ДГТУ Смирнов Юрий Александрович.





Оглавление

Лабораторная работа №1.	4
Снятие статических характеристик датчиков расхода	4
Лабораторная работа №2.	8
Исследование системы автоматического регулирования расхода с применением расходомеров различных типов	8
Лабораторная работа №3.	11
Основы программирования ПЛК DVD.....	11
Лабораторная работа №4.	23
Основы программирования сенсорной панели оператора DOP-B.....	23
Лабораторная работа №5.	36
Поверка приборов для измерения давления	36
Лабораторная работа №6.	38
Калибровка (поверка) манометра с помощью калибратора давления Метран-517 и использованием ПО «Поверка СИД»	38
Лабораторная работа №7.	45
Изучение принципа действия и поверка напоромера с помощью калибратора давления Метран-502-ПДК-10П.....	45
Лабораторная работа №8.	48
Проведение поверки с помощью калибратора Метран-502-ПДК-10П.....	48

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.

Снятие статических характеристик датчиков расхода

Цель работы: Экспериментально снять статические характеристики датчиков расхода различного типа.

Порядок работы

1. Изучить необходимый теоретический материал.
2. Ознакомиться с конструкцией и назначением элементов лабораторного стенда «Промышленные датчики расхода».
3. Подготовить стенд к проведению лабораторной работы.
4. Экспериментально снять статические характеристики датчиков расхода.
5. Оформить отчет по проделанной работе.

Ход работы

В состав лабораторного стенда входит два датчика расхода, основанных на разных принципах измерения: вихреакустический датчик Метран-300ПР и ультразвуковой расходомер Ultrasonic US-800.

В данной лабораторной работе требуется снять их статические характеристики, то есть зависимость показаний датчика от величины расхода жидкости.

Перед проведением лабораторной работы необходимо установить все элементы стенда в исходное состояние. Для этого при выключенном автоматическом выключателе QF1 «Сеть», расположенном на лицевой панели стенда:

- установить в выключенное состояние клавишный переключатель «Питание стенда»;
 - тумблеры блока дискретных входов 0.00 ... 0.07 перевести в нижнее положение, соответствующее состоянию «Выкл»;
 - рукоятку потенциометра блока аналогового ввода/вывода перевести в крайнее положение против часовой стрелки;
 - кнопку «Ручной режим» перевести в включенное состояние;
- После установки начальных условий необходимо подготовить к работе персональный компьютер и обеспечить его связь со стендом:
- ❖ включить персональный компьютер и дождаться загрузки операционной системы Windows;
 - ❖ подать напряжение на стенд включением автоматического выключателя QF1;
 - ❖ подать напряжение на программируемый логический контроллер и расходомеры включением клавишного выключателя "Питание стенда", дождаться загрузки ПЛК.
 - ❖ после запуска ПЛК необходимо записать в него проект, обеспечивающий совместную работу ПЛК и Scada-системы Trace Mode. Этот проект поставляется вместе со стендом. Программирование осуществляется с помощью программы WPL Soft. Для запуска программы необходимо на рабочем столе Windows или в меню «Пуск» найти соответствующий ярлык и запустить программу;
 - ❖ в открывшемся окне в меню «файл» найти пункт «открыть» и найти проект «ПДР-СК», после чего открыть его;
 - ❖ обеспечить связь программы WPL Soft и контроллера, после чего откомпилировать проект и записать его в ПЛК;
 - ❖ после записи проекта в ПЛК закрыть программу CX Programmer.
- Запустить Scada-систему Adastrа Trace Mode:
- на рабочем столе Windows или в меню «Пуск» найти программу Trace Mode и запустить ее, после чего открыть в ней проект «ПДР-СК.prj»;
 - в дереве проекта найти пункт «Система», в котором выделить пункт «RTM_1»;
 - в меню «файл» выбрать пункт «Сохранить для МТБ», после чего в этом же меню нажать на кнопку «Отладка» - открывается новое рабочее окно;

- в рабочем окне программы выбрать меню «файл» и нажать на кнопку «Запуск/Останов» - программа перейдет в режим опроса ПЛК;
- для удобства пользования установить полноэкранный режим работы нажатием сочетания клавиш «Ctrl+F». Основной экран программы «ПДР-СК» представлен на рис. 3.48.

Промышленные Датчики Расхода

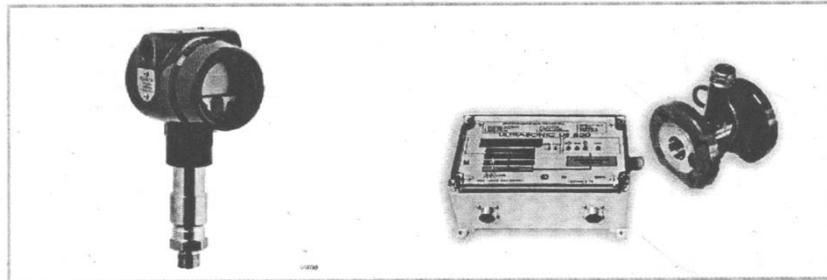


Рис. 3.48. Основное окно программы "ПДР-СК" Trage mode

- ❖ запустить процесс снятия данных Trace Mode нажатием на изображение датчиков расхода программы - откроется окно, показанное на рис. 3.49.



Рис. 3.49. Окно проекта "ПДР-СК" Scada-системы Trage-mode

- ❖ в появившемся окне выбрать пункт «Статические характеристики»/ В окне «Статические характеристики» есть возможность отслеживать показания вихреакустического датчика расхода Метран-300ПР и ультразвукового датчика US800. Также на сенсорной панели оператора нужно выбрать пункт «Статические характеристики» (рис. 3.50, а), после чего откроется окно с показаниями датчиков в цифровом виде, а также с полем задания уставки насоса.



Рис. 3.50. Окно выбора режима работы (а), окно статических характеристик (б)

Показания расходомеров можно снимать либо с помощью визуального контроля (каждый расходомер оснащен индикатором), либо с помощью специализированного программного обеспечения. Подробное описание датчиков представлено в сопроводительной электронной документации к стенду.

Статические характеристики представляют собой зависимость показаний датчиков от величины реального расхода жидкости. Сложность при проведении лабораторных работ состоит в том, что все три датчика используют разные методы измерения расхода, а эталонного датчика в данной комплектации лабораторного стенда не предусмотрено. Поэтому перед проведением опыта необходимо выяснить, показания какого из датчиков являются наиболее достоверными, после чего можно снять зависимость расхода, используя показания одного из датчиков в качестве эталонных.

Определение точности расчета расхода

Лабораторный стенд снабжен двумя емкостями - питательным и приемным баками. Питательный бак и приемный бак имеет объем около 20 литров. Приемный бак оснащен измерительной линейкой, с помощью которой появляется возможность определения текущего объема жидкости, содержащегося в емкости.

Предлагается следующий объемный способ определения расхода:

- проверить приемный бак - он должен быть пустым;
- полностью закрыть кран К1, соединяющий питательный и приемный баки;
- в табл. 3.26 зафиксировать значения счетчиков объема жидкости, прошедшей через датчики (важно зафиксировать не значения текущего расхода, а значения, показывающие, сколько всего жидкости было прокачено через датчик за время его эксплуатации) Удобнее всего данные показания снимать с помощью персонального компьютера;
- в окне «Статические характеристики» на сенсорном мониторе необходимо задать небольшое значение сигнала задания на скорость вращения насоса (10%) и обеспечить работу насоса в течение времени, необходимого для наполнения приемного бака примерно на 2/3 его объема. По прошествии этого времени насос необходимо остановить и зафиксировать точное время, прошедшее с пуска до полной остановки насоса. После остановки насоса зафиксировать показания датчиков в табл. 3.26;
- поскольку приемный бак снабжен измерительной линейкой, можно вычислить реальный объем жидкости, который в данный момент находится в емкости и который, следовательно, был прокачен через систему. Данные опыта занести в табл. 3.26;
- повторить опыт при других значениях скорости насоса - снять около 5 точек, заноса все данные в табл. 3.26. Перед проведением каждого нового опыта необходимо предварительно сливать накопленную жидкость в питательный бак;
- по данным табл. 3.26 рассчитать величину реального расхода жидкости в системе и определить, какой из датчиков обладает наименьшей погрешностью. Его показания при проведении дальнейших опытов следует принимать за базовые;

– после проведения опыта по определению погрешности расхода можно приступать к снятию статических характеристик датчиков.

Таблица 3.26

	Параметр	Опытные данные				
	Сигнал задания, %					
300ПР	Начальный объем $V_0, \text{м}^3$					
	Конечный объем $V_i, \text{м}^3$					
US-800	Начальный объем $V_0, \text{м}^3$					
	Конечный объем $V_i, \text{м}^3$					
Расчетные данные	Время $T, \text{с}$					
	Объем в питательном баке $V_E, \text{м}^3$					
	Реальный расход, $\text{м}^3/\text{ч}$					
	Расход 300ПР, $\text{м}^3/\text{ч}$					
	Расход, US-800, $\text{м}^3/\text{ч}$					

Статические характеристики датчиков расхода

Статические характеристики датчиков расхода снимаются на разных скоростях насоса и представляют собой зависимости выходных сигналов датчиков от величины реального расхода. Поскольку в предыдущем опыте был определен датчик, дающий наиболее достоверные результаты измерений, его показания принимаются за базу. Опыт проводится в следующей последовательности:

- 1) полностью открыть кран K1, соединяющий приемный и питательный баки. При этом вся жидкость, содержащаяся в приемном баке, должна перетечь в питательную емкость;
- 2) в окне «Статические характеристики» программы Trace Mode задать скорость насоса на уровне 10...15%;
- 3) дождаться завершения разгона электродвигателя и записать в табл. 3.27 показания всех трех датчиков расхода;
- 4) постепенно увеличивая скорость вращения насоса, снять восходящую ветвь статических характеристик датчиков;
- 5) при достижении максимального сигнала задания постепенно уменьшать его до нулевого значения, заноса результаты измерений в табл. 3.27.

- б) после проведения опыта остановить насос, выйти из программы Trace Mode, выключить питание контроллера, а также автоматический выключатель QF1 «Сеть» лабораторного стенда.

Таблица 3.27

Восходящая ветвь							
Уупр, %							
US-800							
300-ПР							
Нисходящая ветвь							
Уупр, %							
US-800							
300-ПР							

При обработке опытных данных необходимо объяснить различия в показаниях расходомеров, возникающие при снятии статических характеристик, сделать необходимые расчеты, сделать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Исследование системы автоматического регулирования расхода с изменением расходомеров различных типов

Цель работы: Настроить систему автоматического регулирования расхода, построенную на датчиках различного типа, снять ее статические и динамические характеристики.

Порядок работы

1. Изучить необходимый теоретический материал.
2. Ознакомиться с конструкцией и назначением элементов лабораторного стенда «Промышленные датчики расхода».
3. Подготовить стенд к проведению лабораторной работы.
4. Настроить ПИД-регулятор системы автоматического регулирования расхода.
5. Снять статические и динамические характеристики системы.
6. Оформить отчет по проделанной работе.

Ход работы

В состав лабораторного стенда входит три датчика расхода различного типа - вихреакустический датчик Метран-300ПР, электромагнитный Siemens Sitrans, ультразвуковой расходомер Ultrasonic US-800. В данной лабораторной работе требуется построить систему автоматического регулирования расхода с применением ПИД-регулятора, реализованного на ПЛК Delta, настроить коэффициенты ПИД-регулятора и снять статические и динамические характеристики системы.

Перед проведением лабораторной работы необходимо установить все элементы стенда в исходное состояние. Для этого при выключенном автомате - тическом выключателе QF1 «Сеть», расположенном на лицевой панели стенда:

- установить в выключенное состояние клавишный переключатель «Питание стенда»;
- тумблеры блока дискретных входов 0.00 ... 0.07 перевести в нижнее положение, соответствующее состоянию «Выкл»;

- рукоятку потенциометра блока аналогового ввода/вывода перевести в крайнее положение против часовой стрелки;
- кнопку «Ручной режим» перевести во включенное состояние;
После установки начальных условий необходимо подготовить к работе персональный компьютер и обеспечить его связь со стендом:
 - ❖ включить персональный компьютер и дождаться загрузки операционной системы Windows;
 - ❖ подать напряжение на стенд включением автоматического выключателя QF1 «Сеть»;
 - ❖ подать напряжение на программируемый логический контроллер и расходомеры включением клавишного выключателя «Питание стенда», дождаться загрузки ПЛК;
 - ❖ после запуска ПЛК необходимо записать в него проект, обеспечивающий совместную работу ПЛК и Scada-системы Trace Mode. Этот проект поставляется вместе со стендом. Программирование осуществляется с помощью программы CX Programmer. Для запуска программы необходимо на рабочем столе Windows или в меню «Пуск» найти соответствующий ярлык и запустить программу;
 - ❖ в открывшемся окне в меню «файл» найти пункт «открыть» и найти проект «ПДР-СК», после чего открыть его;
 - ❖ обеспечить связь программы CX Programmer и контроллера, после чего откомпилировать проект и записать его в ПЛК;
 - ❖ после записи проекта в ПЛК закрыть программу CX Programmer.
Запустить Scada-систему Adastra Trace Mode:
 - ✚ на рабочем столе Windows или в меню «Пуск» найти программу Trace Mode и запустить ее, после чего открыть в ней проект «ПДР-СК.prj»;
 - ✚ в дереве проекта найти пункт «Система», в котором выделить пункт «RTM_1»;
 - ✚ в меню «файл» выбрать пункт «Сохранить для МТБ», после чего в этом же меню нажать на кнопку «Отладка» - открывается новое рабочее окно;
 - ✚ в рабочем окне программы выбрать меню «файл» и нажать на кнопку «Запуск/Останов» - программа перейдет в режим опроса ПЛК;
 - ✚ для удобства пользования установить полноэкранный режим работы нажатием сочетания клавиш «Ctrl+F». Основной экран программы «ПДР-СК» представлен на рис. 3.48;
 - ✚ запустить процесс снятия данных Trace Mode нажатием на изображение датчиков расхода программы - откроется окно, показанное на рис.3. 49.
Также на сенсорной панели оператора нужно выбрать пункт «Система автоматического управления» (рис. 3.51, а), после чего откроется окно с показаниями датчиков в цифровом виде, а также с полем задания уставки насоса.
Опыт по настройке замкнутой системы производится в следующем порядке:
 - в меню «ПИД-регулятор» задать коэффициент усиления П-канала регулятора, отличный от нуля, а интегральный и дифференциальный коэффициенты усиления установить равными нулю;
 - установить сигнала задания, равный 20...30% от максимального значения (параметр «Уставка регулятора»), при этом система начинает обрабатывать данную уставку. Следует наблюдать переходный процесс расхода на экране персонального компьютера;



Рис. 3.51. Окно выбора режима работы (а), окно автоматического управления (б)

- изменяя значение коэффициента П-канала регулятора, добиться необходимого с точки зрения критериев быстродействия и минимума колебательности переходного процесса;
 - аналогичным образом подобрать значения коэффициентов интегрального и дифференциального каналов регулятора. При проведении настройки необходимо учитывать, что датчики расхода являются достаточно инерционными устройствами, что обязательно отразится на настройках интегрального и дифференциального каналов регулятора. Параметры датчиков представлены в приложении А;
 - после окончательной установки параметров регулятора расхода необходимо снять переходный процесс расхода при набросе сигнала задания.
- После настройки системы регулирования расхода необходимо снять следующие характеристики:
- зависимость расхода от величины сигнала задания;
 - переходный процесс системы при приложении статического возмущающего воздействия.
- Для снятия статической зависимости расхода от сигнала задания необходимо:
- a) установить сигнал задания, равный нулю (параметр «Уставка регулятора»);
 - b) задавая уставку регулятора настроенной замкнутой системы от 0 до максимума, изменять расход, фиксируя показания в табл. 3.28. Данные расхода можно наблюдать экране ПК;
 - c) характеристики необходимо снимать как при повышении уставки, так и при ее снижении;
 - d) после проведения опыта установить сигнал задания, равный нулю.

Таблица 3.28

Восходящая ветвь							
Уупр							
300-ПР							
Нисходящая ветвь							
Уупр							
300-ПР							

Переходный процесс расхода при приложении статического возмущающего воздействия снимается в следующей последовательности:

- a) установить величину расхода в пределах 20...60% (параметр «Уставка регулятора»). Требуемую величину расхода можно вычислить, руководствуясь данными снятия статической зависимости расхода от сигнала задания;
- b) активировать процесс регулирования (переключатель «Пуск/Останов регулирования»);
- c) дожидаться установки необходимого уровня расхода. Окончание переходного процесса расхода можно отслеживать с помощью персонального компьютера (временные диаграммы расхода);
- d) с помощью крана K2, осуществляющего подачу воды из питательного бака в систему, или регулировочного крана K3 уменьшить величину расхода системы. При этом запрещается полностью перекрывать данные краны, так как это может привести к поломке насоса;
- e) отслеживать переходный процесс расхода на экране компьютера. По окончании переходного процесса сохранить его временную диаграмму и в дальнейшем привести ее в отчете;
- f) убрать дестабилизирующий фактор (полностью открыть краны K2 и K3), установить значение уставки регулятора равной нулю;
- g) после остановки насоса выключить процесс регулирования и закрыть программу Trace Mode;
- h) выключить электропитание программируемого контроллера и расходомеров (клавишный переключатель «Питание стенда»);
- i) выключить автоматический выключатель QF1.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.

Основы программирования ПЛК DVD

Цель работы

Ознакомиться с техническими характеристиками ПЛК DVP фирмы Delta. Приобрести навыки программирования на лабораторном стенде с применением программного обеспечения WPLSoft 2.12.

Содержание работы

- a) Изучить назначение, технические характеристики ПЛК DVP-SS фирмы Delta.
- б) Изучить основы системы команд и принципы программирования контроллера.
- в) Дома при подготовке к работе:
 - выполнить синтез системы автоматизации согласно заданного варианта;
 - составить программу на языке лестничных диаграмм.
- г) В лаборатории:
 - ❖ освоить графическую среду программного обеспечения WPL Soft 2.12;
 - ❖ набрать на компьютере подготовленную дома программу и откомпилировать ее;
 - ❖ ввести программу в контроллер и убедиться в правильности её работы.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Общие положения

Программирование пользовательской задачи (создание управляющей программы) реализуется при помощи программного обеспечения WPL Soft 2.12. Обучающийся, в соответствии с поставленной задачей, разрабатывает алгоритм автоматизации управления объектом либо в виде логических уравнений, либо в виде схемы алгоритма. Входным, выходным сигналам и внутренним переменным (меркерам) присваиваются проектировщиком адреса в соответствии с конфигурационной таблицей.

2. Программирование ПЛК DVP-SS

2.1. Создание нового проекта

Для подготовки программ при проведении лабораторных работ служит программа WPL Soft 2.12. Для запуска программы необходимо на рабочем столе Windows дважды щелкнуть курсором мыши по соответствующему ярлыку WPL Soft 2.12. После этого откроется окно программы WPL Soft 2.12 (рис. 3.52).

В открывшейся программе имеется два окна: окно «Communication» и рабочее окно программы, в котором осуществляется набор управляющей программы.

Для создания новой программы необходимо в меню «File» выбрать New, после чего в открывшемся окне (рис. 3.53) необходимо выбрать название программы, тип контроллера и имя файла и нажать «ОК» для принятия сделанных изменений.

Далее необходимо в закладке «Options» выбрать Communication Settings и в открывшемся окне выбрать представленные на рис. 3.54 коммуникационные параметры для связи с ПЛК.

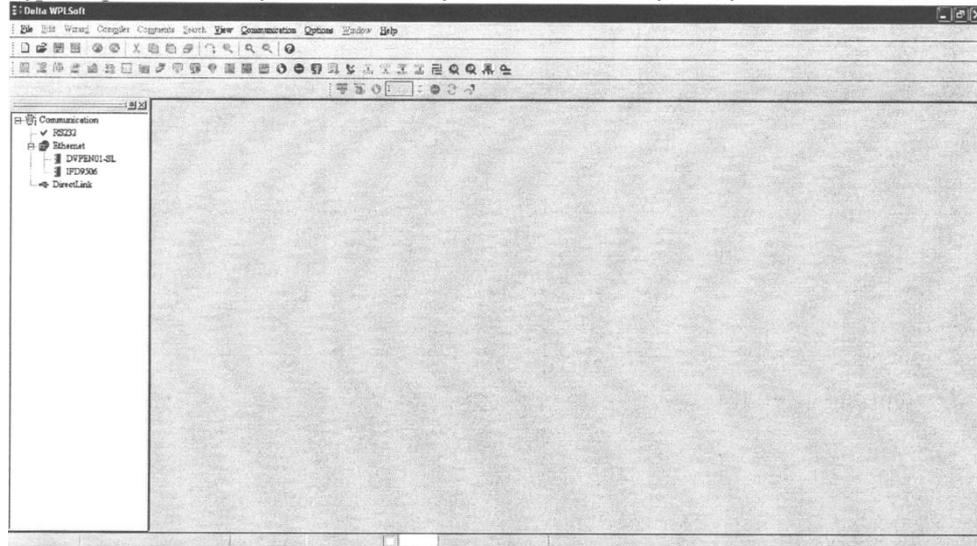


Рис. 3.52. Окно программы WPLSoft 2.12 после запуска программы

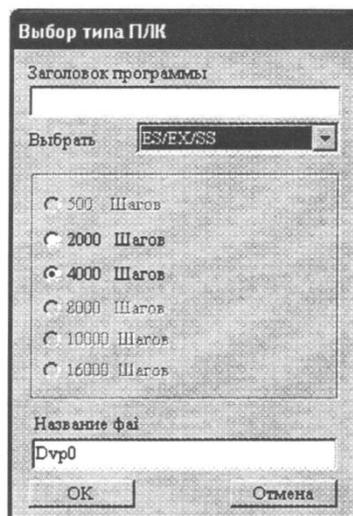


Рис. 3.53. Окно выбора программируемого контроллера

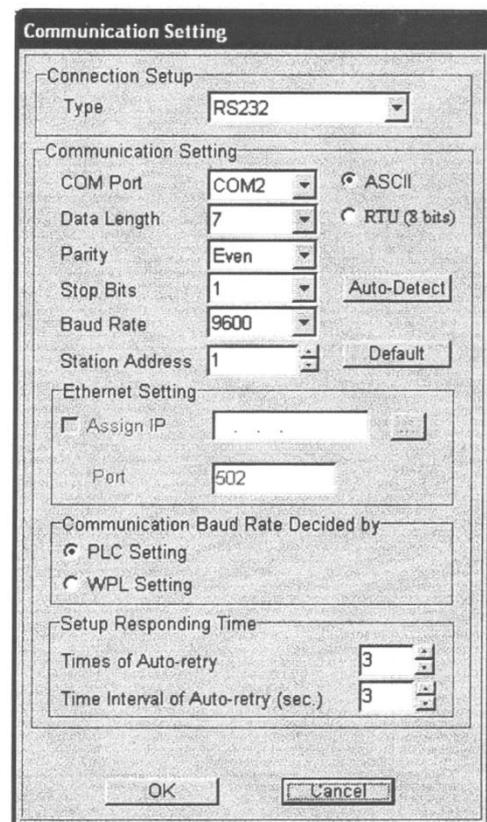


Рис. 3.54. Окно настройки коммуникационных параметров

После сделанных операций появится главное окно программы (рис. 3.55), в котором и будет непосредственно набираться программа на языке релейноконтактных схем (LD) или языке инструкций. Язык LD (язык лестничных диаграмм) удобен для инженеров-электриков, язык инструкций ориентирован для пользователей, связанных с компьютерным программированием (в мнемокоде). Программа WPL Soft 2.12 позволяет в любой момент изменить язык программирования.

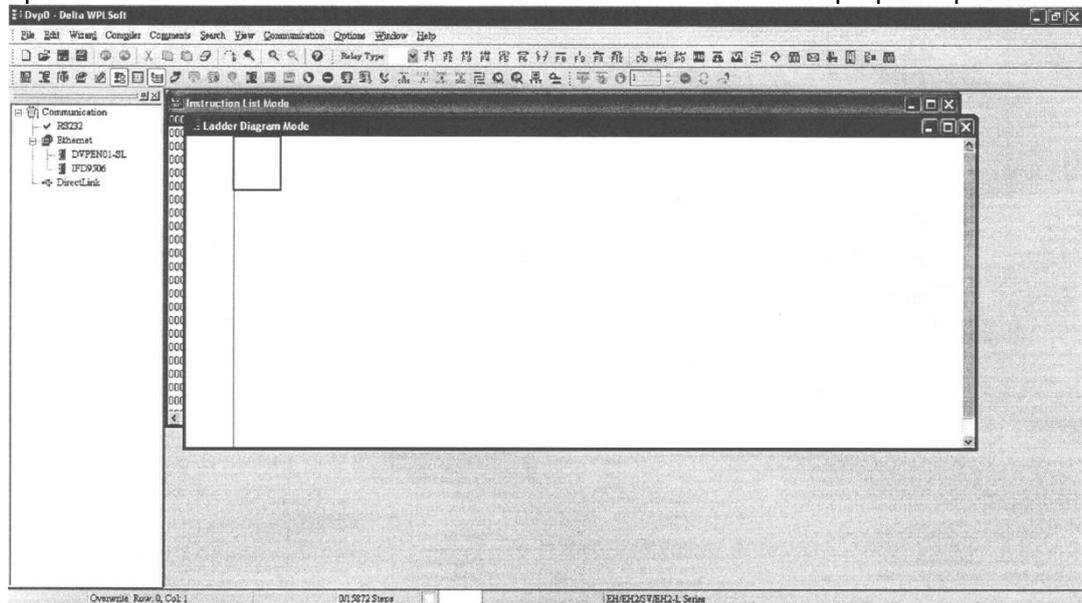


Рис. 3.55. Окно программирования

Для создания управляющей программы необходимо использовать меню «Ladder Toolbar» (рис. 3.56, а), содержащее все необходимые элементы для этого:

- замыкающие и размыкающие контакты;
- элементы включения по фронту (переднему и заднему);
- шаговые реле;
- прикладные инструкции;
- выходные катушки;
- соединительные линии;
- логическую инверсию;
- элементы сравнения;
- дополнительные элементы.

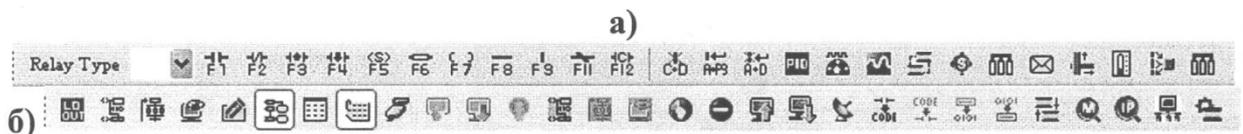


Рис. 3.56. Меню "Lander Toolbar" (а) и "WPL bar" (б)

Кроме того, для дальнейшей работы будет необходимо меню «WPL bar», представленное на рис. 3.56, б.

2.2. Создание управляющей программы для ПЛК

При программировании лестничными диаграммами (LD) в виде релейноконтактной схемы программа разделяется на сегменты. Каждый сегмент представляет собой отдельную цепь, по которой может протекать ток. Шина питания находится слева (вертикальная линия).

Рассмотрим ввод программы для реализации простого уравнения:

$$Y0 = (X0-X2)+X1$$

1. Щёлкните по тому месту (непосредственно по линии) куда, хотите вставить замыкающий (нормально открытый) контакт.

2. Вставьте замыкающий контакт, нажав на кнопку  - Normally Open Contact [Нормально открытый контакт]. Введите тип переменной, ее адрес и, если необходимо, комментарии к переменной (рис. 3.57, а).

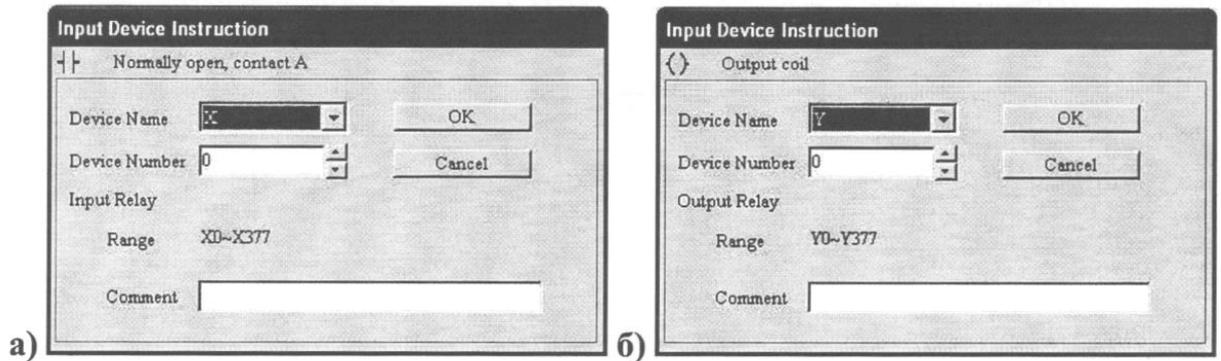


Рис. 3.57. Окна выбора типа переменной и ее адреса для контактов (а) и катушек (б)

После завершения редактирования параметров контакта необходимо нажать «ОК», после чего на рабочем поле появится созданный контакт (рис. 3.58).



Рис. 3.58

3. Выделите место, куда необходимо поставить нормально замкнутый

(размыкающий) контакт. Вставьте размыкающий контакт, нажав на кнопку  - Normally Closed Contact [Нормально закрытый контакт]. Аналогично п. 2 введите тип и адрес переменной и нажмите «ОК» (рис. 3.59).



Рис. 3.59

4. Поставьте в сегмент реле (катушку). Для этого нажмите на кнопку  - Coil [Катушка]. Аналогично п. 2 введите тип и адрес катушки (рис. 3.57, б) и нажмите «ОК» (рис. 3.60).

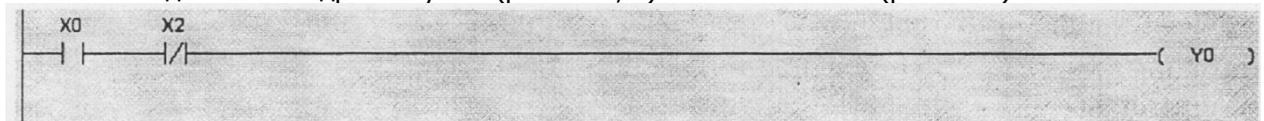


Рис. 3.60

Создайте параллельную ветвь для замыкающего контакта. Для этого щелкните по месту, от которого будет ответвление (в нашем случае — шина

питания), нажмите на кнопку . Аналогично п. 2 введите тип и адрес переменной и нажмите «ОК» (рис. 3.61).

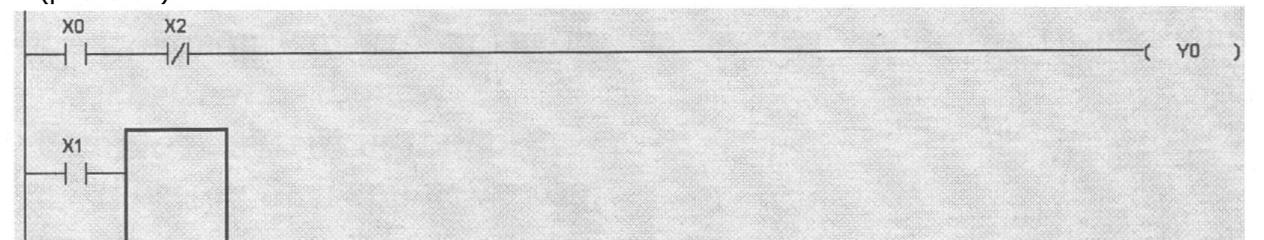


Рис. 3.61

6. Вставьте нормально открытый контакт и завершите параллельную ветвь, нажав последовательно на кнопки  и .

Внешний вид полученного сегмента представлен на рис. 3.62.

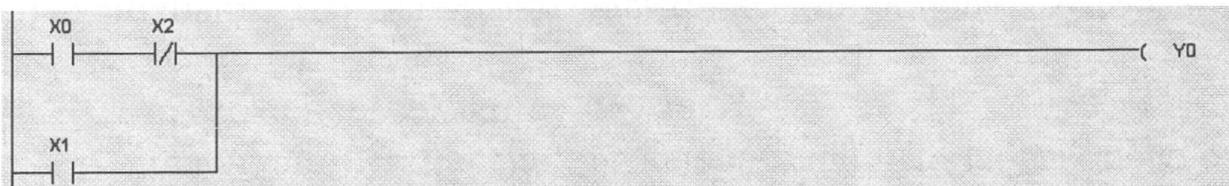


Рис. 3.62

В конце любой программы ОБЯЗАТЕЛЬНО устанавливается сегмент с

инструкцией "END". Для этого необходимо на новой строке нажать кнопку  и в появившемся окне (рис. 3.63, а) в поле «Application Instruction» выбрать инструкцию «END» и нажать «OK». После этого появится сегмент, представленный на рис. 3.63, б.

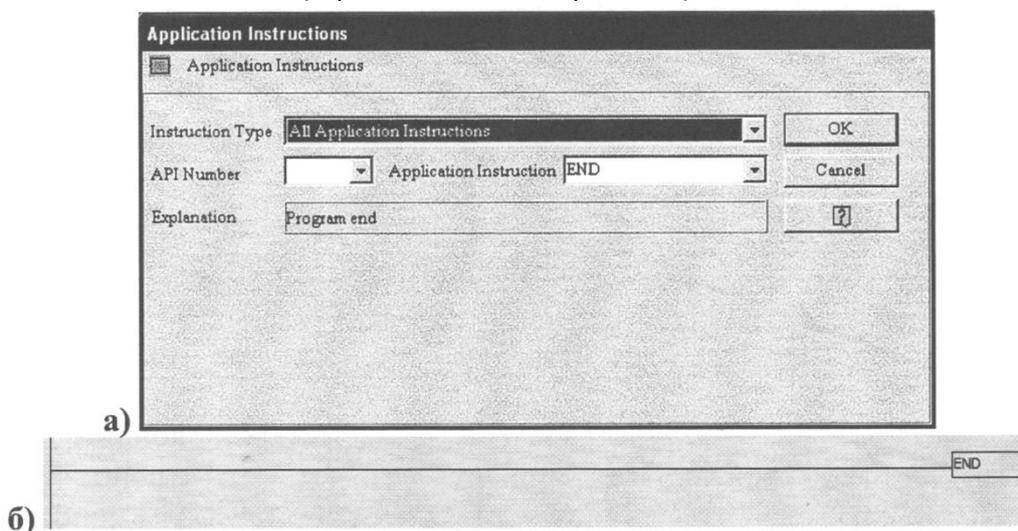


Рис. 3.63. Создание оконечного сегмента

Для удаления какого-либо элемента программы необходимо его выделить и выбрать: Edit → Delete. Для отмены предыдущего действия необходимо выбрать: Edit → Undo.

В случае некорректного ввода адреса или символического имени программа высвечивает сообщение, представленное на рис. 3.64.

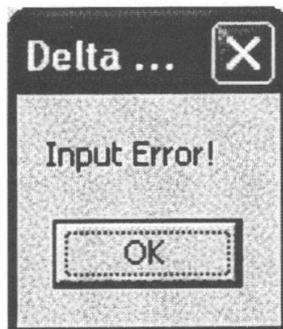


Рис. 3.64. Окно об ошибке ввода данных

2.3. Операции с таймерами

Таймеры имеют собственную область памяти в CPU. Для каждого из 256 таймеров резервируется 16-битное слово. Дискрета времени для таймера составляет 0,1

с.

Номер таймера и уставку времени можно задать в BCD коде в открывшемся окне (рис. 3.65) соответственно в полях «S» и «D». При этом в поле «D» уставка задается числовым значением или из области памяти D.

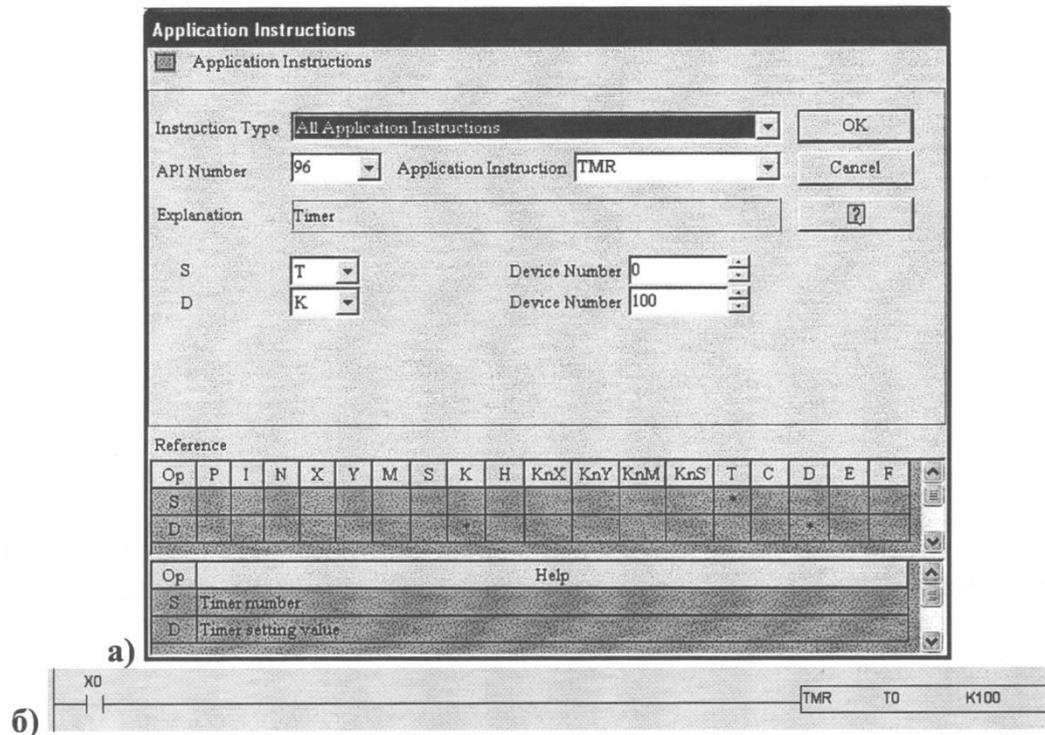


Рис. 3.65. Настройка параметров таймера (а) и внешний вид инструкции (б)

В режиме RUN текущее значение таймера уменьшается на одну единицу через интервал времени, установленный базой времени, до тех пор, пока значение времени не станет равным нулю, что соответствует срабатыванию таймера. Сброс таймера осуществляется инструкцией «RST», при этом в поле S инструкции указывается номер таймера, который необходимо сбросить.

2.4. Операции счета

Счетчики имеют собственную область памяти в CPU. Для каждого из 256 счетчиков резервируется слово длиной 16 бит (максимум 32767).

Номер таймера и уставку времени можно задать в BCD коде в открывшемся окне (рис. 3.66) соответственно в полях «S» и «D». При этом в поле «D» уставка задается числовым значением или из области памяти D.

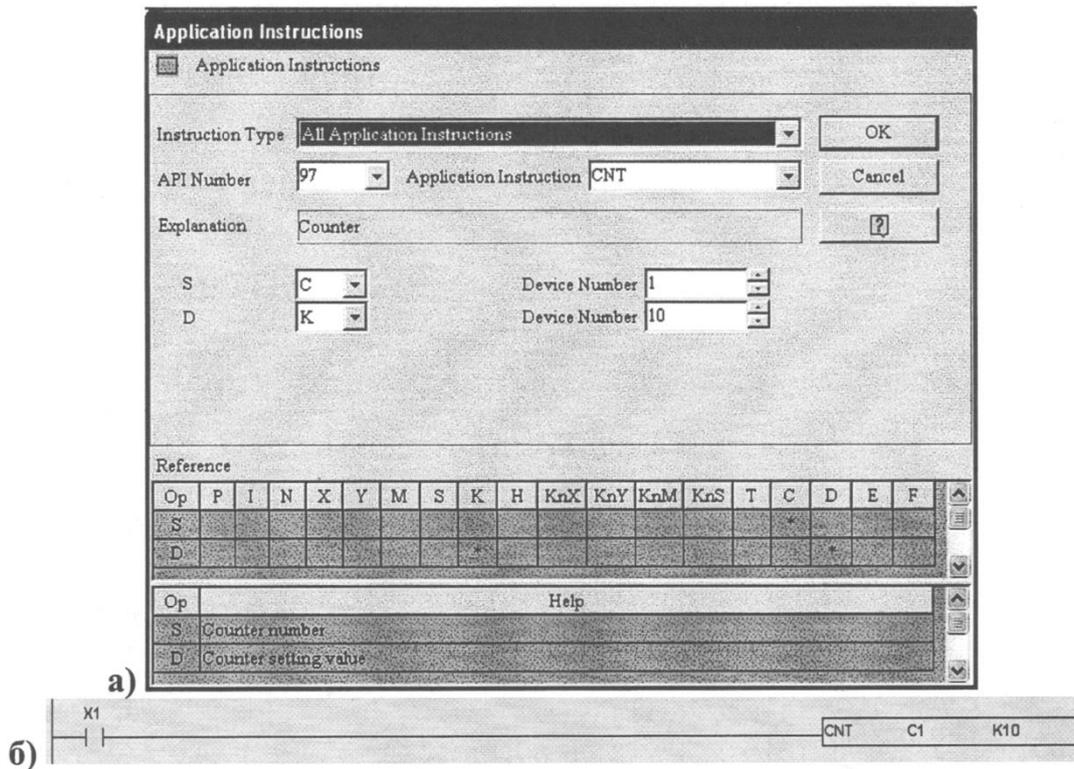


Рис. 3.66. Настройка параметров счетчика (а) и внешний вид инструкции (б)

В режиме RUN текущее значение счетчика уменьшается на одну единицу каждый раз, когда происходит изменение состояния цепи, до тех пор, пока значение не станет равным нулю, что соответствует срабатыванию счетчика. Сброс счетчика осуществляется инструкцией «RST», при этом в поле S инструкции указывается номер счетчика, который необходимо сбросить.

2.5. Пример программирования контроллера DVP-SS

В качестве примера рассмотрим управление ПЛК DVP-SS движением тележки.

Тележка перемещается по прямолинейному пути. Имеется два фиксированных положения ПО и П1. Исходное положение тележки - ПО.

При кратковременном нажатии на кнопку «Пуск» тележка движется вперед до положения П1, стоит в положении П1 5 с и возвращается назад в положение ПО. В положении ПО немедленно возникает реверс привода тележки. Тележка вновь движется в положение П1, стоит в нем 5 с и возвращается в ПО. В положении ПО вновь возникает команда на движение до положения П1 и т.д. после 10 циклов перемещения в положение П1 при возвращении тележки в положение ПО возникает сигнал «Конец цикла».

Для управления движением тележки следует предусмотреть счетчик (СЧ) со счетом до 10, задержку времени (таймер) для формирования задержанного сигнала П1[↑] и память P_n о нажатии на кнопку «Пуск».

$$P_n = (\text{Пуск} + P_n) \cdot \overline{КЦ}$$

Команда на перемещение тележки вперед (В) возникает в положении ПО, если отсутствует сигнал счетчика СЧ, и сохраняется при наличии сигнала памяти пуска P_n до достижения положения П1. Этому описанию соответствует логическое уравнение

$$B = (\text{ПО} \cdot \overline{СЧ} + B) \cdot \overline{П1} \cdot P_n$$

Команда на перемещение тележки назад (Н) возникает через 5 с нахождения в положении П1 и сохраняется при наличии переменной P_n до достижения положения ПО. Тогда логическое уравнение для команды Н имеет вид

$$H = (\overline{П1}^{\uparrow} + H) \cdot \overline{П1} \cdot P_n$$

Сигнал конца цикла (КЦ) возникает в положении ПО при наличии сигнала счетчика СЧ о завершении 10 циклов перемещения в положение П1 и сигнала P_n. Сигнал КЦ сохраняется до оче-

редного нажатия на кнопку "Пуск". Тогда логическое уравнение для рассматриваемого сигнала имеет вид

$$KЦ = (ПО \cdot СЧ \cdot Рп + KЦ) \cdot \overline{Пуск}$$

В программе использован счетчик, который считает число циклов перемещения в положение П1, при достижении этого положения число в счетчике уменьшается на единицу. Счетчик сбрасывается по сигналу конца цикла КЦ. Признаком окончания цикла является число в счетчике равное нулю, при котором на выходе счетчика «0». Поэтому в уравнениях команд В и КЦ необходимо использовать инверсию сигнала СЧ по отношению к ранее записанным уравнениям

$$B = (ПО \cdot \overline{СЧ} + В) \cdot \overline{П1} \cdot Рп$$

$$KЦ = (ПО \cdot \overline{СЧ} \cdot Рп + KЦ) \cdot \overline{Пуск}$$

Сброс счетчика производится сигналом конца цикла КЦ.

В табл. 3.29 представлена адресация команд и сигналов для ПЛК DVP-SS.

Таблица 3.29

Команда, сигнал	О	Г	1	П	Пу	В	Н	Ц	К	Рп	ч	С	П1↑
Адрес	О	X	I	X	X2	0	Y1	2	Y	MO	I	I	M2
Символ	О	Г	1	П	Пу	В	Наз	Ц	К	Па-	ч	С	За-
					ск	перед	ад		Ц	мять			держ
													жка

3. Загрузка и проверка правильности программы в ПЛК DVP-SS

Загрузка программы в контроллер осуществляется в следующей последовательности:

- ❖ включить питание моноблока и программируемого контроллера, собрать схему для проверки выполнения программы, подключить кабели для записи программы в ПЛК, перевести контроллер в режим «STOP» с помощью соответствующего переключателя;
- ❖ откомпилировать созданную программу, нажав кнопку . После выполнения компиляции в случае отсутствия ошибок появится окно, представленное на рис. 3.67, а, в противном случае в нижней части экрана появится перечень ошибок (рис. 3.67, б) с указанием их количества и точного расположения;
- ❖ нажать кнопку для записи программы в ПЛК . При этом появится окно выбора компонентов программы, доступных для записи. По окончании загрузки появится окно об успешной загрузке программы. В противном случае на экране появится ошибка, например, о неправильной настройке коммуникационных параметров или об отсутствии физического соединения ПЛК и ПК;

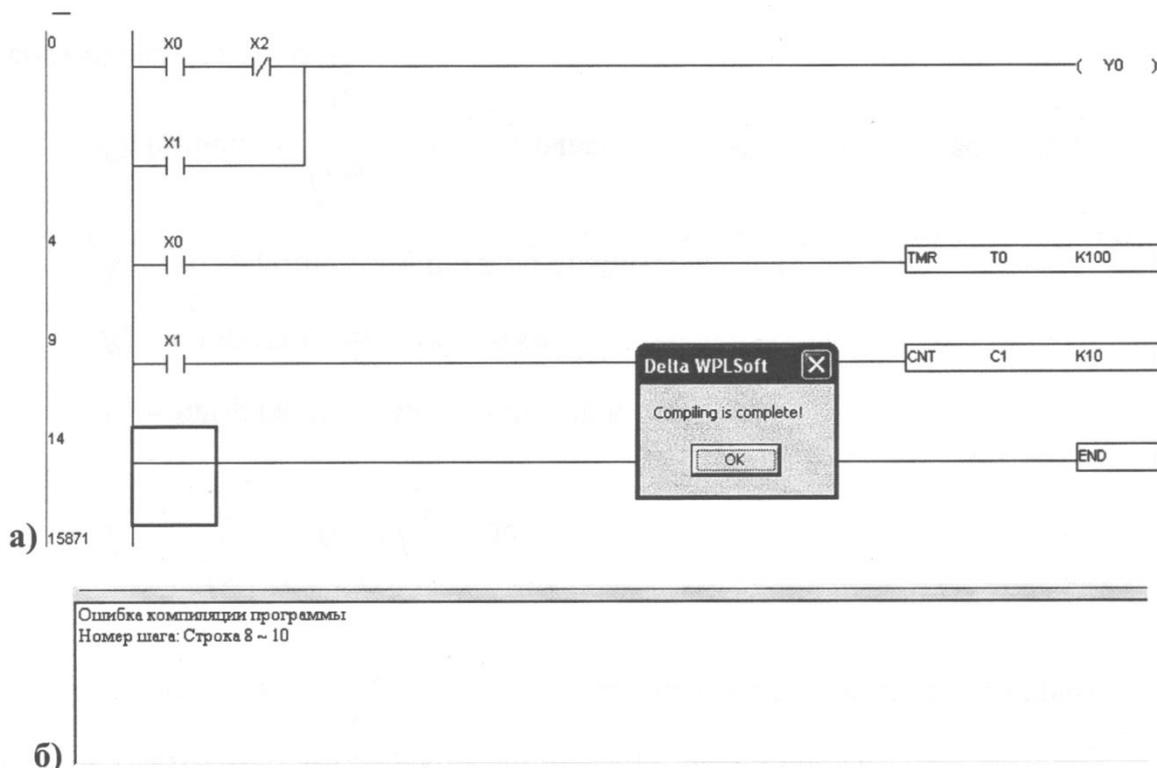


Рис. 3.67. Сообщение о выполненной компиляции программы (а) и окно ошибок компиляции (б)

- ❖ нажать кнопку для записи программы в ПЛК  . При этом появится окно выбора компонентов программы, доступных для записи. По окончании загрузки появится окно об успешной загрузке программы. В противном случае на экране появится ошибка, например, о неправильной настройке коммуникационных параметров или об отсутствии физического соединения ПЛК и ПК;
- ❖ собрать с помощью соединительных проводов схему для проверки правильности набранной программы. При этом необходимо учитывать схемы подключения входов и выходов контроллера (см. Техническое описание лабораторного стенда «Промышленная автоматика DELTA»);
- ❖ для запуска программы перевести ключ режима работы контроллера в положение «RUN»;
- ❖ во время работы программы можно следить за ходом ее выполнения. Переведя переключатель режима работы контроллера в положение «RUN» и нажав на кнопку  или комбинацию клавиш Shift+Ctrl+F1. При этом будут отображаться состояния контактов и катушек, а также значения счетчиков, таймеров в реальном времени.

Варианты заданий

При подготовке к лабораторной работе студент должен в соответствии с табл. 3.30 выбрать свой вариант задания.

Таблица 3.30

Номер бригады	1 и 5	2 и 6	3 и 7	4 и 8
---------------	-------	-------	-------	-------

Член бригады												3
Номер варианта									0	1	2	1

Для заданного варианта необходимо разработать алгоритм ее решения. В соответствии с заданием определиться с адресацией входных и выходных переменных. Затем определиться с адресацией вводимых промежуточных переменных и с адресацией используемых таймеров и счетчиков. Составить программу для контроллера DVP-SS.

Запустить программу в работу и убедиться в правильности ее работы. При наличии ошибок в работе устранить их и продемонстрировать преподавателю работу правильно функционирующей программы.

Вариант 1. Перекладыватель служит для перемещения листов со стола на постоянно вращающийся рольганг. Перекладыватель имеет подъемник листов, установленный на тележке. Подъемник представляет собой поперечину, перемещающуюся по вертикальным стойкам сверху вниз и обратно. Поперечина имеет на конце электромагнит для притягивания листов.

В исходном положении перекладыватель стоит в положении ПО над столом, а его подъемник в крайнем верхнем положении КВ. При поступлении листа на стол подается сигнал наличия листа, подъемник включается для движения вниз. При касании листа подъемник останавливается и включается электромагнит. Через 2 с включается подъемник на подъем, достигает положения КВ и останавливается. Включается тележка и перемещается в положение П1 над рольгангом, где останавливается и электромагнит отключается. Лист падает на рольганг. Через 2 с тележка движется в положение ПО. Цикл повторяется при поступлении очередного сигнала наличия листа. Включение системы в работу - нажатием кнопки «Пуск».

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

Вариант 3. Автоматизировать перемещение пуансона штампованного прессы. Рабочий управляет металлическую ленту (заготовку) и нажимает кнопку «Пуск». Пуансон из крайнего верхнего положения ПО движется вниз, при своем движении до положения П1 входит в матрицу, выбивая из ленты деталь необходимой формы, и возвращается в положение ПО. Чисто механическим устройством лента перемещается на один шаг и через 2 с пуансон совершает очередное движение. Лента рассчитана на изготовление 10 деталей, поэтому через 10 ходов пуансона формируется сигнал «Конец цикла». При подаче питания на систему автоматизации пуансон из любой точки должен прийти в положение ПО.

Вариант 4. На программируемом контроллере реализовать систему управления толкателем с кривошипно-шатунным механизмом с реверсивным электродвигателем.

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

Вариант 5. Автоматизировать управление крышкой котла. При кратковременном нажатии кнопки «Открыть» крышка поднимается до крайнего верхнего положения, в котором поворачивается, открывая доступ к содержимому котла. При кратковременном нажатии на кнопку «Закрыть» крышка поворачивается в положение точно над котлом и затем опускается, закрывая котел. Для исключения ударов предусмотреть переход на пониженную скорость перед касанием крышкой котла при его закрывании.

Вариант 6. Автоматизировать управление дверью (воротами) въезда/выезда гаража. Нормальное (исходное) положение двери закрытое. При кратковременном нажатии кнопки «Открыть» включается звонок и через 5 с включается привод двери на

открывание. При полном открытии двери привод двери отключается сразу, а звонок звенит еще 2 с.

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

Вариант 7. Печь сопротивлений содержит три нагревательных элемента (НЭ), каждый из которых питается от собственного тиристорного преобразователя соответственно ТП1...ТП3. Сигнал «1» на входе ТП соответствует максимально допустимому току НЭ, сигнал «0» - минимально допустимому току НЭ. Синтезировать схему, обеспечивающую алгоритм работы группы ТП, представленный в табл. 3.31. Начало работы осуществляется после нажатия на кнопку «Пуск».

Таблица 3.31

Номер импульса генератора											..
Состояние ТП1											..
Состояние ТП2											
Состояние ТП3											

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

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

Вариант 8. Манипулятор (рука со схватом) служит для подачи заготовок из накопителя в пресс. Рука манипулятора может перемещаться вперед/назад из крайнего заднего КЗ в крайнее переднее КП положение и назад, а также поворачиваться из крайнего правого положения КПр в крайнее левое положение КЛ и обратно. Схват имеет электромагнитный механизм зажима/разжима заготовок.

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

Вариант 9. Автоматизировать процесс безупорной остановки длинномерного металла на рольганге Р1.

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

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

и ПЗ формируется сигнал разрешения работы механизмов уборки металла с Р1. Включение системы в работу - при нажатии на кнопку «Пуск».

Вариант 10. Автоматизировать работу толкателя с кривошипно-шатунным механизмом с нереверсивным электродвигателем.

При нажатии кнопки «Пуск» кривошип из положения $a = 0^\circ$ движется до положения $a = 120^\circ$. В этом положении происходит переход на пониженную (малую) скорость, кривошип идет до положения $a = 180^\circ$ и останавливается. Через 3с электродвигатель автоматически вновь включается и на повышенной скорости шатун идет в положение $a = 0^\circ$. Стоит в нем 3 с, включается и движется к положению $a = 120^\circ$ и на пониженной скорости до $a = 180^\circ$ и т.д. После 5 толканий толкатель останавливается в исходном положении (кривошип - в положении $a = 0^\circ$) и формирует сигнал «Конец цикла». Очередной цикл из пяти толканий - после очередного нажатия на кнопку «Пуск». При нажатии на кнопку «Стоп» толкатель из любого положения на повышенной скорости движется в положение $a = 0^\circ$ и останавливается.

Вариант 11. Тележка движется по кольцевому пути, на котором есть 3 фиксированных положения ПО, П1 и П2. Привод тележки — от нереверсивного электродвигателя.

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

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

Вариант 12. Автоматизировать линию сортировки изделий. По конвейеру движутся низкие изделия, но редко могут встречаться и высокие. По ходу конвейера установлены две фотоголовки на расстоянии друг от друга, равном половине ширины изделия. Первая по ходу конвейера фотоголовка настроена на низкие изделия (нижняя фотоголовка), вторая - на высокие изделия (верхняя фотоголовка).

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

Требования к отчёту

Отчет должен содержать:

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

Контрольные вопросы

1. Каково количество входов/выходов изучаемого ПЛК?
2. Какими сетевыми возможностями обладает ПЛК DVP-SS?
3. Начертить и описать работу схемы подключения РпР-сигналов?
4. Начертить и описать работу схемы подключения пРп-сигналов?
5. Как осуществляется связь между программируемым контроллером и ПК?
6. Как реализуется в ПЛК таймер с задержкой на отключение?
7. Можно ли в DVP-SS реализовать таймер с уставкой времени 0,07 с?
8. При каких условиях на выходе счетчиков ПЛК формируется сигнал «0» и сигнал «1»?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4.

Основы программирования сенсорной панели оператора DOP-B

Цель работы

Изучить функциональные возможности сенсорной панели оператора (сенсорного монитора) DOP-B фирмы Delta и приобрести навыки ее программирования для автоматизации управления заданным объектом.

Содержание работы

1. Дома, при подготовке к работе:
 - изучить возможности и особенности лабораторного стенда с сенсорным монитором;
 - изучить назначение и технические характеристики сенсорного монитора DOP-B;
 - изучить принципы программирования сенсорного монитора;
 - подготовить как минимум три картинки программируемого пульта управления виртуальным объектом по заданному варианту (выбор режима, ручное управление, автоматическое управление);
 - подготовить программу для программируемого контроллера DVP-SS для проверки функционирования подготовленного пульта управления совместно с контроллером.
2. В лаборатории:
 - ❖ освоить графическую среду программного обеспечения Screen Editor 2.00.23;
 - ❖ с помощью программы Screen Editor 2.00.23 на ПК набрать подготовленные картинки сенсорного монитора;
 - ❖ записать проект в память сенсорного монитора;
 - ❖ набрать на ПК подготовленную дома программу и откомпилировать ее;
 - ❖ ввести программу в контроллер и убедиться в правильности её работы;
 - ❖ при совместной работе сенсорного монитора и программируемого контроллера проверить правильность функционирования пульта оператора;
 - ❖ подготовить отчёт и сделать выводы по работе.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Общие положения
Программирование сенсорного монитора сводится к следующему:
 - ✚ в программе Screen Editor 2.00.23 создается проект, с необходимым количеством экранов с возможностью их переключения;
 - ✚ из имеющегося набора графических инструментов на экране монитора формируется требуемое расположение, размер, цвет, функции и т.п. элементов виртуального пульта. Также есть возможность расположить на пульте необходимые надписи, рисунки;
 - ✚ всем коммутационным и сигнальным элементам виртуального пульта назначаются соответствующие адреса;
 - ✚ проводится компиляция подготовленного проекта;
 - ✚ проект по USB-интерфейсу записывается в сенсорный монитор.

2. Программирование сенсорной панели оператора DOP-B

2.1 Начало работы. Создание нового проекта

Для программирования сенсорных панелей оператора DOP-B фирмы Delta используется специальная программа Screen Editor 2.00.23. Ее запуск производится через соответствующий ярлык на рабочем столе или в меню «Пуск» персонального компьютера

(Пуск —» Все программы —> Delta —> Screen Editor 2.00.23 —» Screen Editor 2.00.23). После чего проявится стартовая страница (рис. 3.68). Выберите в меню «File» пункт «New».

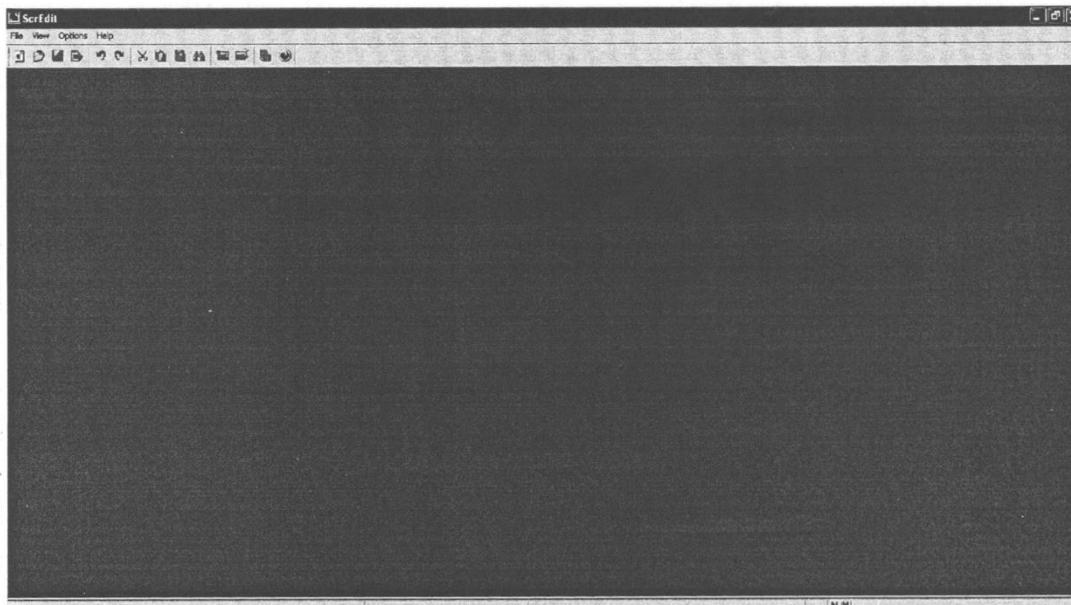


Рис. 3.68. Стартовая страница Screen Editor 2.00.23

В открывшемся окне (рис. 3.69) ввести имя нового проекта (поле «Project Name»), имя стартового экрана (поле «Screen»), номер экрана (поле «Screen Number»). Кроме того, в поле «H.M1» обязательно указать тип сенсорной панели оператора, в поле «Base Port Controller» - соединение с контроллером и, при необходимости, в поле «Printer» - используемый принтер по умолчанию.

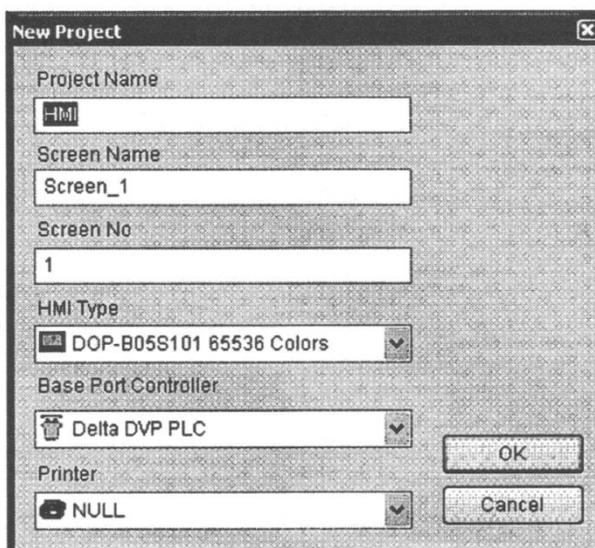


Рис. 3.69. Окно настройки параметров нового проекта

Для принятия выбранных параметров проекта необходимо нажать «OK». После этого откроется окно редактирования проекта (рис.3.70). Необходимо отметить, что начальный экран открывается автоматически, поэтому можно сразу же приступить к редактированию экрана.

2.2. Пример создания проекта для сенсорной панели оператора DOP-B

Пример реализации пульта оператора для управления простейшим технологическим процессом: необходимо запрограммировать пульт оператора для управления тележкой для транспортировки деталей между пролетами цеха. Имеется два фиксированных положения ПО и П1. На каждом положении расположена кнопка отправки в противоположное положение, причем каждая из этих кнопок является виртуальным объектом сенсорного монитора.

На основе описания технологического процесса составлены следующие логические уравнения:

$$B = (KH.B + B) \cdot \overline{П1} - \text{Команда на движение тележки вперед};$$

$$H = (KH.H + H) \cdot \overline{П0} - \text{Команда на движение тележки назад};$$

KH.B - кнопка для движения тележки вперед;

KH.H - кнопка для движения тележки назад.

На основе приведенных логических уравнений создается программа в среде WPL Soft 2.12, которая в дальнейшем записывается в ПЛК DVP-SS. С подробным описанием загрузки программы в ПЛК можно ознакомиться в руководстве к лабораторной работе №1 по изучению ПЛК DVP-SS.

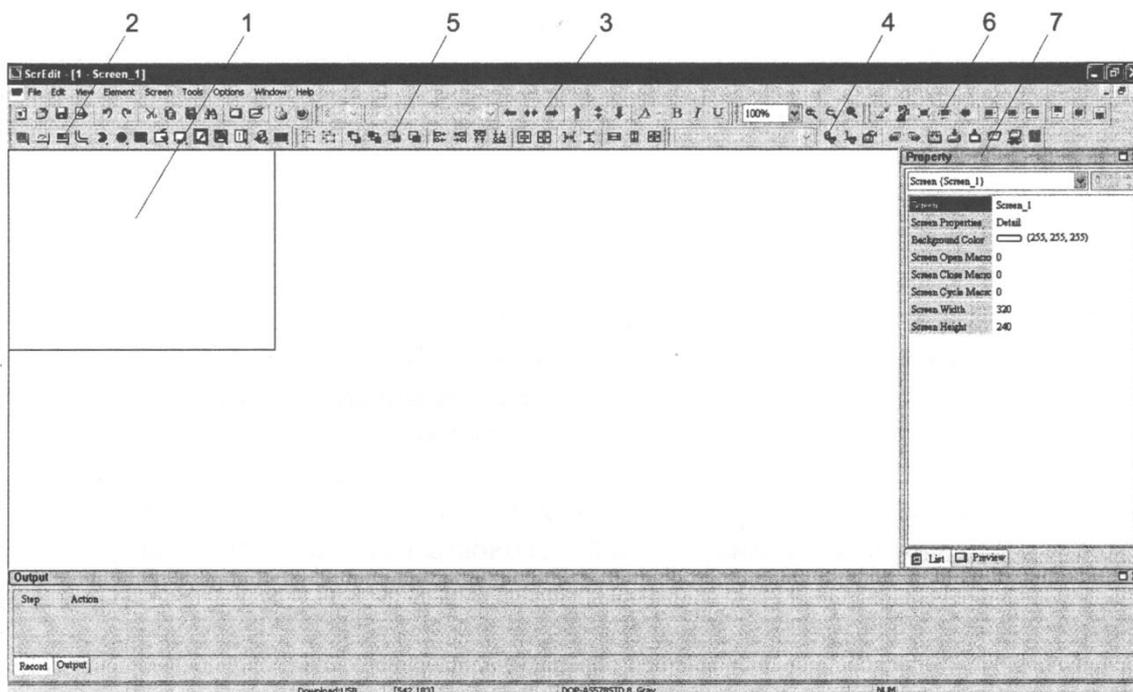


Рис. 3.70. Окно редактирования проекта:

1 – поле экрана; 2 – панель графических инструментов (Element); 3 – панель редактирования текста (Text Format); 4 – панель работы с проектом (Build); 5 – панель форматирования объектов (Layout); 6 – панель обработки изображений (Bitmap); 7 – окно свойств выделенного объекта

На панели оператора необходимо создать кнопки «Вперед» и «Назад»

Действия по разработке проекта выполняются в следующей последовательности:

1. В меню «Element» выбрать элемент «Graphics» в котором выбрать пункт «Text». На рабочем поле курсором выделить область текста. В появившемся справа окне свойств текстового объекта в строке «Text» создать надпись «Управление тележкой».

2. На экране создать кнопки управления «Вперед» и «Назад». При этом в меню «Element» выбрать элемент «Button» в котором выбрать пункт «Momentary». В меню свойств «Property» в строке «Write Address» указать адрес промежуточной переменной контроллера, отвечающего за перемещение вперед, в строке «Text» указать название кнопки. Для кнопок нельзя использовать

адреса физических входов контроллера X, а следует устанавливать адреса промежуточных переменных (меркеров) M.

3. Аналогично создать кнопку «Назад».

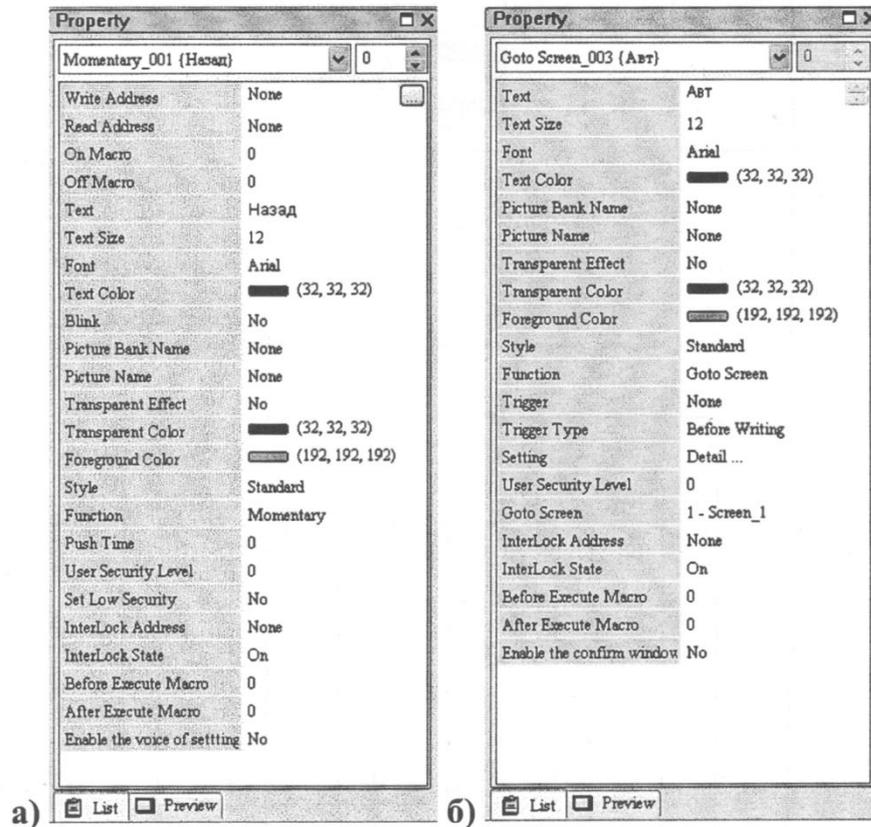


Рис. 3.71. Настройка свойств кнопок изменения бита (а) и перехода на экран (б)

В меню свойств «Property» можно присвоить кнопкам конкретные цвета (восемь оттенков), а также надписям на них. После выполненных операций отобразится экран, представленный на рис. 3.71, б.

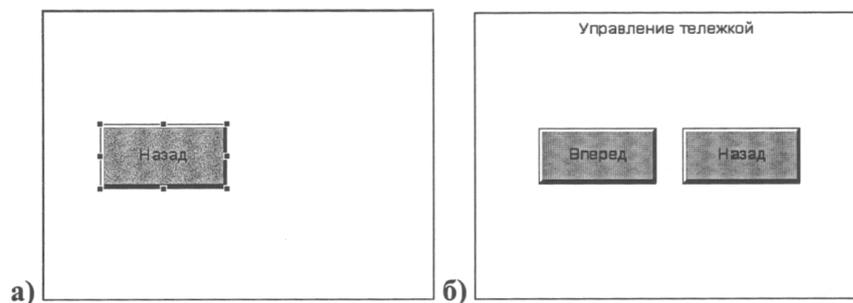


Рис. 3.72. Создание кнопки (а) и экран управления тележки (б)

Далее необходимо создать кнопки перехода с экрана на экран. Перед этим необходимо создать новый экран. Для этого нужно выбрать в закладке «Screen» пункт «New Screen» или нажать

кнопку  на панели инструментов. В появившемся окне (рис. 3.73) указать имя нового экрана и его адрес в проекте.

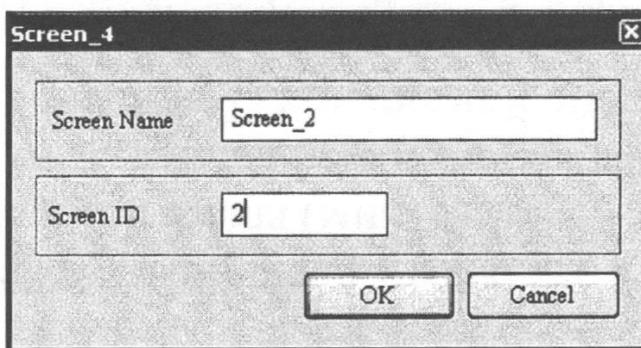


Рис. 3.73. Окно создания экрана

В меню «Element» выбрать элемент «Button» в котором выбрать пункт «Goto Screen». В меню свойств «Property» в строке «Goto Screen» указать адрес экрана, на который перейдет проект при нажатии на кнопку, в строке «Text» можно указать название кнопки.

Структуру проекта целиком можно увидеть, нажав кнопку . При этом откроется окно, представленное на рис. 3.74. В левой части представлены созданные экраны, в правой - вид выбранного экрана.

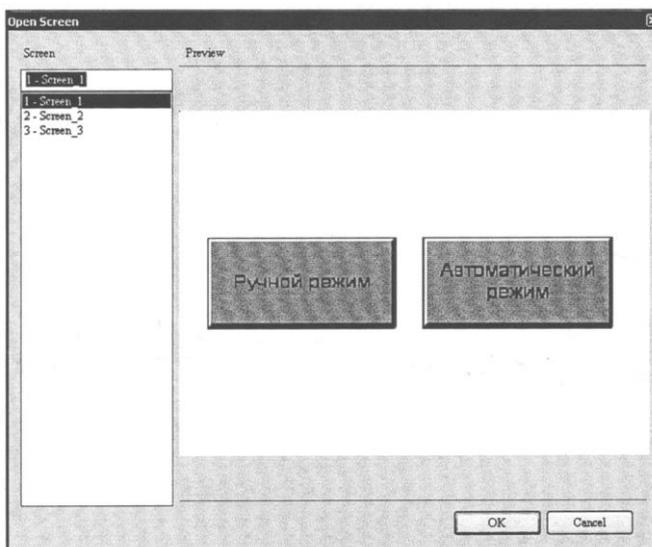


Рис. 3.74. Окно выбора экрана

Далее на экранах создается необходимое количество кнопок переходов. Например, на экране «Меню» - две кнопки «Авт» и «Руч» переходов на экраны соответственно автоматического и ручного режимов работы. На экране «Авт» тоже устанавливаются две кнопки переходов на экраны «Меню» и «Руч». Аналогично для экрана «Руч» - кнопки «Меню» и «Авт».

После выполненных операций отобразятся экраны, представленные на рис. 3.75.

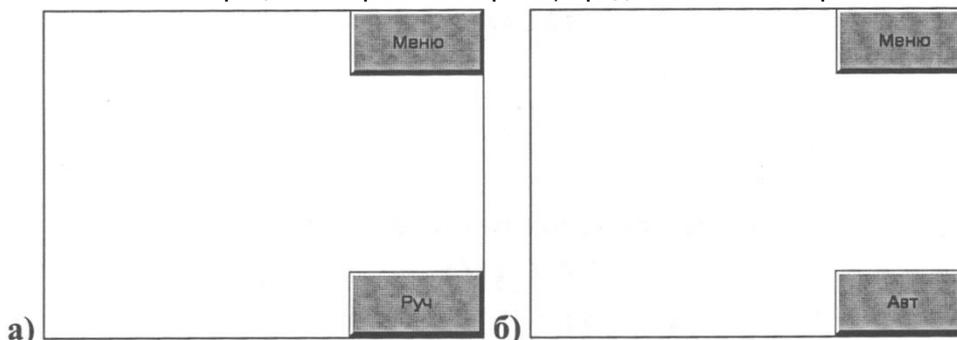


Рис. 3.75. Сконфигурированные кнопки перехода с экрана на экран

Программирование индикатора (лампочки) на экране монитора ведется в следующей последовательности:

В меню «Element» выбрать элемент «Indicator», в котором выбрать пункт «Multistate Indicator». В меню свойств «Property» в строке «Read Address» указать адрес промежуточной переменной контроллера, в строке «Style» можно выбрать форму индикатора (прямоугольник, утопленный прямоугольник, окружность или невидимый в выключенном состоянии) в строке «Text» можно указать название индикатора. Для индикатора в меню свойств «Property» отдельно задается цвет индикатора в выключенном и включенном состояниях. Переход от одного состояния к другому осуществляется с помощью выбора в верхней части меню «Property» 0 или 1.

Программирование стрелочного, столбчатого или цифрового индикатора на экране сенсорной панели оператора ведется в следующей последовательности:

В меню «Element» выбрать элемент «Meter», «Bar» или «Display», в которых выбрать соответственно пункты «Meter(I)», «Normal» или «Numeric Display». В меню свойств «Property» в строке «Read Address» указать слово контроллера, которое необходимо отображать на экране сенсорной панели оператора.

В строке «Text» можно указать название индикатора, в строке «Setting» (рис. 3.76, в) необходимо выбрать формат данных, минимальное и максимальное значение отображаемой величины, количество отображаемых разрядов и положение десятичной точки, а также ряд других параметров.

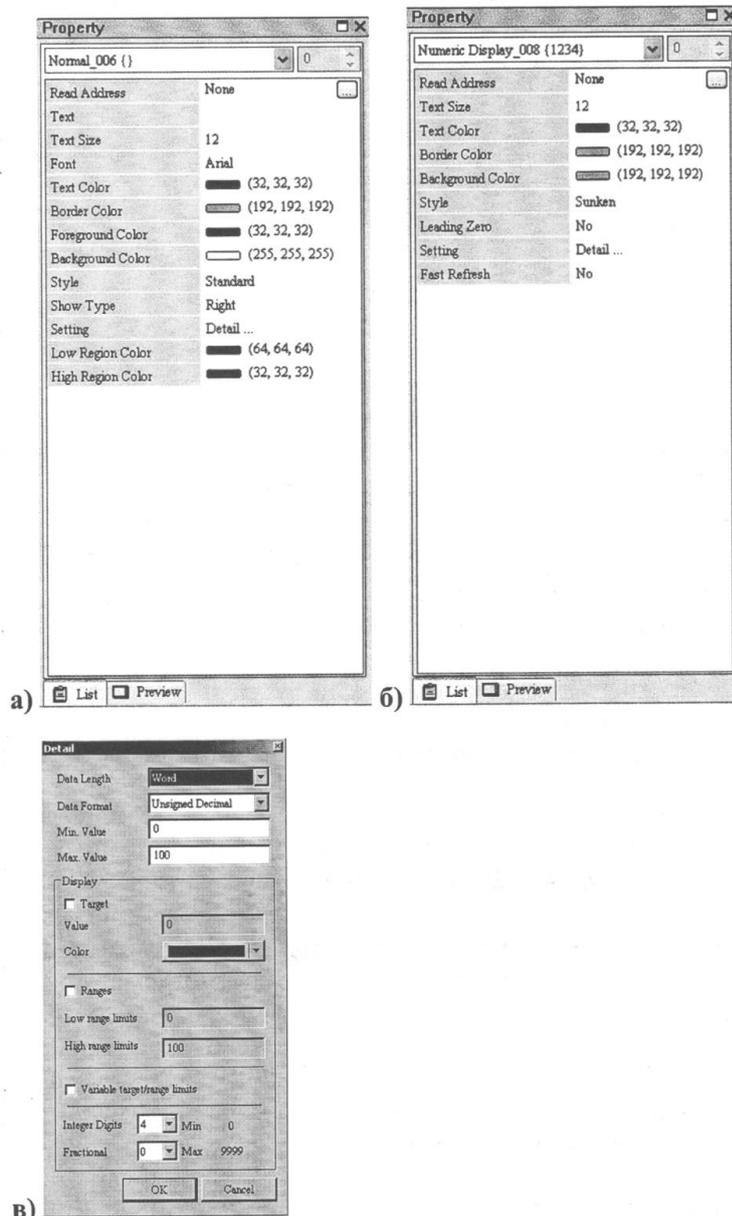


Рис. 3.76. Настройка функций столбчатого (а), символьного (б) и аналогового (в) индикаторов

2.3. Компиляция и загрузка проекта в сенсорный монитор DOP-B

После того, как параметры панели сконфигурированы, необходимо скомпилировать проект.

Для компиляции проекта следует нажать на кнопку  «Compile» в линейке инструментов. После нажатия на  программа компилирует проект и, в случае исправной программы можно приступить к загрузке программы в сенсорную панель оператора. При возникновении какой-либо ошибки, можно сразу ее увидеть.

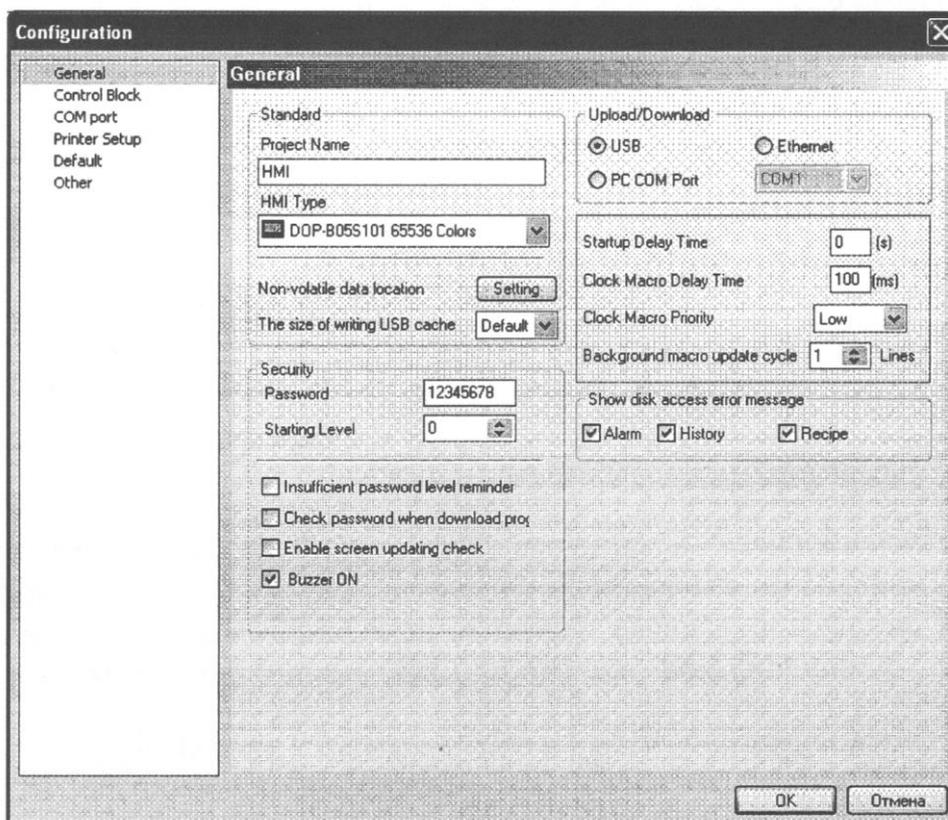


Рис. 3.77. Выбор настроек передачи данных

Перед загрузкой проекта в монитор необходимо непосредственно настроить параметры связи с сенсорным монитором. Для определения параметров передачи необходимо в меню «Options» выбрать пункт «Configuration». В открывшейся закладке «General» (рис. 3.77) необходимо проверить или установить следующие параметры:

- HMI** - DOP-B05 S101;
- Base Port Controller** - Delta DVP PLC;
- Upload/Download** - USB.

Остальные параметры изменять не нужно.

Кроме того, для обеспечения связи между ПЛК и сенсорной панелью оператора в закладке «Communication» (рис.3.78) также необходимо проверить и при необходимости изменить следующие параметры:

- HMI Station** - 0; **Interface** - RS485;
- Data Bits** - 7; **Stop Bits** - 1;
- Baud Rate** - 9600; **Parity** - Even;
- Controller** - Delta PLC RTU; **PLC Station** - 1.

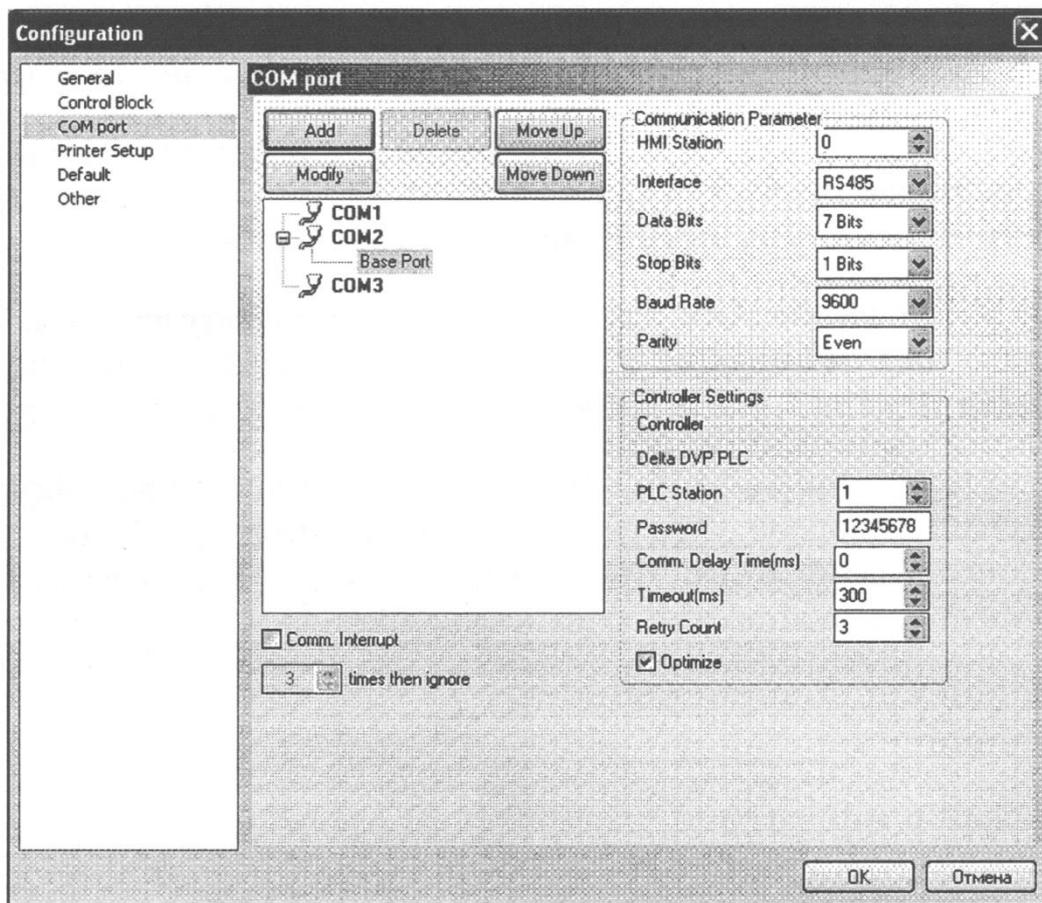


Рис. 3.78. Выбор настроек связи

Также необходимо удостовериться в подключении кабеля USB-A - USB-B к порту X4 моноблока и порту USB компьютера. Далее нужно подать питание на сенсорную панель. Через некоторое время появится предыдущий проект или пустой экран.

Только в этом режиме обеспечивается связь сенсорного монитора с персональным компьютером.

ПРИМЕЧАНИЕ: во время обмена информацией между монитором и ПЭВМ запрещается выходить из данного режима.

Для начала загрузки необходимо нажать кнопку  «Download Screen and Recipe» на самой панели.

При правильном подключении и параметрах связи после этого начинается загрузка проекта в память сенсорного монитора, о чем сигнализирует окно, представленное на рис. 3.79.

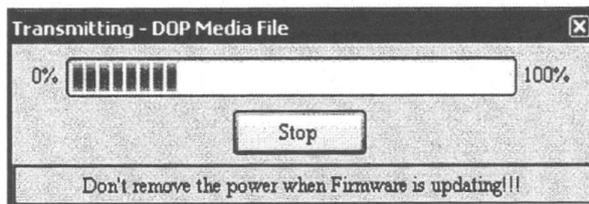


Рис. 3.79. Строка состояния загрузки проекта в память монитора

При неправильном подключении или ошибочных параметрах связи на экране ПК появится окно с сообщением об ошибке. В этом случае нужно проверить настройки соединения как в программе Screen Editor 2.00.23, так и в панели управления сенсорного монитора.

3. Выполнение лабораторной работы

Схема лабораторной установки перед началом работы полностью собрана и никаких изменений в процессе работы не предусматривается. Программы предыдущих бригад студентов удалены из компьютера.

В начале работы необходимо:

- ❖ ознакомиться с составом лабораторной установки, конструктивным исполнением компонентов стенда и соединениями между ними;
- ❖ включить ПК, запустить программы Screen Editor 2.00.23 и WPL Soft 2.12;
- ❖ создать в среде Screen Editor 2.00.23 проект пульта управления и индикации для сенсорной панели оператора DOP-B;
- ❖ создать в среде WPL Soft 2.12 подготовленную дома управляющую программу для программируемого контроллера;
- ❖ включить питание моноблока и изучаемых устройств;
- ❖ записать подготовленные программы в контроллер DVP-SS и сенсорную панель оператора DOP-B;
- ❖ проверить правильность работы программ контроллера и сенсорной панели оператора согласно выданного задания.

В табл. 3.32 представлены варианты задания для программирования сенсорного монитора. Варианты виртуальных объектов представлены в лабораторной работе «Автоматизация управления технологическим объектом».

Таблица 3.32

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

Требования к отчёту

Отчет должен содержать:

- a) цель работы;
- b) описание технологической задачи по варианту, конфигурацию или технологическую схему автоматизированного объекта, обозначение переменных, содержательное описание формирования логических функций, логические функции, соответствующие работе объекта с учетом ручного и автоматического режимов работы;
- c) физические и символьные адреса переменных, отредактированные и проверенные программы для ПЛК и сенсорной панели оператора с комментариями к ним;
- d) рисунки с экранов программируемого пульта и комментарии к ним;
- e) описание методики и экспериментальной проверки работоспособности системы автоматизации в автоматическом и ручном режимах (см. приложение к данной лабораторной работе);
- f) выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение сенсорной панели оператора?
2. Какие режимы работы есть у сенсорной панели оператора?
3. Какое максимальное количество картинок может содержать один проект?
4. Какое максимальное количество объектов может содержать одна картинка?
5. Как осуществляется переход от одной картинке к другой, если пульт включает в себя несколько картинок?

6. Как осуществляется адресация элементов программируемого пульта управления?
7. Какой объект называется виртуальным?
8. Чем отличается программа программируемого контроллера для управления одним и тем же объектом при использовании программируемого пульта и при использовании обычного пульта с реальными кнопками, тумблерами и т.п.?
9. Каково назначение блока УПК в аппаратной части лабораторного стенда?
10. Как организован обмен информацией между виртуальным объектом и программируемым контроллером?

ПРИЛОЖЕНИЕ: SCADA-СИСТЕМА TRACE MODE 6

Общие положения

SCADA (от англ. Supervisory Control And Data Acquisition, Диспетчерское управление и сбор данных) - программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.

SCADA может являться частью АСУТП (автоматизированная система управления технологическим процессом), АСКУЭ (автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии), системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания и т. д. SCADA-системы используются во всех отраслях хозяйства, где требуется обеспечивать операторский контроль за технологическими процессами в реальном времени.

Данное программное обеспечение устанавливается на компьютеры и, для связи с объектом, использует драйверы ввода-вывода или OPC/DDE серверы. Программный код может быть как написан на языке программирования (например на C++), так и сгенерирован в среде проектирования.

Иногда SCADA-системы комплектуются дополнительным ПО для программирования промышленных контроллеров. Такие SCADA-системы называются интегрированными и к ним добавляются термин Soft Logic.

Термин SCADA имеет двоякое толкование. Наиболее широко распространено понимание SCADA как приложения, то есть программного комплекса, обеспечивающего выполнение указанных функций, а также инструментальных средств для разработки этого программного обеспечения. Однако, часто под SCADA-системой подразумевают программно-аппаратный комплекс. Подобное понимание термина SCADA более характерно для раздела телеметрии.

Значение термина SCADA претерпело изменения вместе с развитием технологий автоматизации и управления технологическими процессами. В 80-е годы под SCADA-системами чаще понимали программно-аппаратные комплексы сбора данных реального времени. С 90-х годов термин SCADA больше используется для обозначения только программной части человеко-машинного интерфейса АСУ ТП.

Основные задачи решаемые SCADA-системами:

- обмен данными с УСО (устройства связи с объектом, то есть с промышленными контроллерами и платами ввода/вывода) в реальном времени через драйверы;
- обработка информации в реальном времени;
- логическое управление;
- отображение информации на экране монитора в удобной и понятной для человека форме;
- ведение базы данных реального времени с технологической информацией;
- аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;
- подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса;
- осуществление сетевого взаимодействия между SCADA ПК;
- обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.). В системе управления предприятием такими приложениями чаще всего являются приложения, относимые к уровню MES;
- SCADA-системы позволяют разрабатывать АСУ ТП в клиент-серверной или в распределенной архитектуре.

Основные компоненты SCADA

SCADA - система обычно содержит следующие подсистемы:

1. Драйверы или серверы ввода-вывода - программы, обеспечивающие связь SCADA с промышленными контроллерами, счетчиками, АЦП и другими устройствами ввода-вывода информации.
2. Система реального времени - программа, обеспечивающая обработку данных в пределах заданного временного цикла с учетом приоритетов.
3. Человеко-машинный интерфейс (HMI) - инструмент, который представляет данные о ходе процесса человеку оператору, что позволяет оператору контролировать процесс и управлять им. Программа-редактор для разработки человеко-машинного интерфейса.
4. Система логического управления - программа, обеспечивающая исполнение пользовательских программ (скриптов) логического управления в SCADA-системе. Набор редакторов для их разработки.
5. База данных реального времени - программа, обеспечивающая сохранение истории процесса в режиме реального времени.
6. Система управления тревогами - программа, обеспечивающая автоматический контроль технологических событий, отнесение их к категории нормальных, предупреждающих или аварийных, а также обработку событий оператором или компьютером.
7. Генератор отчетов - программа, обеспечивающая создание пользовательских отчетов о технологических событиях. Набор редакторов для их разработки.
8. Внешние интерфейсы - стандартные интерфейсы обмена данными между SCADA и другими приложениями. Обычно OPC, DDE, ODBC, DLL и т. д.

Концепции систем

Термин SCADA обычно относится к централизованным системам контроля и управления всей системой, или комплексами систем, осуществляемого с участием человека. Большинство управляющих воздействий и непосредственное управление процессом обычно обеспечивается ПЛК, а SCADA управляет режимами работы.

Например, ПЛК может управлять потоком охлаждающей воды внутри части производственного процесса, а SCADA - система может позволить операторам изменять уставку для потока, менять маршруты движения жидкости, заполнять те или иные емкости, а так же следить за тревожными сообщениями (алармами), такими как, например, потеря потока и высокая температура, которые должны быть отображены, записаны и на которые оператор должен своевременно реагировать. Цикл управления с обратной связью проходит через ПЛК, в то время как SCADA система контролирует полное выполнение цикла.

Сбор данных начинается на уровне PLC. Далее данные собираются и форматируются таким способом, чтобы оператор диспетчерской, используя HMI мог принять контролирующие решения - корректировать или прервать стандартное управление средствами ПЛК. Данные могут также быть записаны в архив для построения трендов и другой аналитической обработки накопленных данных.

SCADA-система Trace Mode 6

Trace mode 6 (adastra research group, ltd) предназначена для автоматизации промышленных предприятий, энергетических объектов, интеллектуальных зданий, объектов транспорта, систем энергоучета и т.д. Масштаб систем автоматизации, создаваемых в TRACE MODE, может быть любым - от автономно работающих управляющих контроллеров и рабочих мест операторов (АРМ) до территориально распределенных систем управления, включающих десятки контроллеров и АРМ, обменивающихся данными с использованием различных коммуникаций - локальной сети, интранета/интернета, последовательных шин на основе RS-232/485, выделенных и коммутируемых телефонных линий, радиоканалов и GSM/GPRS-сетей. Причем, благодаря наличию в составе TRACE MODE 6 компонентов T-Factory.exe, появляется возможность комплексной автоматизации управления как технологическими, так и бизнес-процессами производства для достижения высокой экономической эффективности и быстрого возврата инвестиций.

TRACE MODE 6 располагает встроенными драйверами, позволяющими подключать более двух тысяч четырехсот наименований устройств ввода/вывода - программируемых логических контроллеров, удаленного УСО, плат ввода/вывода и промышленных сетей. Поддержка спецификаций OPC DA и HDA, протоколов DDE и NetDDE, а также открытый формат драйвера ввода/вывода и возможность прямого обращения к динамическим библиотекам (DLL) средствами языка программирования ST определяют беспрецедентные возможности по включению в состав систем автоматизации, разрабатываемых в TRACE MODE, разнообразного оборудования и обмена данными с внешними приложениями.

Системы, создаваемые в TRACE MODE 6, могут быть как информационно-измерительными (мониторинг), так и управляющими (НЦУ). Архитектура таких систем в свою очередь может быть как централизованной, так и распределенной, в зависимости от заданных требований.

Особое место отводится системам, использующим свободно- программируемые контроллеры (PC-based и/или PAC-контроллеры), поскольку в этом случае в TRACE MODE 6 применяется единый инструмент создания информационного и математического обеспечения, как для АРМ верхнего уровня, так и для контроллеров, реализующих нижний уровень в иерархии систем автоматизации. Использование технологии автопостроения и подход к разработке проекта распределенной системы автоматизации как единого проекта существенно повышают производительность труда разработчиков систем, значительно уменьшая долю рутинных ручных операций и снижая количество ошибок, неизбежных в больших проектах.

Надежный и высокопроизводительный обмен данными между контроллерами и АРМ в TRACE MODE 6 обусловлен использованием логического сетевого протокола I-Net (поверх TCP/IP), или M-Link. Хранение и доступ к накапливаемой информации реализуются через мощную систему архивирования технологических параметров СУБД РВ SIAD 6.

Динамические характеристики и надежность создаваемого в TRACE MODE программного обеспечения позволяют применять разработанные системы автоматизации в таких отраслях промышленности, как нефтехимия, металлургия, энергетика, машиностроение, коммунальное хозяйство, пищевая промышленность, транспорт, а также при проведении научных исследований.

Основные термины и определения

Программные продукты TRACE MODE 6 подразделяются на интегрированную среду разработки и исполнительные модули.

Инструментальная система TRACE MODE устанавливается на рабочем месте инженера-разработчика АСУ и предназначена для создания системы автоматизации и отладки всех ее компонентов. Сохраняемое в файл с расширением *.prj описание создаваемой системы автоматизации является проектом TRACE MODE.

Исполнительные модули TRACE MODE предназначены для запуска проекта в реальном времени, т.е. для эксплуатации на действующем объекте автоматизации. Основным исполнительным модулем TRACE MODE для АРМ является монитор реального времени (МРВ), реализующий такие основные функции, как непрерывный сбор данных, их математическую обработку и визуализацию. Для запуска проекта в контроллерах используются исполнительные модули МикроМРВ, которые различаются по типу контроллеров (разрядность процессора, операционная система, использование сетевого взаимодействия и др.).

Каждому компьютеру/контроллеру, запускаемому под управлением исполнительного модуля в проекте TRACE MODE, сопоставлен отдельный узел. Максимальное количество узлов в проекте - 255.

В рамках узла создаются каналы - основные информационные единицы для ввода и первичной обработки данных. Каналы в рамках узла могут объединяться в группы, группы могут содержать подгруппы, образуя иерархическую информационную структуру произвольной вложенности. Каналы разделяются на классы в зависимости от типа обрабатываемых данных, например, для целочисленных - HEX16 и HEX32, для вещественных - FLOAT и DOUBLE FLOAT.

Каналы содержат атрибуты. Атрибуты каналов могут быть вычисляемыми в реальном времени и не вычисляемыми, общими и специализированными, т.е. отражающими специфику класса канала.

Атрибуты канала, задаваемые при редактировании в ИС это Базовое имя, Комментарий, Кодировка. Они являются общими атрибутами каналов всех классов.

Атрибуты «Верхний предел», «Нижний предел» - не вычисляемые специализированные аргументы канала класса Float, атрибут «Достоверность» является вычисляемым атрибутом, индицирующим в реальном времени состояние обмена данными с аппаратурой для каналов класса HEX 16 и Float. Значения не вычисляемых атрибутов можно изменять в реальном времени, например, варьировать параметры внутренней обработки в канале класса Float с помощью атрибутов «Множитель» и «Смещение» для выполнения линейного преобразования - перехода от кодов АЦП к физическим величинам и т.д.

Различают два типа каналов - INPUT и OUTPUT. В общем случае каналы типа INPUT могут получать информацию от источников данных, каналы типа OUTPUT - посылать управляющие воздействия в приемники данных.

Источники и приемники данных представляют собой описатели точек ввода-вывода, то есть связей с контроллерами, платами УСО, интеллектуальными датчиками и т.д. Каждая точка ввода-вывода может быть одним аналоговым сигналом или группой (до 16-ти) дискретных сигналов.

Связи с тэгами во внешних OPC-серверах и программными компонентами по протоколам DDE/NetDDE также относятся к точкам ввода-вывода.

Такие компоненты проекта как экраны, программы, связи с внешними реляционными СУБД и документы разрабатываются как шаблоны. Для связи шаблонов с атрибутами каналов используются аргументы. Вызов шаблонов в узлах проекта осуществляется с помощью специализированных каналов класса CALL (Вызов). Один шаблон может быть вызван многократно на разных узлах с передачей в аргументы различных атрибутов различных каналов. Допустимы связи между аргументами вызываемых шаблонов, если они заданы в рамках одного узла.

Для повторного использования в последующих проектах любых компонентов проекта - шаблонов экранов, программ, связей с СУБД, документов, источников/приемников и узлов в целом предназначена пользовательская библиотека.

Количество проектов, разрабатываемых с помощью одной инструментальной системы TRACE MODE, как и время работы в ней не ограничены.

Состав инструментальной системы

В состав инструментальной системы TRACE MODE 6 входят:

1. Интегрированная среда разработки TRACE MODE 6 IDE (файл tmdevenv.exe).
2. Профайлеры - отладочные MPB (файл rtc.exe - графических экранов).
3. Файл rtmg32.exe - без поддержки графических экранов).
4. Бесплатный набор драйверов устройств ввода\вывода.
5. Библиотека компонентов - файл tmdevenv.tmul и набор ресурсов - обои, логотипы, анимации в каталоге \Lib папки инструментальной системы.
6. Электронная документация (встроенная справочная система).
7. Демонстрационные проекты TRACE MODE (примеры систем автоматизации, основанные на имитации технологического процесса).

Принцип функционирования системы

Создание проекта АСУ осуществляется в единой интегрированной среде разработки (ИС) TRACE MODE 6, работающей под управлением операционной системы MS Windows. Операции по созданию компонентов проекта, их редактированию и установлению взаимосвязей между ними выполняются в навигаторе проекта ИС. Разрабатываемый проект представляется в виде дерева компонентов. Создание дерева проекта облегчается применением различных технологий автопостроения.

При создании программ, экранов, связей с СУБД, документов и других компонентов вызываются соответствующие редакторы. Разработанные шаблоны могут быть применены для повторного использования, как в текущем проекте, так и в последующих при условии их сохранения в пользовательской библиотеке компонентов.

Запуск инструментальной системы TRACE MODE 6 производится двойным щелчком ЛК мыши по иконке «Trace mode» рабочего стола Windows или из меню «Пуск».

Конечным результатом работы инструментальной системы TRACE MODE 6 является набор файлов, предназначенных для исполнения задач АСУ в мониторах реального времени на АРМ и в контроллерах. В рассматриваемых далее случаях в качестве MPB для АРМ будет использоваться профайлер с поддержкой графических экранов rtc.exe, а для контроллера - без поддержки графических экранов rtmg32.exe, расположенные в директории инструментальной системы TRACE MODE 6. Профайлер позволяет запускать на компьютере с установленной инструментальной системой один узел разработанного проекта. Узлы проекта, запущенные в отладчиках TRACE MODE 6 на разных компьютерах, могут обмениваться данными как по сети, так и по последовательным коммуникациям. На одном компьютере с несколькими сетевыми адаптерами, соединенными через hub или switch, можно одновременно запускать соответствующее количество узлов, обменивающихся данными по сети. На одном компьютере с несколькими последовательными портами, соединенными соответствующим образом (для двух - нуль-модемным кабелем), можно запускать также несколько узлов, обменивающихся данными по интерфейсам RS-232/485.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5.

Поверка приборов для измерения давления

Цель работы: уметь производить поверку и анализ работоспособности прибора для измерения давления с использованием программного обеспечения «Поверка СИД».

План урока

1. Актуализация теоретических знаний:
 - устный фронтальный опрос;
 - решение ситуационных задач;
 - технический диктант (блиц-опрос).
2. Инструктаж по ТБ.
3. Ознакомление с оборудованием для выполнения лабораторной работы (состав рабочего места):
 - презентация;
 - на рабочем месте.
4. Способы проведения поверки:
 - проведение поверки датчика Метран-150СО с помощью калибратора давления Метран-517 и модуля давления эталонного Метран-518;
 - проведение поверки датчика Метран-150СД с помощью калибраторов Метран-504-Воздух и программного обеспечения Метран-517.
5. Эксперимент (поверка датчика Метран-150СЭ с помощью калибраторов Метран-504-Воздух и программного обеспечения Метран-517).
6. Оформление результатов поверки (протокол пригодности прибора, анализ выполненной работы, специальное повторение).
6. Подведение итогов занятия (делаем выводы о выполненной работе, применение приобретенных умений в производственной практике).
7. Домашнее задание (решение ситуационных задач).

Актуализация теоретических знаний

Устный фронтальный опрос:

1. Что такое погрешность?
2. Какие виды погрешностей знаете?
3. Что такое поверка?
4. По какой погрешности делается вывод о пригодности приборов?
5. Что такое дополнительная погрешность?
6. В каких случаях проводится поверка приборов?
7. На каком принципе основана работа датчика разности давлений Метран-150СБ?

Решение ситуационных задач:

1. Для измерения давления греющего пара установлен датчик избыточного давления Метран-150ТС (диапазон измеряемого давления от 0 до 250кПа, основная приведенная погрешность $\pm 0,075\%$). По показанию эталонного прибора давление было равно 145,68кПа, а датчик показал 146,36кПа. Можно ли использовать данный датчик для измерения?
2. Для измерения расхода в линии подачи бутиленовой фракции установлен датчик давления Метран-150СД (диапазон измеряемого давления от 0 до 160 кПа, основная приведенная погрешность $\pm 0,2\%$). По показанию эталонного прибора давление было равно 82,15кПа, а датчик показал 81,83кПа. Можно ли использовать данный датчик для измерения?

Технический диктант:

1. Что такое погрешность?
2. Чему равна абсолютная погрешность?
3. Какая погрешность является основной?
4. Как определяется приведенная погрешность?
5. Что такое калибровка?
6. Что называется межповерочным интервалом?
7. Чему равен межповерочный интервал датчиков Метран-150?
8. Что такое эталон?
9. Что такое класс точности?

10. Какие виды проверок существуют?

Инструктаж по ТБ

К эксплуатации должны допускаться лица, изучившие руководство к лабораторной работе и прошедшие инструктаж по охране труда в лаборатории;

При проведении проверки соблюдают требования безопасности при работе с датчиками давления (ГОСТ 22520-85), а также требования по безопасности эксплуатации применяемых средств проверки, указанное в технической документации на эти средства.

Источниками опасности при монтаже и эксплуатации датчиков является электрический ток и сред, находящаяся под давлением.

Безопасность эксплуатации датчиков должна обеспечиваться:

- прочностью измерительных камер;
- изоляцией электрических цепей;
- конструкцией (все составные части датчика, находящиеся под напряжением должны быть размещены в корпусе, обеспечивающих защиту обслуживающего персонала).

Состав рабочего места (стенд СПДТВ-К1530В1Н1П):

1. Датчик разности давлений Метран-150СБ (диапазон измерений 0-250кПа; основная погрешность 0,2%);
2. Калибратор давления пневматический Метран-504-Воздух-1-0,02 (диапазон воспроизводимого давления 0-400кПа; класс точности $\pm 0,02$);
3. Калибратор давления портативный Метран-517;
4. Персональный компьютер ноутбук (IBM совместимый с ОС и офис);
5. Программное обеспечение «Поверка СИД».

Интеллектуальный датчик разности давлений Метран-150 CD

Назначение: обеспечивают непрерывное преобразование измеряемых величин - давления избыточного, абсолютного, разности давлений, гидростатического нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи и цифровой сигнал на базе HART-протокола.

Применение: для работы в различных отраслях промышленности, в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами.

Калибратор давления пневматический «МЕТРАН -504 Воздух-1»

Назначение: для точного воспроизведения единицы давления.

Применение: в качестве эталона давления 1 разряда в органах Государственной метрологической службы и на промышленных предприятиях, выпускающих и эксплуатирующих средства измерения давления при регулировке, градуировке и поверке СИД.

Калибратор давления портативный Метран-517

Назначение: для точного измерения и воспроизведения избыточного, абсолютного, и вакуумметрического давлений, напряжения и силы постоянного тока;

Применение: в качестве рабочего эталона при поверке и калибровке различных СИД.

Схема поверки включает: Стенд СПДТВ-К1530В1Н1П; ПК; Адаптер USB; Метран-517; Метран-504-Воздух-1; Поверяемый датчик Метран-150СБ 220В; Блок питания Метран-519.

Поверка датчика давления Метран-150 CD с использованием программного обеспечения «Поверка СИД»

1. Запустить программу «ПОВЕРКА СИД»
2. В появившемся окне заполнить поля программы (информация о поверителе).
3. Нажать кнопку «Далее». В появившемся окне выбратьверяемый прибор из таблицы, нажать «Далее».
4. На данном этапе отображается перечень ранее произведенных проверок. Для начала новой поверки нажать кнопку «Далее». Для просмотра информации о поверке нажать кнопку «Просмотреть данные о поверке».
5. В появившемся окне ввести информацию о применяемых в поверке приборах: нажать кнопку «Добавить прибор» и включить в список Метран-517, калибратор Метран-504-Воздух.
6. Выбрать ряд нагружения уверяемого датчика. Для выбора ряда нагружения нажать кнопку. В открывшемся окне из списка выбрать необходимый ряд или ввести новый, нажать кнопку «ОК». После выбора ряда нагружения нажать кнопку «Далее».

7. В открывшемся окне ввести условия поверки (температуру окружающего воздуха, атмосферное давление и т.д.). Нажать кнопку «Далее».

8. В открывшемся окне программы следует сделать отметки о работоспособности поверяемого датчика, произвести проверку герметичности. По завершению нажать «Далее».

9. В появившемся окне программы отображается информация об измеренном калибратором давлении, выходном токовом сигнале датчика давления, погрешность измерения датчика на текущей точке давления. Для начала фиксации метрологических характеристик поверяемого датчика следует нажать кнопку «Начать». Произвести обнуление калибратора на атмосферном давлении (нажать «Обнулить»).

10. С помощью пневматического калибратора Метран-504-Воздух-1 произвести нагружения в соответствии с выбранным рядом и зафиксировать показания калибратора нажатием на кнопку «Зафиксировать точку» (любую точку можно переснять повторно, щелкнув на точку в списке ряда нагружения).

11. По окончании поверки нажать кнопку «Далее». При этом программа переходит в режим просмотра результатов поверки, где выводится заключение о годности поверяемого датчика. Для просмотра протокола поверки следует нажать кнопку «Сформировать протокол поверки».

План урока

1. Актуализация теоретических знаний:
 - устный фронтальный опрос;
 - решение ситуационных задач;
 - технический диктант (блиц-опрос).
2. Инструктаж по ТБ.
3. Ознакомление с оборудованием для выполнения лабораторной работы (состав рабочего места):
 - презентация;
 - на рабочем месте.
4. Способы проведения поверки:
 - проведение поверки датчика Метран-150СБ с помощью калибратора давления Метран-517 и модуля давления эталонного Метран-518;
 - проведение поверки датчика Метран-150СО с помощью калибраторов Метран-504-Воздух и программного обеспечения Метран-517.
5. Эксперимент (поверка датчика Метран-150СО с помощью калибраторов Метран-504-Воздух и программного обеспечения Метран-517).
6. Оформление результатов поверки (протокол пригодности прибора, анализ выполненной работы, специальное повторение).
7. Подведение итогов занятия (делаем выводы о выполненной работе, применение приобретенных умений в производственной практике).
8. Домашнее задание (решение ситуационных задач).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6.

Калибровка (поверка) манометра с помощью калибратора давления Метран-517 и использованием ПО «Поверка СИД»

Цель: поверка манометра для освоения процедур методик поверки и функциональных возможностей калибратора Метран-517 с ПО «Поверка СИД»

План работы

1. Изучение функциональных возможностей калибратора Метран-517 и контроллера Метран-530.
2. Поверка в полуавтоматическом режиме.

Состав рабочего места (стенд СПДТВ-К1530В1Н1П):

- Калибратор давления Метран-517 в комплекте с модулем давления 160К (1М), блоком питания Метран-519 и ПО «Поверка СИД», Контроллер Метран-530.
- Манометр технический с ВПМ 160 кПа (0,4 МПа) $\gamma = \pm 1,5\%$
- Малошумящий компрессор JunAir (Pmax=800 кПа)

Калибратор Метран-517

Схема подключений при поверке манометра (рис. 3.80).

Ознакомьтесь с подключениями калибратора Метран-517 с модулем давления и поверяемым манометром через коммутации панелей стенда.

Ознакомьтесь с функциональным назначением клавиш калибратора (рис. 3.81).



Рис. 3.80. Схема подключений при поверке манометра

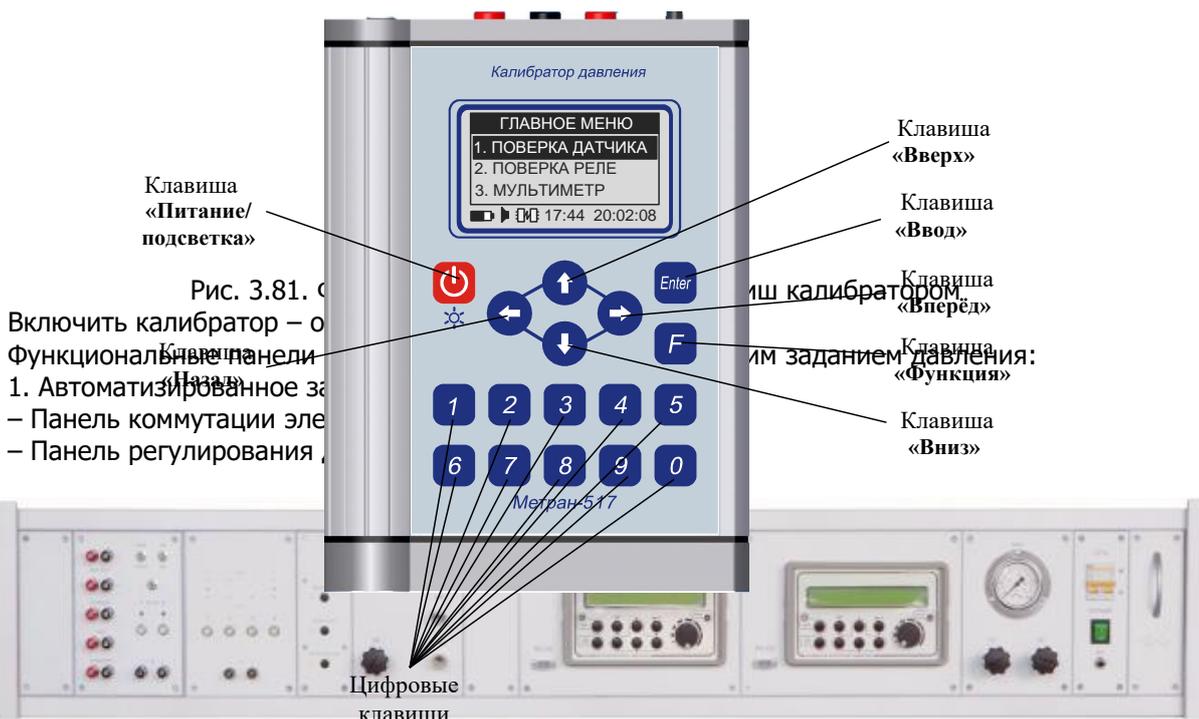


Рис. 3.81. Функциональная панель калибратора Метран-517

Рис. 3.82. Функциональная панель с автоматизированным заданием давления

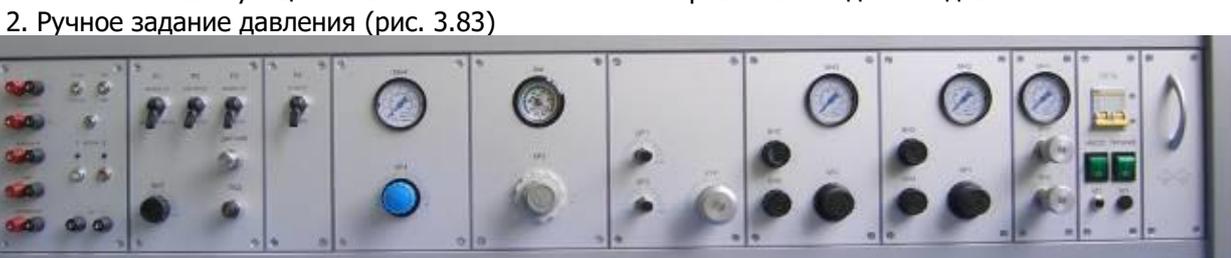


Рис. 3.83. Функциональная панель с ручным заданием давления

Запустить программу «ПОВЕРКА СИД» (рис. 3.84).

Установить удалённый доступ к Метран-530 и Метран-517. На дисплеях этих приборов при работе с программой отобразится связь с ПК.



Рис. 3.84. Окно программы "Поверка СИД"

В появившемся окне заполнить поля программы (информация о поверителе – рис. 3.85)).

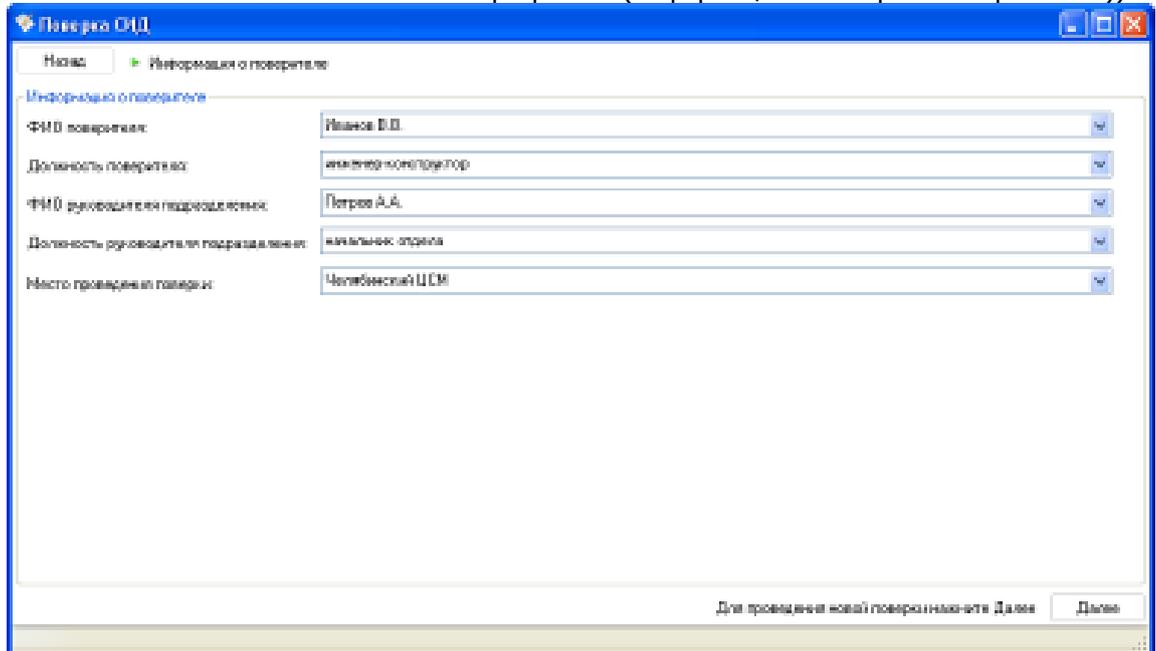


Рис. 3.85. Окно информации о поверителе

Нажать кнопку «Далее». В появившемся окне выбратьверяемый манометр из таблицы или ввести данные о новом приборе (рис. 3.86), нажать «Далее».

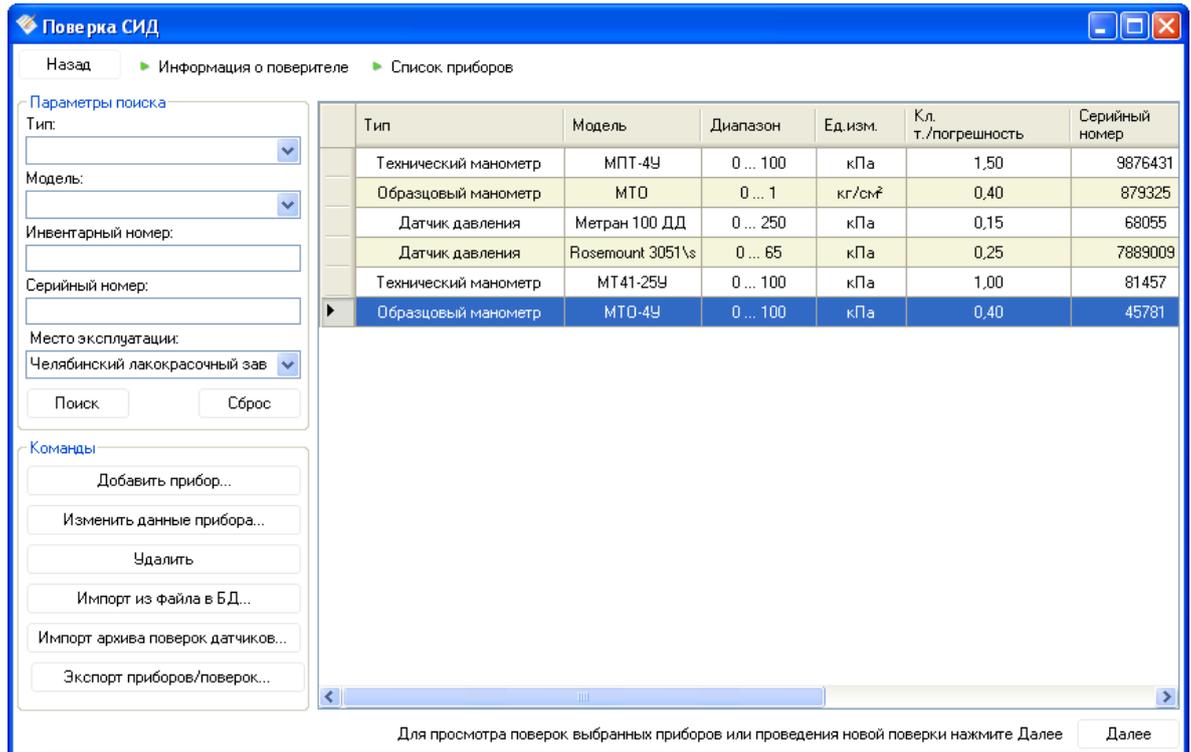


Рис. 3.86. Окно выбора поверяемого манометра

На данном этапе отображается перечень ранее произведенных поверок. Для начала новой поверки нажать кнопку «Далее». Для просмотра информации о поверке нажать кнопку «Просмотреть данные о поверке».

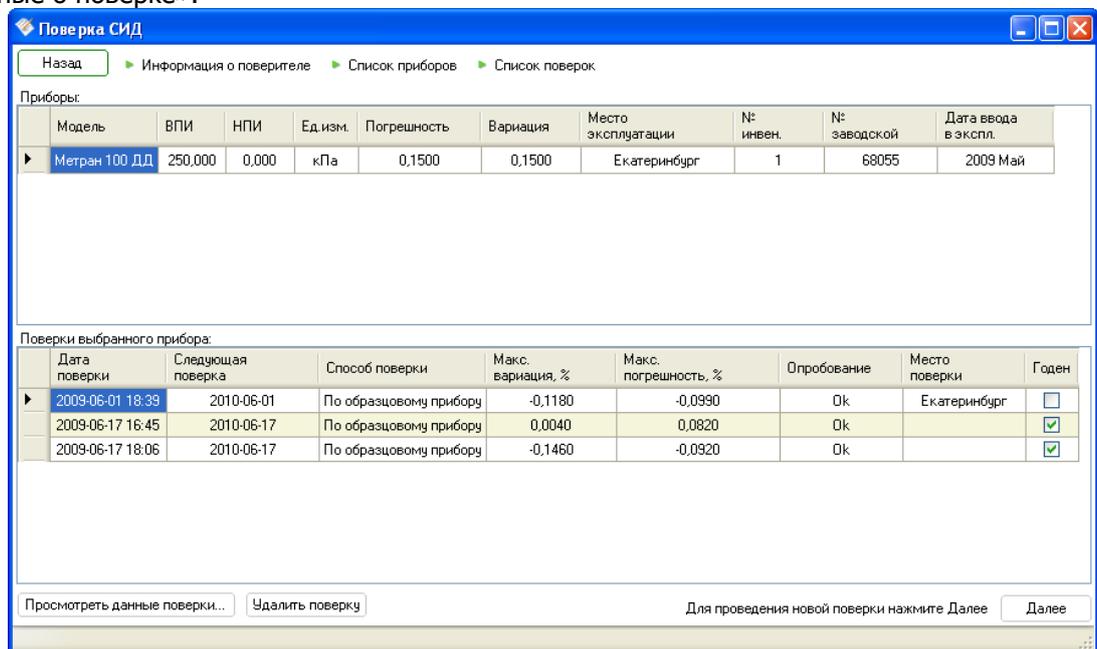


Рис. 3.87. Окно просмотра данных о поверке

Нажать кнопку «Далее». В появившемся окне ввести информацию о применяемых в поверке приборах (рис. 3.88): нажать кнопку «Добавить прибор» и включить в список Метран-517, Метран-530. Ряд нагружения поверяемого манометра выбирается автоматически при выборе манометра из списка или заполнении информации о новом приборе . Нажать «Далее»

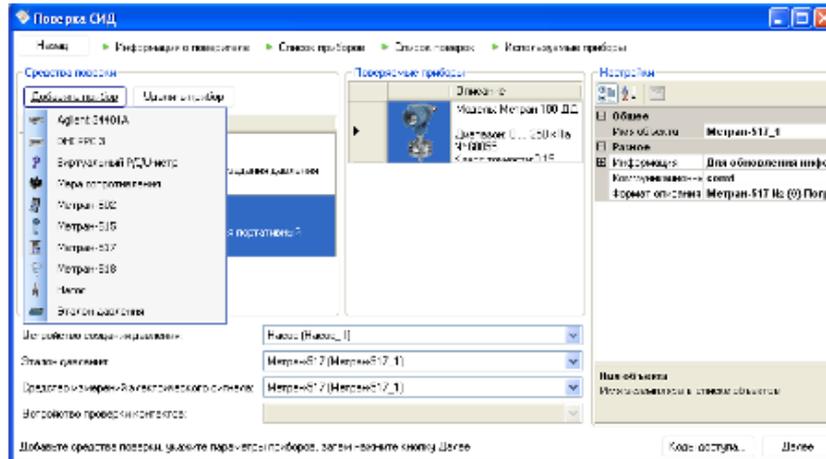


Рис. 3.88. Окно ввода информации поверяемого прибора

В открывшемся окне ввести условия поверки (температуру окружающего воздуха, атмосферное давление и т.д.) (рис. 3.89).

Нажать кнопку «Далее»

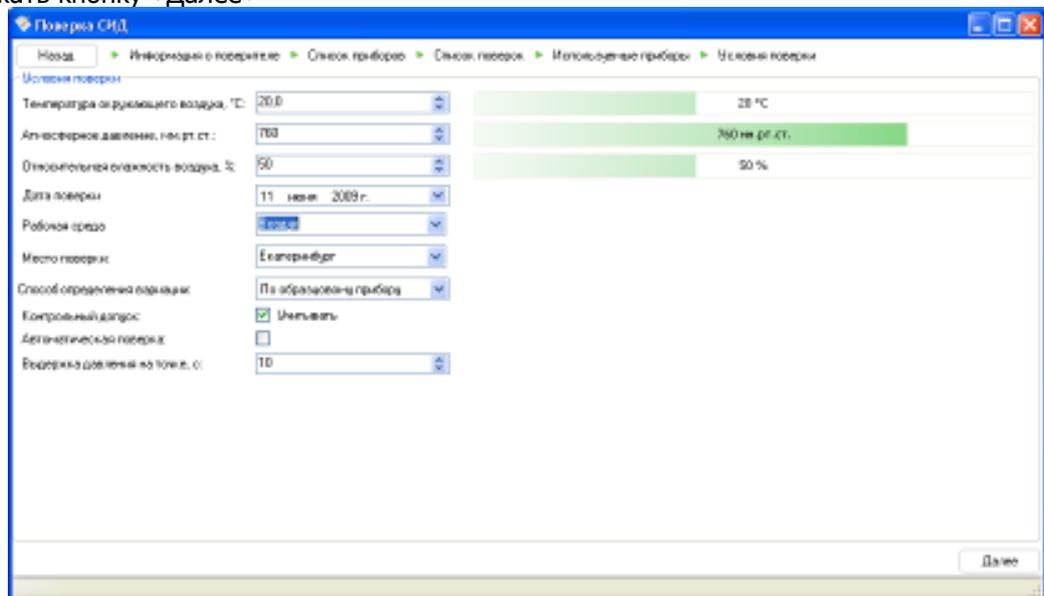


Рис. 3.89. Окно условий поверки

В открывшемся окне программы следует сделать отметки о работоспособности поверяемого датчика (рис. 3.90), произвести проверку герметичности.

По завершению нажать «Далее».

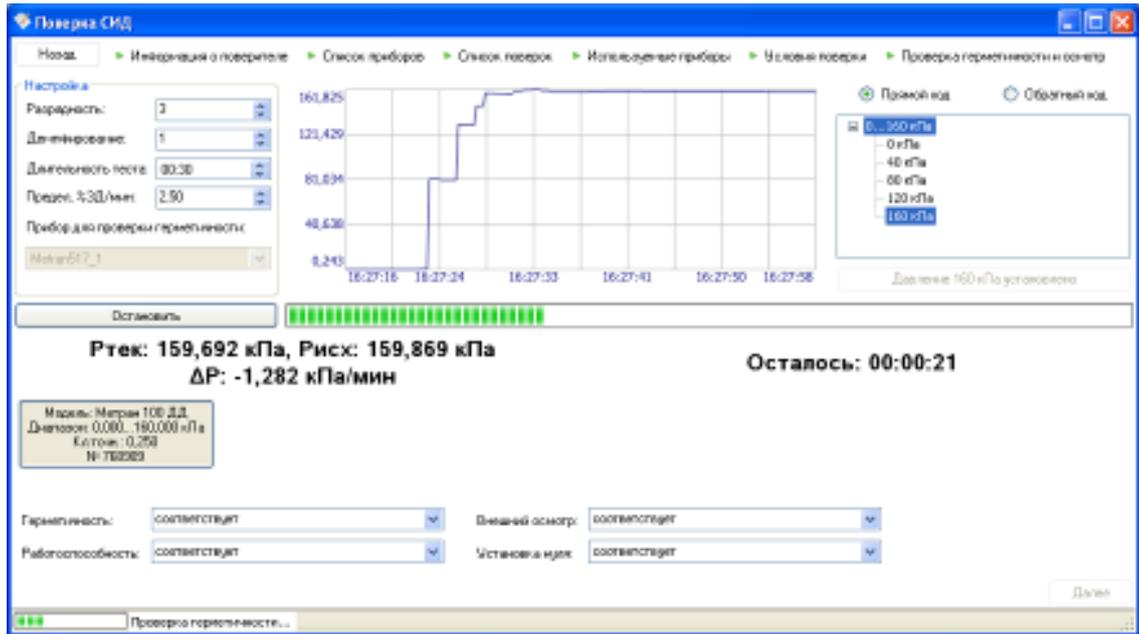


Рис. 3.90. Окно работоспособности поверяемого датчика

С помощью контроллера Метран-530 в полуавтоматическом режиме произвести нагружения в соответствии с выбранным рядом 0...160 кПа (рис. 3.91), фиксировать показания стрелки манометра на виртуальной шкале и показания калибратора нажатием на кнопку «Зафиксировать точку» (любую точку можно переснять повторно, щелкнув на точку в списке ряда нагружения).

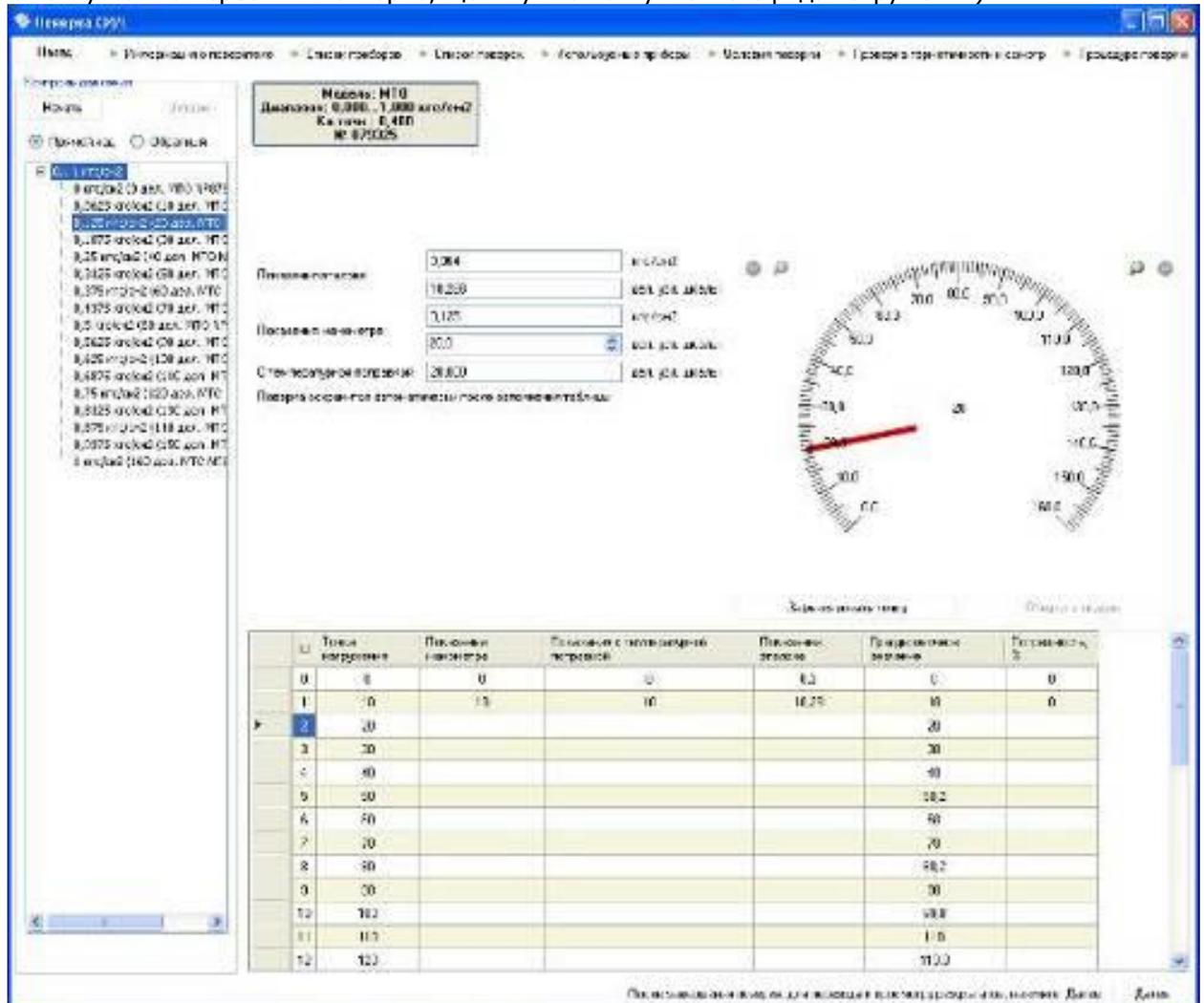


Рис. 3.91. Окно нагружения и фиксации показаний

По окончании поверки нажать кнопку «Далее». При этом программа переходит в режим просмотра результатов поверки, где выводится заключение о годности поверяемого манометра (рис. 3.92).

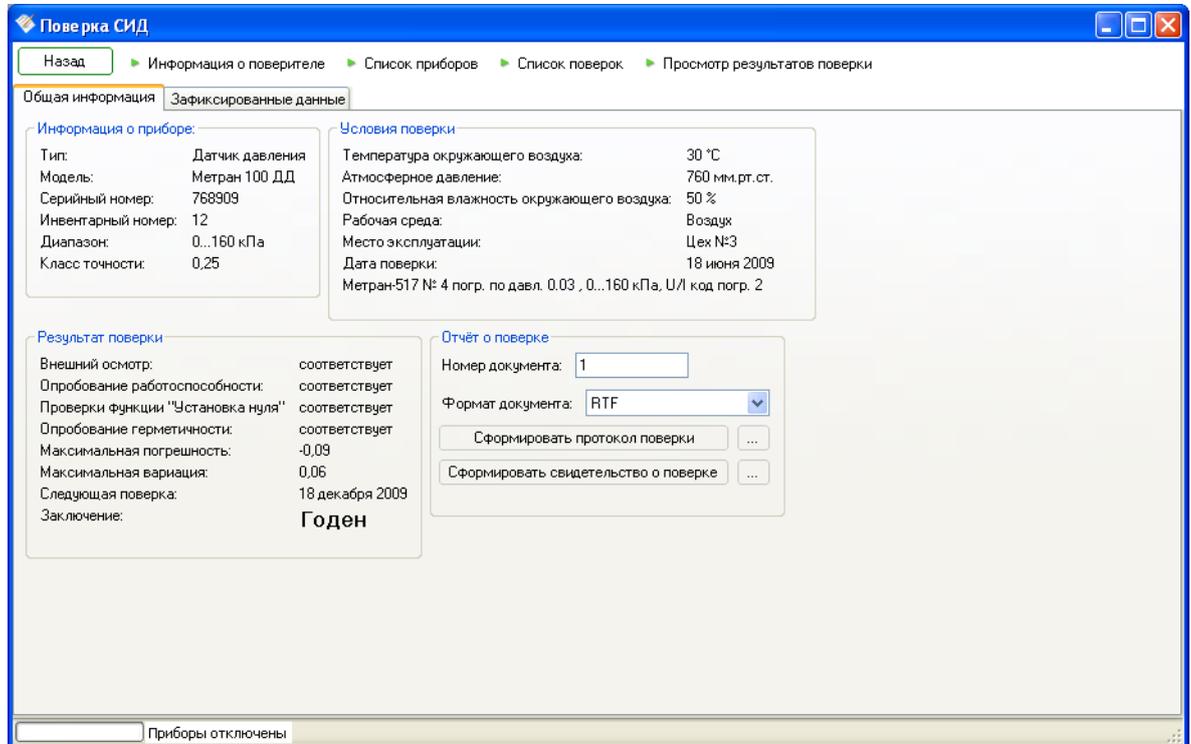


Рис. 3.92. Окно заключения о годности поверяемого манометра

В режиме просмотра результатов поверки (рис. 3.93) можно также посмотреть зафиксированные данные, нажав на соответствующую кнопку. Для просмотра протокола поверки следует нажать кнопку «Сформировать протокол поверки» (рис. 3.94).

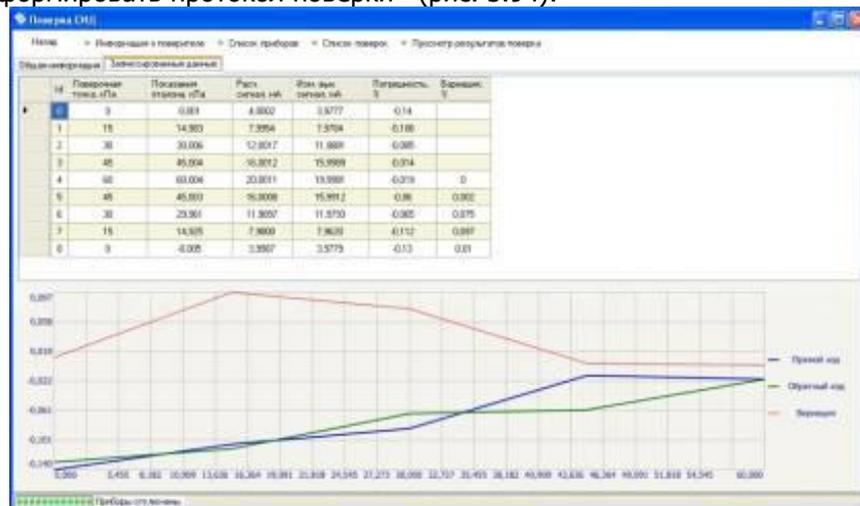


Рис. 3.93. Окно просмотра результатов поверки



Рис. 3.94. Лабораторный стенд с окном просмотра протокола поверки

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7.

Изучение принципа действия и поверка напоромера с помощью калибратора давления Метран-502-ПКД-10П

Цели:

1. Изучение принципов действия напоромера, получение практических навыков работы с приборами измерения давления.
2. Проведение поверки напоромера для освоения принципов, процедур и методик поверки, изучения функциональных возможностей калибратора Метран-502-ПКД-10П и алгоритма его работы.

План работы:

1. Изучение конструкции, принципов действия, технических характеристик и правил эксплуатации напоромера типа НМП.
2. Изучение устройства калибратора давления Метран-502 ПКД-10П, клавиатуры, алгоритма работы и работы с помпой П-0,25М.
3. Подготовка: Ознакомление с рабочим местом, изучение схемы подключения приборов.
4. Измерение давления с помощью напоромера.
5. Проведение поверки с помощью калибратора давления, отчет, заполнение протоколов поверки, оценка результатов поверки.

Состав рабочего места (стенд СПД-К1530В1НП):

- калибратор давления Метран-502-ПКД-10П в комплекте с модулем давления М0,16, блоком питания калибратора;
- напоромер мембранный НМП-52-М-2 0...40;
- помпа П-0,25М;
- пневмошланги-04.

Перед началом работы ознакомьтесь с устройством и принципом действия калибратора в соответствии с Руководством по эксплуатации 1556.000.00 РЭ. Ознакомьтесь с клавиатурой, назначением клавиш и функциями (рис. 3.95).

Используйте алгоритм работы с калибратором и назначением ручной

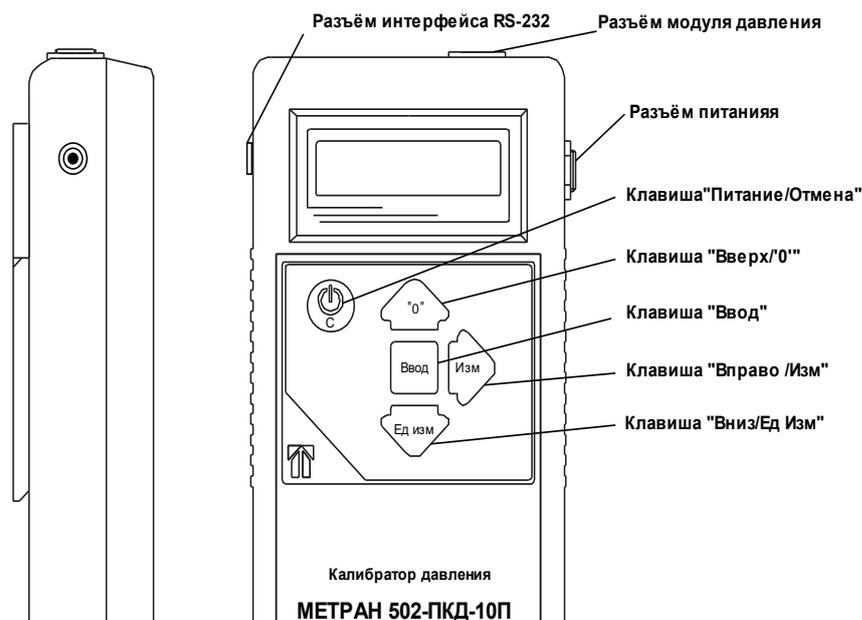


Рис. 3.95. Клавиатура калибратора с назначением клавиш и функциями пневматической помпы П-0,25М (рис. 3.96), согласно руководству по эксплуатации 1596.000.00 РЭ.



Рис. 3.96. Ручная пневматическая помпа

Подготовка: ознакомление с рабочим местом

Рабочее место (стенд СПДТВ-К1530В1НП):

1. Ознакомьтесь с устройством и функциональными возможностями стенда, изучив Руководство по эксплуатации 1590.000.00-26 РЭ.

2. Проверьте, что стенд находится в исходном состоянии в соответствии с п.2.3.1 1590.000.00-26 РЭ.

В данной работе источником давления служит помпа ручная П-0,25М, давление в пневмосистеме стенда отсутствует (стрелки манометров на нуле).

3. Ознакомьтесь со схемой подключения:

- а)** - поверяемый напоромер установлен в стойке на столе стенда,
 - помпа П-0,25М (источник давления) соединена с напоромером;
- б)** - помпа П-0,25М (источник давления) соединена с модулем давления калибратора Метран-502 и поверяемым напоромером,
 - калибратор соединён с модулем давления и компьютером (через выход RS232),
 - стойка и штуцер подвода давления «Датчик» соединён с помощью пневмошланга (входит в комплект стенда).

Подготовьте рабочее место к работе, проверьте надежность крепления пневматических соединений напоромера с помпой в соответствии с пневматической схемой **а)**.

Внимание: Штуцер помпы, предназначенный для соединения с модулем калибратора должен быть закрыт герметично защитной заглушкой.

С помощью насоса помпы медленно создавайте давление на входе напоромера, наблюдайте за движением стрелки по шкале прибора при увеличении давления до максимального значения и уменьшении (сравливания с помощью винта помпы) давления до нуля.

Научитесь плавно подводить стрелку к фиксированному значению шкалы с помощью винта точной настройки помпы.

Проведение поверки с помощью калибратора Метран-502-ПКД-10П и помпы давления

Поверка манометров (напорометров)

- При поверке манометров (напорометров) основная погрешность поверяемого манометра определяется как разность показаний манометра и калибратора.
- Стрелка поверяемого манометра (напоромера) устанавливается на поверяемую отметку шкалы, а действительное значение давления фиксируется с показаний калибратора.

Порядок работы:

1.Выбор диапазона давления

Диапазон измерения давления модуля М0,16 калибратора составляет 160 кПа.

Диапазон измерения давления напоромера составляет 40 кПа.

Для поверки напоромера необходимо установить поддиапазон измерения давления равный 40 кПа (минимальный поддиапазон подключенного к калибратору модуля давления). Для этого необходимо выполнить следующее:

- ❖ В основном меню калибратора выберете режим «1. ИЗМЕРЕНИЕ» и нажмите клавишу «Ввод» или «Изм».



- ❖ После загрузки калибратора в режим измерения давления, нажмите одновременно на кнопки «0» и «Ед изм» три раза. При этом на нижней строке индикатора калибратора отобразиться выбранный поддиапазон измерения давления.



- ❖ При помощи кнопки «Ед изм» производится выбор необходимых единиц измерения давления (кПа, МПа, кгс/см², бар, mmHg, psi).

Внимание! Перед началом измерений необходимо произвести обнуление показаний калибратора при атмосферном давлении (нажать кнопку «0»).

Измерение давления

В верхней фиксированной строке отображаются текущие единицы измерения давления и измеренное значение давления, задаваемое помпой П-0,25М. Число знаков, отображаемых после запятой, устанавливается автоматически.



Произведите отчет показаний напоромера и калибратора на 5 значениях: 0%, 20%, 40%, 60%, 80% и 100% диапазона при повышении давления и 80%, 60%, 40%,20%и 0% при понижении давления. По методике определение основной погрешности и вариации производится не менее, чем на 5 значениях давления прямого хода и на 4 значениях давления обратного хода.

Результаты измерений сведите в табл. 3.33.

Таблица 3.33

Таблица для занесения результатов измерений при работе с калибратором Метран-502

	от	Устанавливаемое давление, кПа	Показание напорометра	Показание калибратора	Погрешность,	Вариация,
	%					

	ВПИ		мера Р, кПа	тора Рэ, кПа	%	%
	0					
	0%	0				
	2					
	0%	5				
	4					
	0%	10				
	6					
	0%	15				
	8					
	0%	20				
	10					
	00%	25				
	8					
	0%	20				
	6					
	0%	15				
	4					
	0%	10				
0	0					
	2					
	0	5				
1	0					
	%	0				

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8.

Проведение поверки с помощью калибратора Метран-502-ПДК-10П

Задание: ознакомиться с работой программы (*Программное обеспечение калибратора. Инструкция пользователя 1556.000.00 ИМ*) на практике.

Для работы с программой запустите ярлык «Монитор» на рабочем столе.

Главное окно программы

Нажмите кнопку «Поиск подключенных устройств» в главном окне программы. При обнаружении подключенного калибратора, главное окно программы будет иметь вид (рис. 3.97):

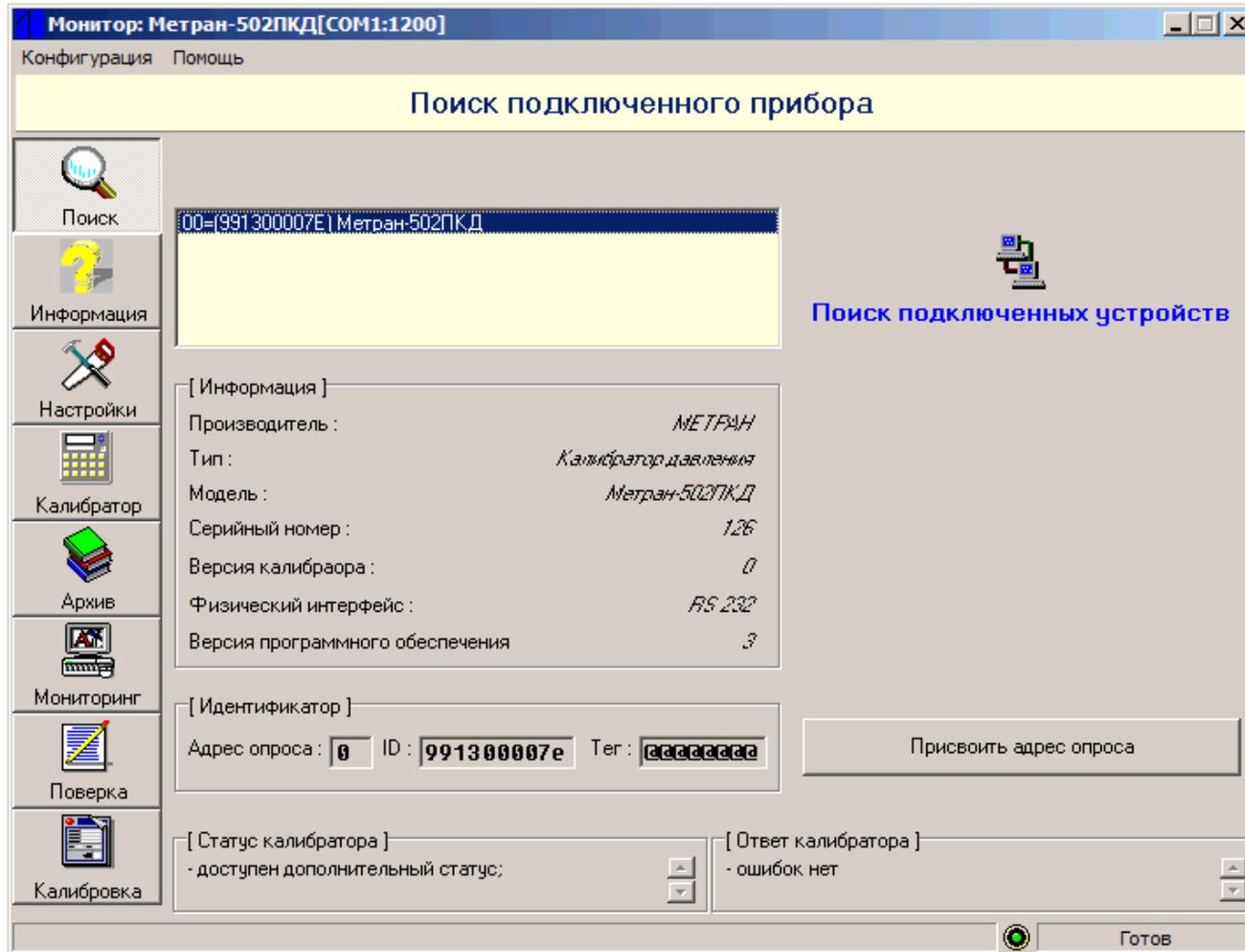


Рис. 3.97. Главное окно программы при поиске подключенных устройств

Информация - о производителе, типе, серийном номере калибратора, верхнем, нижнем и текущем поддиапазоне модуля давления.

Настройки - можно установить время усреднения показаний от 4 до 12 с.

Калибратор - дистанционное управление калибратором, имитация нажатия клавиш на калибраторе.

Архив - чтение архива измерений из памяти калибратора при работе в режиме «Мониторинг».

Мониторинг - отслеживание изменения измеряемого давления во времени и его фиксация

Поверка - проведение процедуры поверки до 10 манометров (более 1 - только на стенде).

Калибровка - обнуление показаний калибратора при атмосферном давлении

Порядок работы при поверке манометра (напоромера)

Нажмите кнопку «Поверка» в главном меню.

- В появившемся окне введите количество поверяемых манометров – 1 и нажмите кнопку «Вперед».

- В появившемся окне «Технические сведения» (рис. 3.98) заполните информационные поля программы, в поле модель выберете из выпадающего списка строку: НМП-52-М2. В случае отсутствия данной модели в списке программы, нажмите кнопку "Вперед".

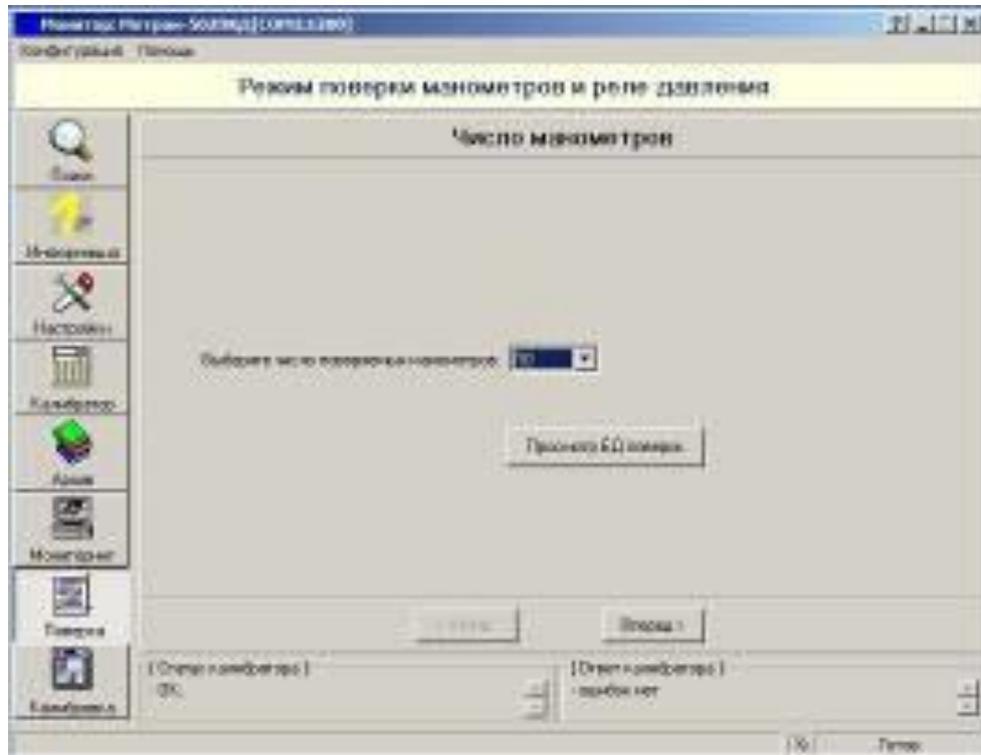


Рис. 3.98. Окно "Технические сведения"

В появившемся окне «Добавить модель» (рис. 3.99) заполните следующие поля:

- Модель: НМП-52-М2;
- Единицы измерения: кПа;
- Верхний предел измерений: 40 кПа;
- Класс точности: 2,5;
- Предел допускаемого значения вариации 2,5;
- Число делений/ВПИ: 40.

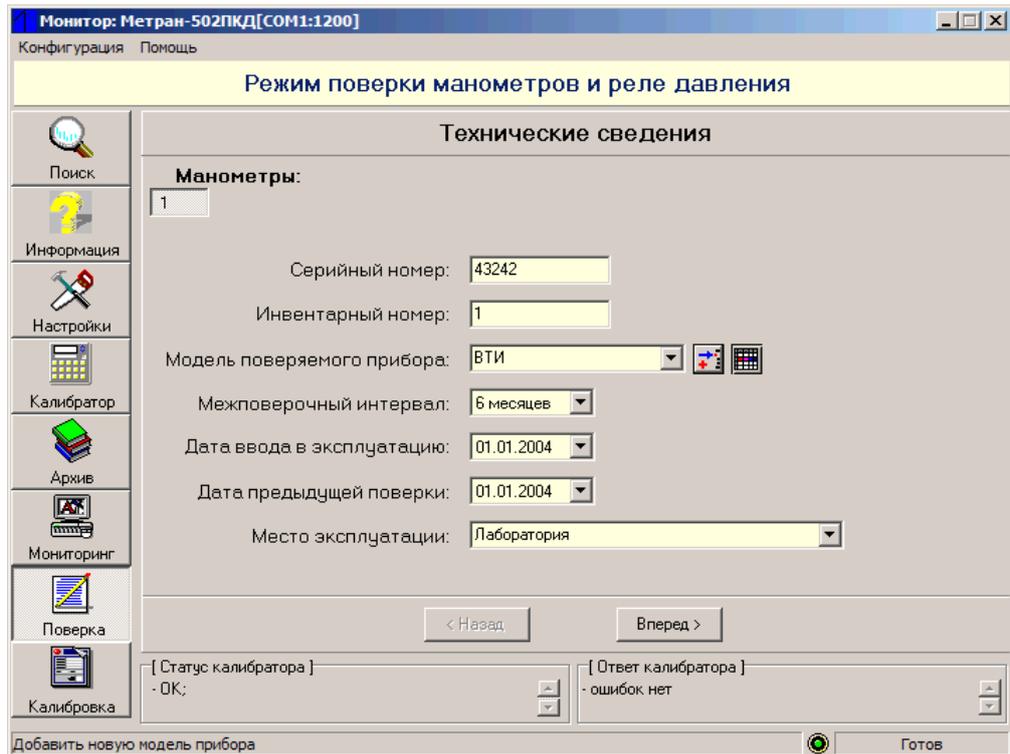


Рис. 3.99. Окно "Добавить модель"

После ввода технических сведений появится окно «Поверка». Установите способ поверки: Расчет по показаниям манометра (напоромера).

Работа: При помощи источника давления ручной помпы П-0,25М создайте давление, установив стрелку поверяемого напоромера на отметку, соответствующую точке давления из таблицы. Установка давления осуществляется по показаниям напоромера. Для точной подстройки давления воспользуйтесь узлом точной подстройки помпы П-0,25М.

Показания калибратора автоматически отображается в строке «Показания ПКД».

Для фиксации показаний манометра возможны два способа:

- ввод с клавиатуры в строке «Показания манометра (напоромера)»;
- ввод с помощью виртуальной шкалы.

Установите мышкой красный курсор напротив отметки, соответствующей показаниям манометра (напоромера).

После ввода показаний манометра (рис. 3.100) нажмите «Зафиксировать точку».

Аналогично выполните работу для измерений в остальных поверяемых точках давления.

После фиксации всех измерений нажмите «Готово».

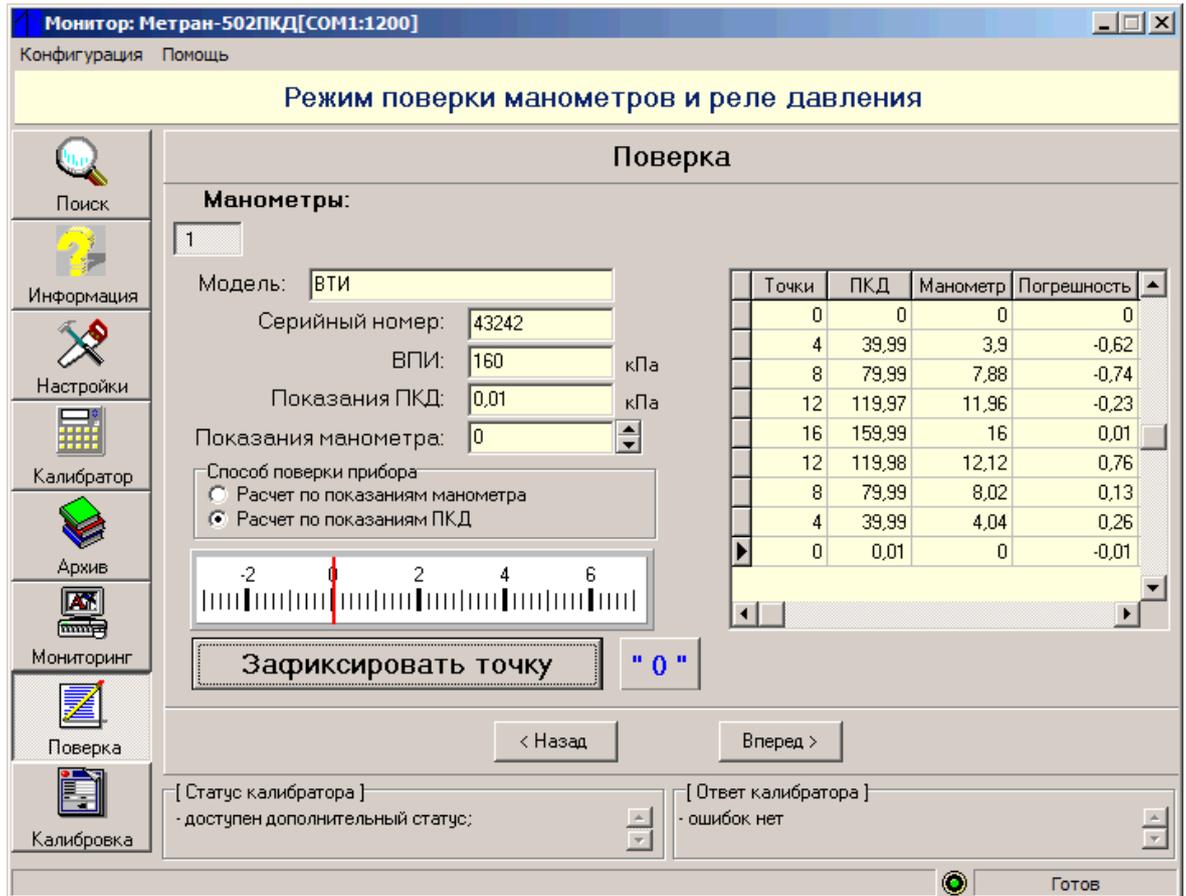


Рис. 3.100. Окно поверки манометра

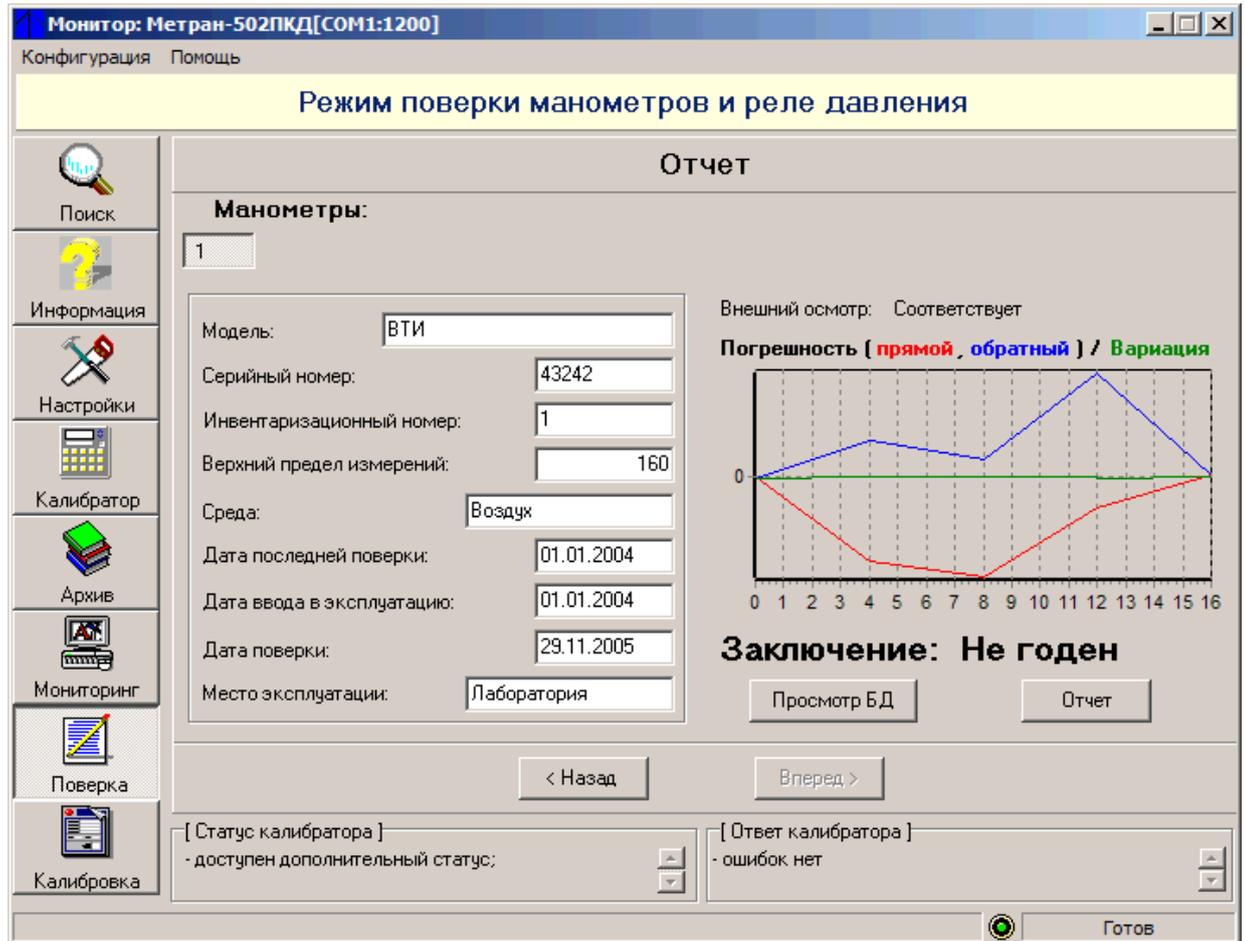


Рис. 3.101. Окно отчета поверки манометра

После завершения режима поверки появится окно : «Режим поверки манометров. Отчет» (рис. 3.101). Просмотрите результаты поверки и отчет (нажмите кнопку «Отчет»). Сохраните отчет в папку «Мои документы».

Отчёт: протокол поверки

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ	Пример распечатки с ПК
ПО	ПО СОСТОЯНИЮ НА 10.12.07 10:20:30
Объект поверки:	
● Модель:	НМП-52-М-2
● Серийный номер:	1111111
● Инвентарный номер:	111
● Верхний предел измерений:	40 кПа
● Класс точности:	2,5
● Предел допускаемого значения вариации	2,5
● Примечание:	
<hr/>	
● Условия поверки:	
● Температура окружающей среды:	22 °C
● Рабочая среда:	воздух
Опробование:	
Внешний осмотр:	Соответствует
Опробование работоспособности:	Соответствует
Проверка функции «Установка нуля»:	Соответствует
Проверка герметичности:	Соответствует

Точки нагрузки, ед. шкалы (кПА)	Показания калибратора, кПА	Показания напоромера, ед. шкалы (кПа)	Погрешность, %	Вариация, %
0	0,090	0	-0,23	
5	5,120	5,05	-0,18	
10	10,151	10,05	-0,25	
20	20,231	20,05	-0,45	
30	30,223	30,02	-0,50	
40	40,363	40,05	-0,78	0
30	30,242	30,03	-0,53	0,05
20	20,241	20,05	-0,48	0,03
10	10,172	10,05	-0,31	0,05
5	5, 121	5,05	-0,18	0
0	0,101	0	-0,25	0,03

Наибольшее значение приведенной погрешности: -0,78 %

Наибольшее значение приведенной вариации: 0,05 %

Заключение: **годен**