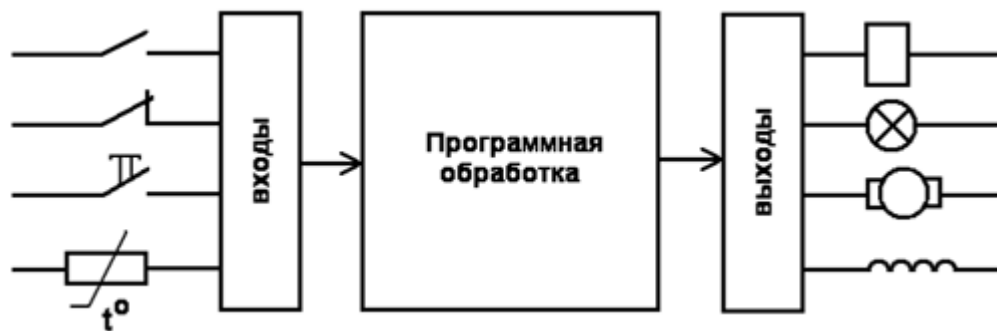


## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

### Система ввода/вывода данных с использованием контроллера SMH2010



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)  
Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)

УТВЕРЖДАЮ  
Зав каф. КСУП  
\_\_\_ Ю.А. Шурыгин

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

### **Система ввода/вывода данных с использование контроллера SMH2010**

Руководство к выполнению лабораторной работы  
для бакалавров направления 27.03.04 Управление в технических системах  
направленности Управление в роб технических системах

Разработчики:  
доцент каф. КСУП  
\_\_\_ В.П. Коцубинский  
Инженер каф. КСУП  
\_\_\_\_\_ А.А. Изюмов  
доцент каф. КСУП  
\_\_\_\_\_ В.М. Рулевский

## 1. Описание стенда

### 1.1 Описание контроллера

SMH2010 - программируемый контроллер, для управления в системах с числом входов/выходов от 10 до 256, возможен режим работы как панель оператора. Это контроллер с высокой степенью защиты (Ip65), поэтому определенные модификации могут быть использованы в жестких климатических условиях. Программируется с помощью программного обеспечения SMLogix C++. Описание лабораторного стенда приведено на рисунке 1.

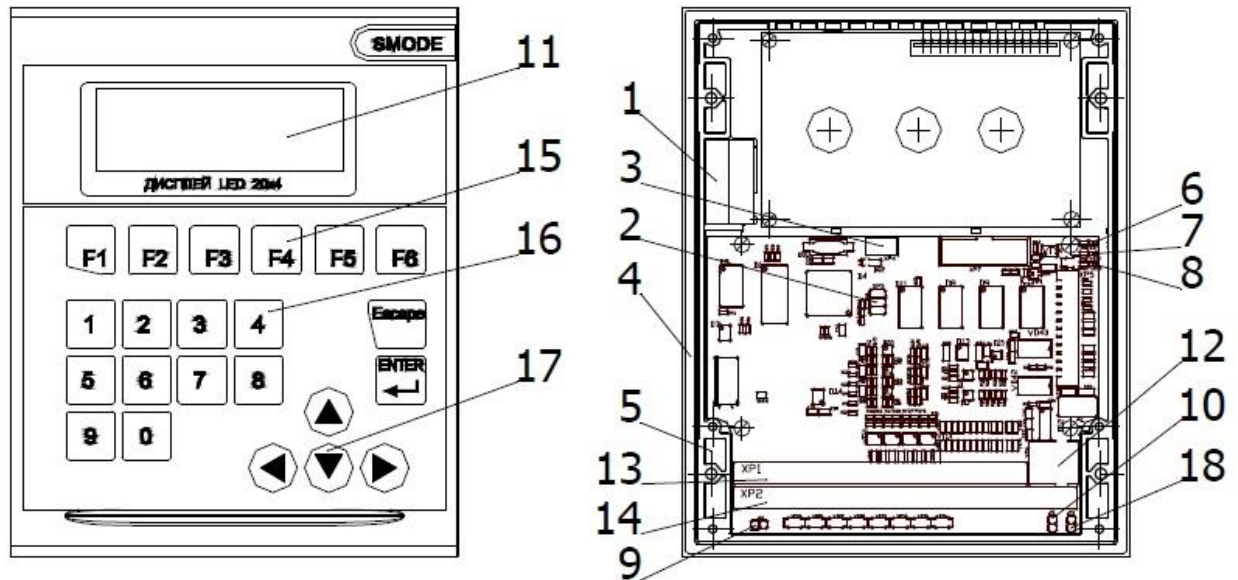


Рисунок 1 - Вид контроллера SMH2010 (1. Место для установки батареи, 2 Место для установки батареи, 3. Разъем для подключения батареи XP4, 4. Уплотняющая прокладка (только для исполнения IP65), 5. Место установки скобы для крепления контроллера на дверцу электротехнического щита, 6. Светодиод наличия питания 7. Светодиод работы порта COM1 (RS485), 8. Светодиод работы порта COM2 (RS232 / RS485), 9. Джампер JP2 (перемычка для подключения питания нагрузки от внутреннего выпрямителя), 10. Джампер JP1 (перемычка для подключения в сеть терминатора порта COM1), 11. Дисплей 12 Разъем XP6, порт COM2 (RS232 / RS485), тип RJ12, 13. Клеммный блок XP1, 14. Клеммный блок XP2, 15. Функциональные кнопки, 16. Цифровые кнопки, 17. Кнопки «стрелки», 18. Джампер JP3 (перемычка для подключения в сеть терминатора порта COM2))



Рисунок 2 - Клеммные блоки XP1 и XP2.

По числу входов (цифровые, аналоговые) контроллеры различаются следующим образом:

- 8 цифровых выходов, 2 аналоговых входа для датчиков типа TCM, TСП, Ni1000
- 8 цифровых выходов, 6 аналоговых входов для сигнала 4-20 мА

- 8 цифровых выходов, 2 аналоговых входа для датчиков типа TCM, ТСП, Ni1000, 2 аналоговых входа для сигнала 4-20 мА.  
Все выходы транзисторные, с открытым стоком.  
Максимальный ток нагрузки: 1А  
Напряжение на выходе до 50В при постоянном токе  
Поддержка последовательных портов типа: RS-485, RS-422  
Встроенный протокол Modbus RTU-SB-2  
Память: программ управления – 132Кб, данных – 32Кб  
Независимое питание памяти, без использования аккумулятора – EEPROM, от батареи в течение 20тыс. часов  
Напряжение: питания – 24В (пост. ток)  
рабочее – 18-36В (пост. ток)  
Шина расширения: RS-485, RS-422.

XP2	Назначение		XP1	Назначение	
GND	«земля» питания		Vcc	15-36 в	
1	AIN0	Аналоговые входы	2	«земля» аналоговая	
3	AIN3		4	«земля» аналоговая	
5	AIN1		6	CUR3	Источники тока для AIN-ов
7	AIN4		8	CUR2	
9	AIN2		10	CUR1	
11	AIN5	12	CUR0		
13	DOUT 0	Дискретные выходы	14	DOUT1	Дискретн. выходы
15	DOUT 2		16	+12...50 в DC	
17	DOUT 4		18	DOUT3	
19	DOUT 6		20	DOUT5	
21	DOUT 7		22	«земля» системная	
23	DIN0	Дискретные входы Аналоговые выходы	24	DIN 1	Дискретные входы Аналоговые выходы
25	DIN 2		26	DIN 3	
27	DIN 4		28	DIN 5	
29	DIN 6		30	DIN 7	
31	DIN 8/ AOUT3		32	DIN 9/ AOUT2	
33	DIN 10/ AOUT1		34	DIN 11/ AOUT0	
A	Data –	RS485- COM1	Разъем XP6, RS232 или RS485 – COM2		
C	Data +				
E	«земля» системная				

Рисунок 3 - Назначение выводов клемм XP1 и XP2

Состав C2010-4223-001-5+ FS01620032:

- 4 универсальных аналоговых входа (Ni1000): датчик температуры на котел, комната 1, комната 2 и наружного воздуха
- 2 аналоговых входа для сигнала 0...10В (10мВ,2%, 3мА): один на первый выход, второй на генератор
- 2 аналоговых выхода 0...10В

- 10 дискретных входов (контроллер) – питание с.к. 5В, потенц.вход до 50В(0-3,4В);  
1 – счетчик воды  
9 – резерв
- 6 дискретных входов(плата) – питание с.к. 5В, потенц. вход до 50В(0-3,4В); резерв
- 8 транзисторных выходов – 1А, 50В (если источник питания внешний, то его + надо подключить к + источника питания контроллера (16))  
2 вентилятора (24В), 2 вентилятора (12В),  
4-резерв
- 3 Э/механические реле(плата), насос, обрыв цепи управления, тэн или обрыв цепи,
- RS485,RS232

Область применения контроллеров:

1. Упаковочное оборудование
2. Насосные станции
3. Котельные
4. Компрессоры и т.д.
5. Сушильные камеры
6. Фасовка
7. Операторское оборудование.

## 1.2 Подготовка стенда к работе

Чтобы создать новый проект в программе SMLogix необходимо щелкнуть по вкладке файл (см.рис.4).

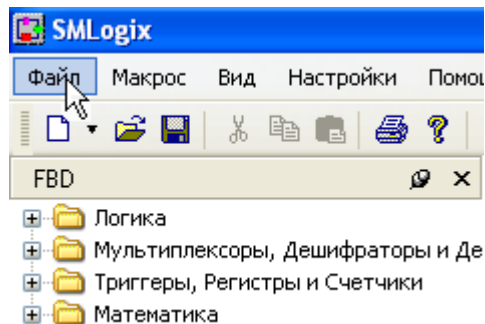


Рисунок 4 – Вкладка «Файл»

- 1а. На выпавшем меню щелкните новый, далее выберите вкладку проект.
- 1б. После чего система задаст вопрос о выборе основного контроллера (см.рис.5).

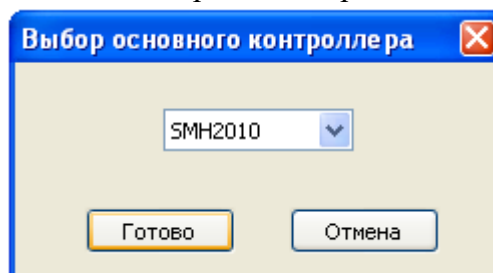


Рисунок 5 – Задание типа контроллера

- 1в. Выставьте необходимый образец (SMH2010).
  - 1г. Щелкните кнопку готово.
- Далее появится окно «Задание свойств устройства» (см.рис.6).

Рисунок 6 – Задание свойств устройства

Выполните следующие действия:

- 2а. Зайдите в меню “Поиск PLC”
- 2б. Выставьте № COM – порта, к которому подсоединен лабораторный контроллер (COM1).
- 2в. Задайте скорость обмена (115200).
- 2г. Щелкните кнопку поиск.

Рисунок 7 – Определение COM-порта

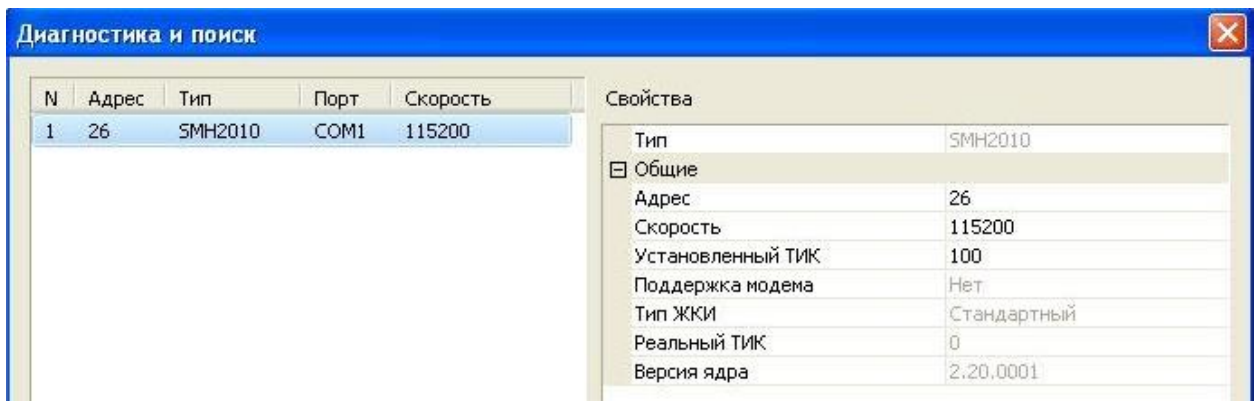


Рисунок 8 – Окно «Диагностика и поиск»

После поиска вы увидите окно «Параметры поиска». Нажмите кнопку изменить. В итоге вы увидите сообщение об успешном подключении контроллера. Щелкните готово.

В окне программы вы увидите область, в которой непосредственно осуществляется программирование контроллера, слева располагается перечень доступных элементов:

- Устройства
- FBD Macros
- FBD

Для запуска проекта необходимо щелкнуть по кнопке «Play» (рис.9).

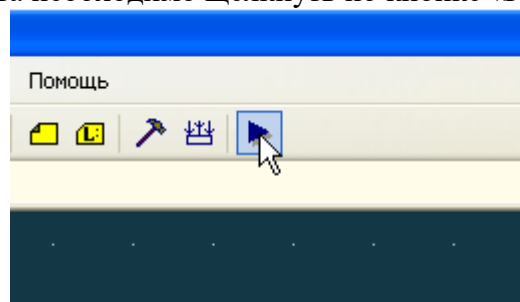


Рисунок 9 – Кнопка запуска проекта

Далее последует предложение о сохранении текущего проекта. Нажмите «ОК».

Данная функция работает при условии, что в контроллере не разрядилась батарейка, иначе придется нажать на предыдущую пиктограмму «прошить», а затем, когда экран контроллера перестанет мигать, отключить контроллер от сети питания. Включить его вновь, выдержав паузу примерно 5 секунд. После чего программа заработает в автономном режиме. К сожалению, невозможно будет отследить значения на входах и выходах функциональных блоков.

### 1.3 Описание программной части

FBD (англ. Function Block Diagram) – графический язык программирования стандарта МЭК 61131-3. Предназначен для программирования программируемых логических контроллеров (ПЛК). Программа образуется из списка цепей, выполняемых последовательно сверху вниз. Цепи могут иметь метки. Инструкция перехода на метку позволяет изменять последовательность выполнения цепей для программирования условий и циклов.

При программировании используются наборы библиотечных блоков и собственные блоки, также написанные на FBD или других языках МЭК 61131-3. Блок (элемент) – это подпрограмма, функция или функциональный блок (И, ИЛИ, НЕ, триггеры, таймеры, счётчики, блоки обработки аналогового сигнала, математические операции и др.).

Каждая отдельная цепь представляет собой выражение, составленное графически из отдельных элементов. К выходу блока подключается следующий блок, образуя цепь. Внутри цепи блоки выполняются строго в порядке их соединения. Результат вычисления

цепи записывается во внутреннюю переменную либо подается на выход ПЛК.

Вкладка FBD SMLogic включает в себя следующие элементы:

**Логика** – содержит элементы булевой математики и действия над ними (или, и, не, а также различные комбинации этих элементов, возможны побитные операции с 16-, 32-разрядными числами), входящие и выходящие значения могут быть 0 либо 1.

**Мультиплексоры, Дешифраторы, Демультимплексоры** – используются для вывода необходимого значения.

**Триггеры, Регистры, Счетчики** – триггеры выполняют функцию запоминания подаваемого на них значения, в зависимости от конфигурации. Регистры выполняют запись по уровню (16-, 32- разряда). Счетчики выполняют срабатывание после заданного промежутка времени при определенных условиях.

**Математика** – выполняет математические действия со значениями (сложение, вычитание, деление, умножение, корень, возведение в квадрат, тригонометрические функции).

**Операции отношения** – выполнение функции сравнения выполняется с помощью блока CMP (в скобках указан тип данных). Поиск максимального или минимального значения осуществляется с помощью блока MIN MAX (в скобках указан тип данных).

**Преобразование типов** – необходимо для совмещения различных типов данных: Boolean, Integer, Real, Long. Также возможно разложение переменной типа Integer по битам в переменные типа Boolean.

**Управление** – интегрирование, дифференцирование входных значений.

**Генераторы, Таймеры, Задержки** – выполнение задержки подачи сигнала на определенный интервал времени.

**Время и Дата** – позволяет задавать, выставлять дату и время суток.

**Блоки вывода на экран** – осуществляет вывод на экран необходимой информации (типа string, integer, long, real, ASCII код). Возможен ввод непосредственно с клавиатуры.

**Блоки сохранения** – запись данных в энергонезависимую память.

**Диагностика SMH2010** – сбор информации о неисправности в работе контроллера.

**Модем** – функция подключения к модему, и обмен информации с оператором.

**FBD Macros** – уже готовые блоки, созданные оператором из блоков FBD, для какой-либо определенной задачи, например:

- меню
- T-триггер
- Термосэнсор.

**Устройства** – всевозможные доступные на контроллере элементы:

- Панель управления (кнопки F1-F6, 0-9, escape, enter, кнопки перемещения)
- Аналоговые входы/выходы (предназначены для приема и отправки непрерывно изменяющихся величин). Число аналоговых входов-6, Число аналоговых выходов-4
- Дискретные входы/выходы (предназначены для приема и отправки дискретно изменяющихся величин). Число дискретных входов-8, число дискретных выходов-8
- COM1 предназначен для обмена данными по протоколу Modbus.
- COM2 используется для обмена данными по протоколу RS485.



## 2. Программирование контроллера SMODE на языке FBD. Лабораторная работа №1

### Цель работы

Сбор и обработка данных в АСУ ТП с применением контроллера SMH2010.

### Ход работы

1. Найдите на рабочем столе проект (Semilogic\Студенту\Проект\Проект1.psl). В этом примере (Программа 1) выполняется реализация пополнения счета мобильной связи (Вымпелком, МТС, Мегафон).

Для реализации проекта необходимо:

Вывести приглашение на экран (рис.10):

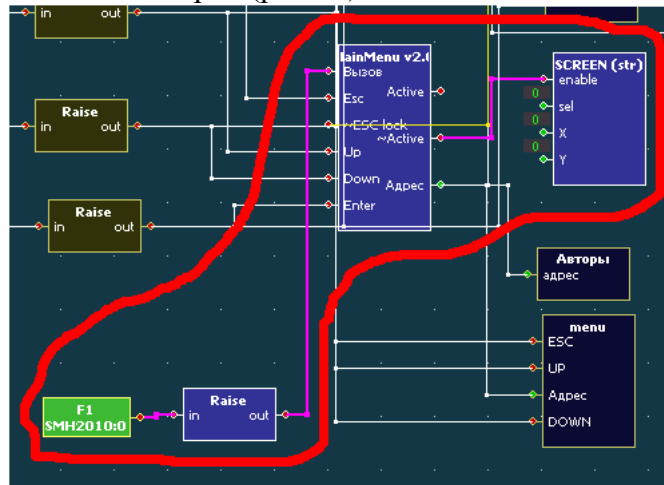


Рисунок 10 – Схема логических блоков проекта

Для этого задействованы следующие блоки

**F1** – для входа в меню

**Raise** – Для определения переднего фронта входного булевого сигнала, блок срабатывает при нажатии F1.

**Main Menu v2.0** – макрос для реализации меню, двойным щелчком нажмите на этот блок, в открывшемся окне вы увидите подробное описание всех входных и выходных параметров этого макроса. Вы можете переименовывать названия входных и выходных параметров двойным щелчком по к примеру по блоку



когда вы находитесь в окне макроса. В появившемся окне (рис.11) введите свое значение:

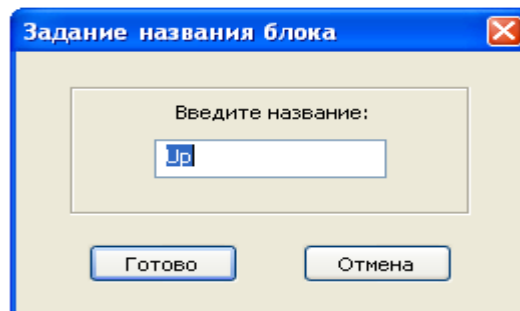


Рисунок 11 – Диалоговое окно «Задание названия блока»

**Screen (str)** – реализация текста самого приглашения, после двойного нажатия на этот блок вы можете ввести свое приглашение или редактировать уже имеющееся в поле текст:

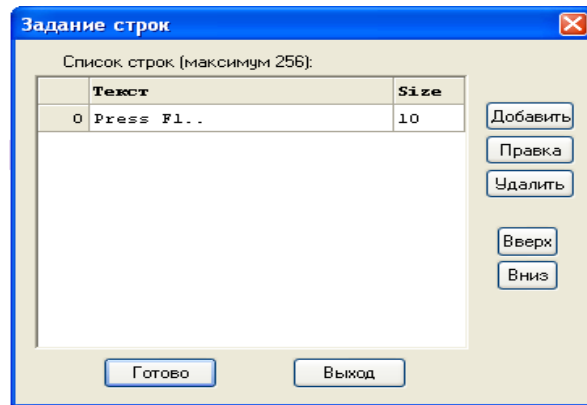


Рисунок 12 – Диалоговое окно «Задание строк»

2. Реализуйте функцию управления (переключение, выбор, отмена) в меню.  
В примере это реализуется с помощью клавиш:  
Up – переключение вверх  
Down – переключение вниз  
Esc – отмена  
Enter – выбор.

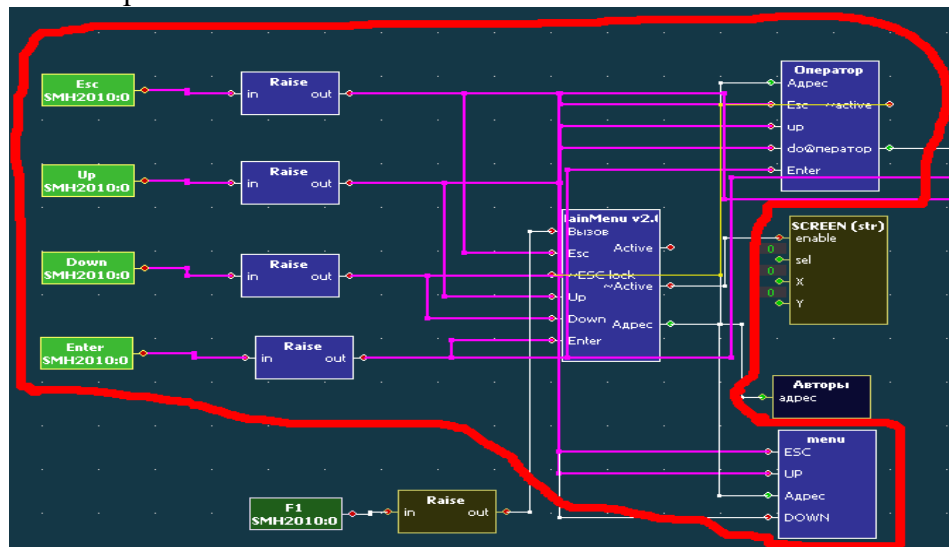


Рисунок 13 – Схема блока управления проекта

Для удобства в примере входные значения в макросах «Menu», «MainMenu», «Оператор» названы так же, как и кнопки, что значительно упрощает подключение к этим макросам. После подключения кнопок вы сможете перемещаться по вашему меню. Возможно подключение кнопок к двум и более макросам.

Описание реализации:

1. Осуществить функцию ввода числа (сумма денег).  
Реализуется при помощи цифр от 0 до 9 и макроса input. Необходимо подключить клавиши от 0 до 9 аналогично как в пункте 2, но уже к блоку KEY to ASCII, этот блок служит для преобразования сигнала с клавиатуры контроллера в ASCII код, далее сигнал идет в блок INPUT number, после которого отображается на экране.
2. Выбор оператора  
Данная функция реализуется в макросе «Оператор».
3. Отображение автора  
В этом макросе реализуется отображение информации о создателе проекта, здесь вы можете поработать над выводом информации различными способами, к примеру псевдографическому.
3. В качестве задания разработайте Программу 2 с функционалом добавление одного оператора и ввод суммы.

4. Реализуйте Программу 3 на языке FBD, которая по нажатию клавиш (см.рис.15) зажигает или гасит соответствующий световой индикатор.

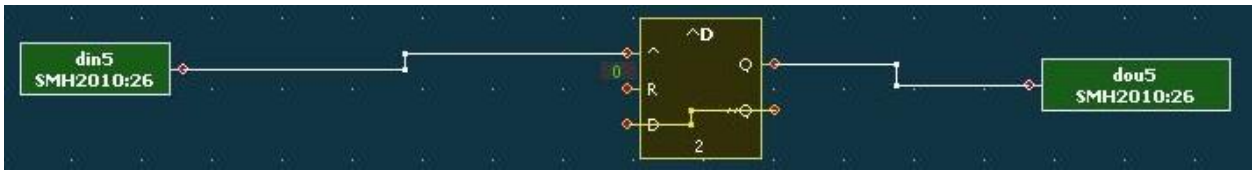


Рисунок 14 – Триггер-защелка с входной кнопкой и лампочкой

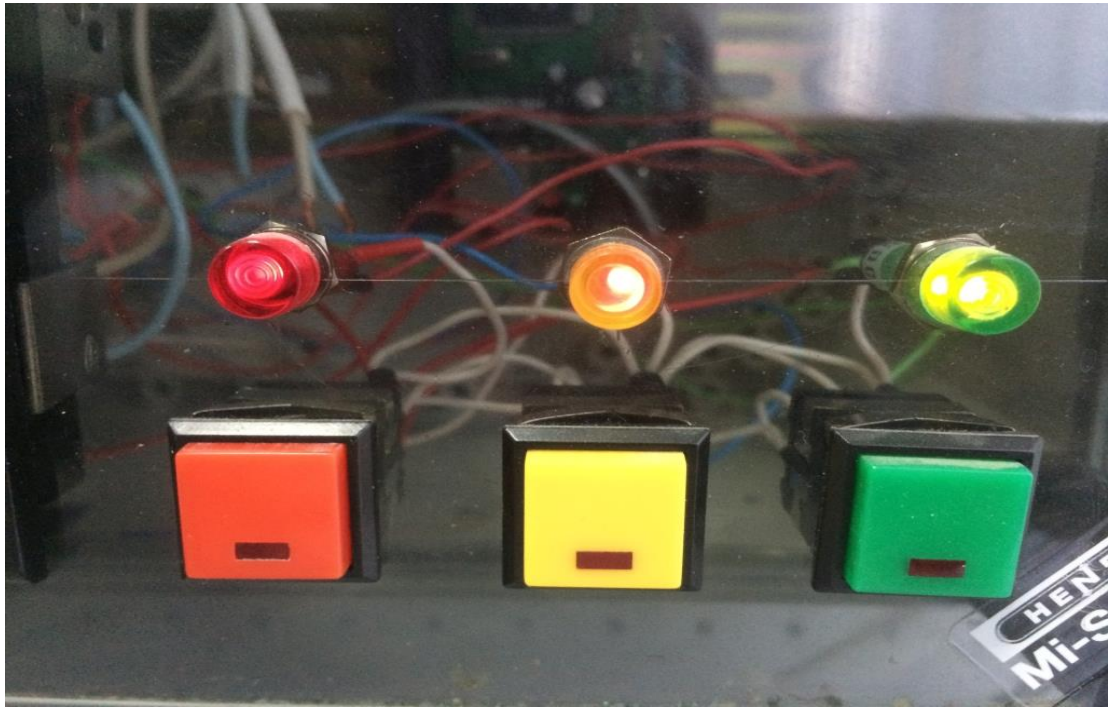


Рисунок 15 – Индикаторы и кнопки включения выключения

5. Реализуйте Программу 4, которая включает и выключает свет ламп не только с кнопок, но и с функциональных клавиш передней панели контроллера.

#### Требования к оформлению отчета

Отчет должен содержать результаты выполнения пунктов работы, тексты программ 1, 2, 3, 4, а также общие выводы по работе.

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе №1

- 1) Чем отличается микроконтроллер от микропроцессора?
- 2) Проведете классификацию АСУТП.
- 3) Методы (интерфейсы) сопряжения датчиков и микроконтроллеров.
- 4) Система визуального программирования. Модульный метод проектирования.
- 5) Интерфейсы сопряжения микроконтроллеров с SCAD-системами.
- 6) Согласование уровней сигналов от датчиков различного типа с микроконтроллером.
- 7) Контроль логических ошибок на этапе структурного проектирования микроконтроллера.

## Литература

1. Петров И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. проф. В. П. Дьяконова . — М.: СОЛОН-Пресс, 2004. — 256 с
2. Минаев И. Г. и др. Программируемые логические контроллеры в автоматизированных системах управления 2-е изд., перераб. и доп. - Ставрополь: АГРУС, 2010. - 128 с.
3. Рождественский Д. А. Автоматизированные комплексы распределенного управления : Учебное пособие - Томск : ТУСУР, 2007. - 179 с.
4. SMH2010 Рабочая лошадь автоматизации [http://segnetics.com/smh\\_2010](http://segnetics.com/smh_2010) (дата обращения 06.06.2018)

## Содержание

1. Описание стенда .....	3
1.1 Описание контроллера .....	3
1.2 Подготовка стенда к работе .....	5
1.3 Описание программной части .....	7
2. Программирование контроллера SMODE на языке FBD. Лабораторная работа №1 .....	9
Контрольные вопросы к лабораторной работе №1 .....	11
Литература .....	12
Содержание .....	12