

## **Лабораторная работа №1**

**Тема работы:** «Виртуальные технологии»

1. **Проверка рабочей станции на работоспособность.**
  - Включите компьютер.
  - Проверьте наличие прав администратора у пользователя.
2. **Подготовка ПО для установки на рабочую станцию.**
  - Загрузите необходимое ПО:
  - Oracle VirtualBox (версия VirtualBox 6.1) с официального сайта:  
[https://www.virtualbox.org/wiki/Download\\_Old\\_Builds\\_6\\_1](https://www.virtualbox.org/wiki/Download_Old_Builds_6_1)
  - Образ устанавливаемой операционной системы (Windows XP SP3).
  - Среда разработки Codesys V2.3 (owen.ru).
3. **Развертывание ПО виртуальной машины на рабочей станции.**
  - Установите ПО виртуальной машины (VirtualBox).
4. **Настройка виртуальной машины.**
  - Создайте виртуальную машину для установки выбранного образа операционной системы.
  - Произведите необходимые настройки для созданной виртуальной машины.
5. **Установка образа операционной системы в виртуальную машину.**
  - Запустите виртуальную машину и установите операционную систему (Windows XP SP3).
  - Произведите настройку виртуальной машины и установленной операционной системы.
6. **Установка среды разработки Codesys V2.3.**
  - Скопируйте файлы установки среды разработки в общую папку.
  - Установите среду разработки Codesys V2.3.
7. **Первый запуск установленной среды разработки.**
  - Запустите среду разработки Codesys V2.3 и выполните необходимые настройки.
8. **Подготовка к работе с программированием логических контроллеров.**
  - Создайте новый проект в среде Codesys V2.3.
  - Настройте проект и подключите необходимые устройства или эмуляторы контроллеров.
9. **Программирование логических контроллеров.**
  - Напишите и отладьте программу для логического контроллера в среде Codesys V2.3.
10. **Тестирование программы на логическом контроллере или эмуляторе.**

- Загрузите программу на контроллер или запустите ее в эмуляторе.
- Проведите тестирование программы, убедившись в ее корректной работе.

**Оформите отчет о проделанной работе, описав все шаги, проблемы и решения, с которыми вы столкнулись во время выполнения лабораторной работы.**

## Лабораторная работа № 2

**Тема работы:** «Разработка управляющей программы на языке реализации CFC»

**Цель работы:** Ознакомление с основами построения структурных схем в среде программирования Codesys v2.3 и реализация масштабирования сигналов с использованием стандартных функциональных блоков.

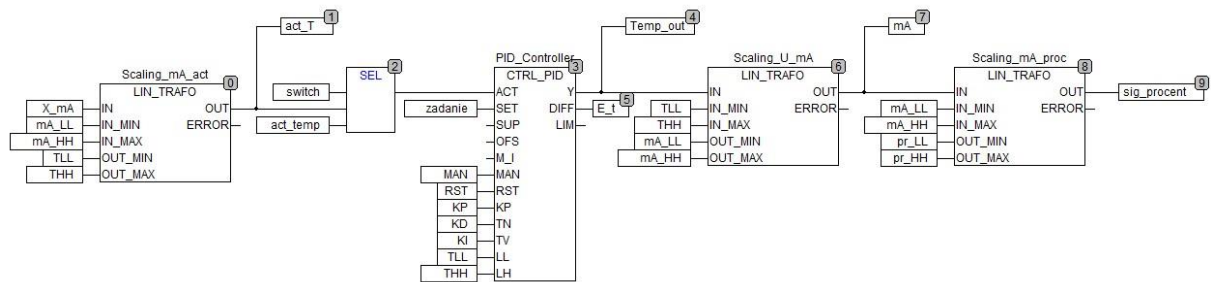


Рисунок 1. Структурная схемы управляющей программы на языке реализации CFC

### Общие требования:

- Использование библиотек **Util.lib** и **oscat\_basic\_333.lib**.
- Корректное объявление переменных и типов данных.
- Правильная настройка входов и выходов функциональных блоков.
- Правильная настройка параметров связи для загрузки программы в память программы эмулятора работы реального ПЛК.
- Проверка работоспособности схемы в режиме эмуляции на базе программы эмулятора работы реального ПЛК.

### Необходимые инструменты:

- Среда разработки программных обеспечений для ПЛК.
- Библиотеки функциональных блоков: **Util.lib**, **oscat\_basic\_333.lib**

### Этапы выполнения:

1. **Подготовка рабочего пространства Codesys:**
  - Запустите Codesys v2.3.
  - Создайте новый проект и выберите подходящий тип ПЛК, которого будете использовать для эмуляции.
  - Выберите язык реализации CFC и тип POU: Программа.
  - Импортируйте необходимые библиотеки (**Util.lib**, **oscat\_basic\_333.lib**) в ваш проект через менеджера библиотек.
2. **Объявление переменных и типов данных:**
  - Определите необходимые переменные для входов, выходов и параметров функциональных блоков.

- Установите правильные типы данных для каждой переменной в соответствии с требованиями функциональных блоков.

```

VAR_OUTPUT
    Y: REAL;
END_VAR
VAR_INPUT
    X_mA: REAL;
    XLL: REAL;
    XHH: REAL;
    YLL: REAL;
    YHH: REAL;
END_VAR
VAR
    TLL: REAL;
    THH: REAL;
    sig_procent: REAL;
    mA_LL: REAL;
    mA_HH: REAL;
    pr_LL: REAL;
    pr_HH: REAL;
    mA: REAL;
    T: REAL;
    act_T: REAL;
    switch: BOOL;
    Scaling_mA_act: LIN_TRAFO;
    Scaling_U_mA: LIN_TRAFO;
    Scaling_mA_proc: LIN_TRAFO;
    PID_Controller: CTRL_PID;
    RST: BOOL;
    MAN: BOOL;
    E_t: REAL;
END_VAR

```

### 3. Построение структурной схемы:

- Используя инструменты CFC, начните построение схемы, следуя предоставленному рисунку.
  - Разместите все функциональные блоки в соответствии с рисунком 1.
  - Подключите блоки друг с другом, обеспечивая правильное соединение входов и выходов.

### 4. Настройка функциональных блоков:

- Настройте блоки масштабирования для корректной обработки аналоговых сигналов.

- Настройте ПИД регулятор, задайте параметры  $K_P$ ,  $K_I$ ,  $K_D$ , и остальные необходимые для работы регулятора.

#### 5. Масштабирование сигналов

- Соедините блоки масштабирования (`Scaling_MA_act`, `Scaling_U_mA`, `Scaling_mA_proc`) с соответствующими аналоговыми сигналами.

- Убедитесь, что блоки масштабирования настроены на правильное преобразование сигналов.

- Настройте блоки для обратного масштабирования.

#### 6. Настройка параметров связи:

- Задайте параметры подключения в соответствии с требованиями эмулятора. Это может включать IP-адрес, номер порта, скорость передачи данных и другие параметры.

#### 7. Тестирование и отладка:

- Используйте встроенные инструменты и программу эмулятора ПЛК Codesys для эмуляции работы структурной схемы.

- Отладьте схему, имитируя различные рабочие условия и наблюдая за реакцией системы.

- Проверьте корректность работы ПИД-регулятора и всех функциональных блоков.

- Проверьте корректность соединений и логику работы каждого блока.

- Отладьте проект, исправляя возникающие ошибки.

- Запишите все наблюдения и результаты тестов.

- Проанализируйте поведение системы и убедитесь, что она соответствует требуемым характеристикам.

- Проверьте правильность масштабирования сигналов при различных входных значениях.

- Измените коэффициенты ПИД-регулятора и проанализируйте изменения в управляющем сигнале.

- Оцените устойчивость системы при экстремальных входных сигналах.

**Оформите отчет о проделанной работе, описав все шаги, проблемы и решения, с которыми вы столкнулись во время выполнения лабораторной работы.**

*Рекомендации:*

- Внимательно следите за соответствием типов данных при соединении блоков.

- Регулярно сохраняйте вашу работу, чтобы избежать потери данных.

- После каждого значительного изменения проводите тестирование схемы.

### Лабораторная работа № 3

**Тема работы:** «Разработка визуализации к управляющей программе»

**Цель работы:**

Освоение методов разработки интерфейса визуализации управляющих программ в среде Codesys v2.3, применительно к мониторингу и управлению процессами на основе токовых сигналов и задания температуры.

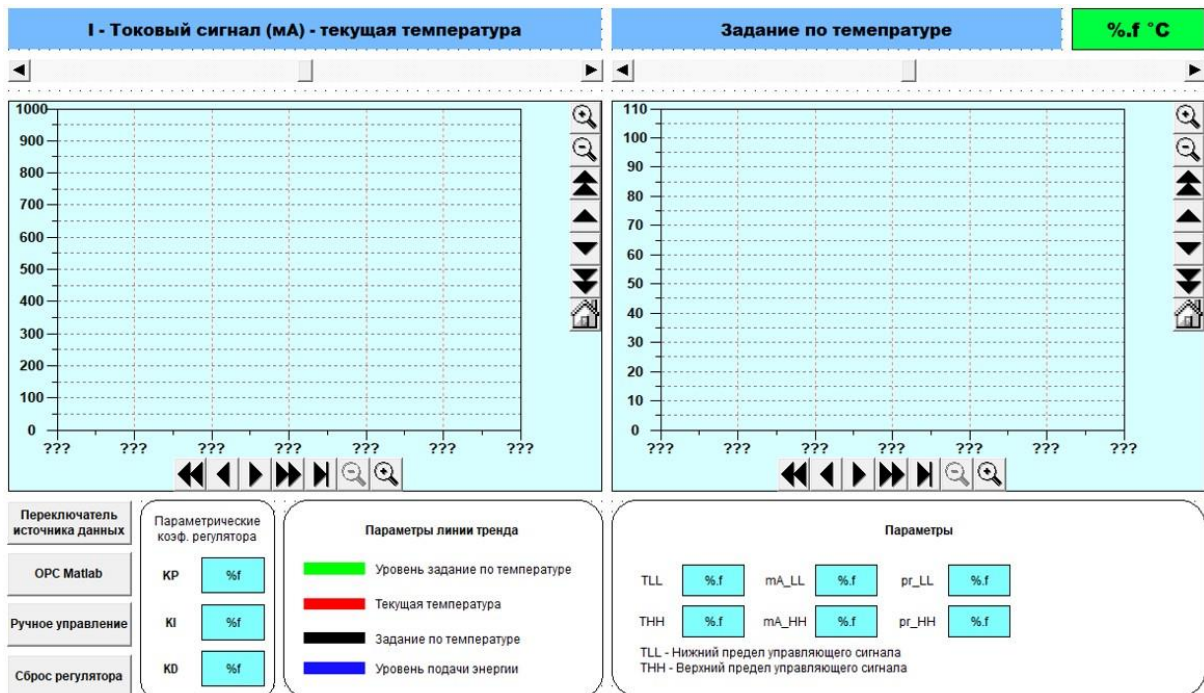


Рисунок 2. Эскиз разрабатываемой визуализации управляющей программы

**Общие требования:**

- Создание визуального интерфейса в соответствии с представленным дизайном.
- Конфигурация элементов визуализации для отображения и управления процессами.
- Подключение визуализации к переменным управляющей программы.

**Этапы выполнения:**

1. **Создание новой визуализации:**
  - Откройте проект в Codesys v2.3.
  - Перейдите в раздел «Визуализации» и создайте новый объект визуализации.
2. **Настройка свойств визуализации:**
  - Установите размеры окна визуализации, соответствующие требованиям.
  - Задайте фон и другие общие свойства в соответствии с предоставленным дизайном на рисунке 2.

### **3. Размещение элементов управления и индикации:**

- Используя панель инструментов визуализации, разместите на странице графические элементы (тренды, кнопки, индикаторы) в соответствии с рисунком.
- Настройте параметры каждого элемента: цвета, размеры, диапазоны значений и другие свойства.
- Разместите элементы трендов для отображения токового сигнала и задания по температуре.
- Настройте шкалы, деления и другие параметры графиков.
- Добавьте кнопки управления для масштабирования графиков и переключения между режимами отображения данных.

### **4. Назначение переменных:**

- Для каждой кнопки и индикатора на визуализации создайте связанную переменную в программе. Примеры переменных:
  - Кнопка «Ручное управление»
  - Кнопка «Сброс регулятора»
  - Параметрические коэф. регулятора ПИД - KP, KI, KD.
  - Убедитесь, что типы данных переменных соответствуют типам элементов управления (например, BOOL для переключателей, REAL или INT для числовых значений).
- Привяжите переменные к элементам визуализации для отображения и контроля текущих значений.
- Убедитесь, что переменные для границ тренда (TLL, THH, и т.д.) правильно настроены.

### **5. Настройка трендов:**

- Настройте параметры трендов для отображения исторических данных по текущей температуре и заданию температуры.
- Укажите параметры осей, временные диапазоны и масштаб.

### **6. Тестирование визуализации:**

- Перейдите в режим онлайн и активируйте визуализацию для тестирования.
- Проверьте корректность отображения данных и реакцию системы на управляющие команды.

**Оформите отчет о проделанной работе, описав все шаги, проблемы и решения, с которыми вы столкнулись во время выполнения лабораторной работы.**

## Лабораторная работа № 4

**Тема работы:** «Разработка структурной схемы динамической системы в MATLAB Simulink и связка Matlab и Codesys с помощью OPC»

**Цель работы:** Изучение методов разработки структурных схем в MATLAB Simulink и их интеграции с Codesys через OPC для обеспечения взаимодействия симуляционной модели и реального контроллера.

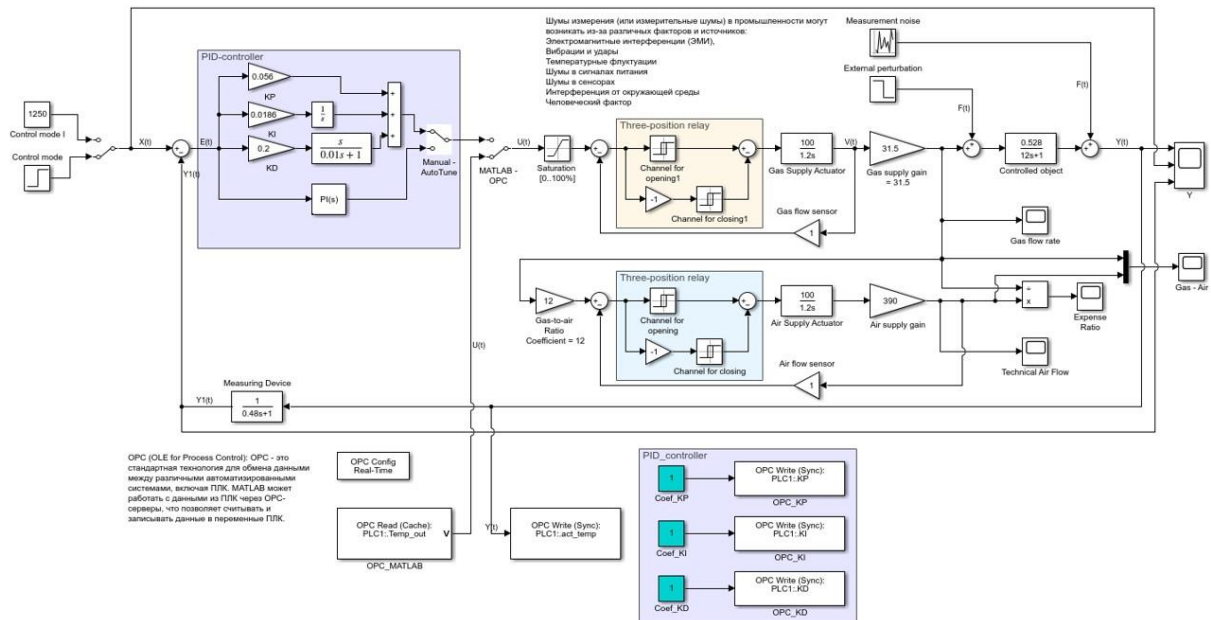


Рисунок 3. Структурная схема динамической системы с поддержкой обмена данных с помощью OPC Server

### Общие требования:

- Создание модели в Simulink, имитирующей управление процессом.
- Настройка связи между Simulink и Codesys через OPC Server.
- Проверка передачи данных между Simulink и Codesys в реальном времени.

### Пошаговая инструкция:

#### 1. Подготовка модели Simulink:

- Откройте MATLAB и создайте новую модель в Simulink.
- Разработайте структурную схему, используя блоки Simulink, в соответствии с предоставленной схемой в рисунке 3.
- Настройте параметры каждого блока, включая коэффициенты ПИД-регулятора, усиления и динамику процесса.
- Перетащите необходимые блоки из библиотеки Simulink на рабочую область и соедините их согласно предоставленной блок-схеме.
- Настройте параметры каждого блока, включая коэффициенты усиления, временные константы и другие параметры, указанные в схеме.

#### 2. Настройка OPC Server



- Установите и настройте OPC Server для обмена данными между Simulink и Codesys.
  - Создайте необходимые теги в OPC Server, соответствующие переменным в Codesys и блокам в Simulink.
  - Используйте блоки OPC Toolbox в Simulink для настройки чтения и записи данных через OPC.
  - Настройте параметры OPC Read для чтения данных из CODESYS и OPC Write для отправки данных в CODESYS.
- 3. Конфигурация связи Codesys и MATLAB через OPC**
- В Codesys настройте параметры связи OPC, включая адрес сервера, имена тегов и группы опроса.
  - Подключите переменные PLC к тегам OPC, используя функциональные блоки OPC Read и OPC Write.
- 4. Связывание Simulink с OPC Server**
- В Simulink используйте блоки OPC Read и OPC Write для чтения и записи данных через OPC Server.
  - Настройте эти блоки для взаимодействия с соответствующими тегами OPC Server.
- 5. Тестирование связи и функционирования системы**
- Запустите симуляцию в Simulink и наблюдайте за передачей данных к OPC Server.
  - В Codesys перейдите в режим онлайн и мониторьте обновление переменных в соответствии с данными из Simulink.
  - Проверьте корректность работы системы, изменяя параметры в Simulink и наблюдая за реакцией в Codesys.

### **Тестирование связи и функционирования системы**

#### **1. Подготовка к тестированию:**

- Убедитесь, что все компоненты системы (MATLAB, Simulink, OPC Server, Codesys) работают и настроены правильно.
- Запланируйте серию тестов, которые покроют все аспекты взаимодействия между Simulink и Codesys через OPC.
- Создайте чек-лист параметров и ожидаемых результатов для каждого теста.

#### **2. Запуск тестов:**

- Запустите симуляцию в Simulink.
- В Codesys войдите в режим онлайн для мониторинга переменных и взаимодействия с OPC Server.
- Пошагово активируйте каждый тест, начиная с простого передачи статических значений до динамического управления процессами.

#### **3. Мониторинг системы:**

- Наблюдайте за обновлением переменных в Codesys и соответствующими изменениями в Simulink.

- Используйте инструменты трассировки и логирования в Codesys и MATLAB для записи данных тестов.

#### **4. Анализ переходных процессов:**

- Сосредоточьтесь на анализе переходных процессов, которые возникают в результате изменений управляющих сигналов или параметров системы.

- Используйте инструменты Simulink для визуализации переходных процессов, такие как Scope или To Workspace для сохранения данных в рабочем пространстве MATLAB.

- Изучите графики переходных процессов, обратите внимание на время переходного процесса, перерегулирование, время установления и степень демпфирования.

#### **5. Оценка результатов:**

- Сравните полученные данные с ожидаемыми результатами из чек-листа.

- Определите, соответствует ли поведение системы разработанным спецификациям и техническим требованиям.

- Запишите все аномалии или отклонения от ожидаемых результатов.

#### **6. Корректировка и оптимизация:**

- Если в ходе тестирования обнаружены проблемы, проанализируйте возможные причины их возникновения.

- Внесите необходимые корректировки в модель Simulink или в программу Codesys.

- Повторите тесты для проверки эффективности внесенных изменений.

**Оформите отчет о проделанной работе, описав все шаги, проблемы и решения, с которыми вы столкнулись во время выполнения лабораторной работы.**

*Как результат выполнения данной работы, вы получите полноценную модель в Simulink, связанную с управляющей программой в Codesys через OPC, что позволит выполнять тестирование и отладку системы управления в условиях, максимально приближенных к реальным.*