

Министерство по образованию и науке Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

ИЗУЧЕНИЕ СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ КОНТРОЛЛЕРОВ ФИРМЫ SIEMENS STEP 7

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 20
по циклу дисциплин «Автоматизация производственных процессов»
для студентов всех форм обучения металлургического,
строительного материаловедения и химико-технологического факультетов

Екатеринбург
УрФУ
2011

УДК 621.317

Составители: В.А. Гольцев, А.Н. Мичков

Изучение среды программирования контроллеров фирмы SIEMENS STEP7: методические указания к лабораторной работе №20/ сост. В.А. Гольцев. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 20 с.

Дано описание лабораторной работы по изучению среды программирования контроллеров систем автоматизации STEP 7, знакомству с функциями модулей, входящих в среду, а также получение навыков создания программного обеспечения для программируемого контроллера фирмы Siemens SIMATIC S7-300.. Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения факультетов металлургического, строительного материаловедения и химико-технологического по дисциплинам:

- автоматическое управление металлургическими процессами;
- автоматизация металлургических процессов;
- автоматизация промышленных печей и систем очистки газов;
- автоматическое управление металлургическими процессами;
- сбор, обработка и представление первичной технологической информации;
- системы управления технологическими процессами;
- управление техническими системами;
- управление технологическими процессами в металлургии.

Настоящее руководство позволяет студентам самостоятельно разработать несложную программу и закрепить полученные в теоретическом курсе знания.

Табл.1. Рис.14

Подготовлено кафедрой теплофизики и информатики в металлургии

© УрФУ, 2011

Оглавление

1. Компоненты среды программирования STEP 7.....	4
2. Пример создания проекта в среде STEP 7.....	11
3. Методика выполнения работы.....	16
4. Подготовка отчета по лабораторной работе	19

1. Компоненты среды программирования STEP 7

STEP 7 – это пакет стандартного программного обеспечения, используемый для конфигурирования и программирования логических контроллеров SIMATIC фирмы SIEMENS. Он является частью промышленного программного обеспечения SIMATIC. Имеются следующие версии стандартного пакета STEP 7:

- STEP 7 Micro/DOS и STEP 7 Micro/Win для относительно простых автономных приложений на контроллер SIMATIC S7-200;
- STEP 7 для приложений на контроллеры SIMATIC S7-300/S7-400, SIMATIC M7-300/M7-400 и SIMATIC C7.

Последняя версия обладает более широким набором функций и может быть расширена продуктами, имеющимися в промышленном программном обеспечении SIMATIC. В частности, существует возможность назначения параметров функциональным модулям и коммуникационным процессорам, организация связи через глобальные данные, передача данных с использованием коммуникационных функциональных блоков и проектирование соединений.

В рамках данного пособия описана работа в STEP 7 для приложений на примере программируемого логического контроллера (ПЛК) SIMATIC S7-300.

После запуска программного продукта STEP 7 становится активным центральное окно SIMATIC Manager (рис. 1). По умолчанию запускается мастер STEP 7 (STEP 7 Wizard), который оказывает помощь при создании проекта STEP 7. В дальнейшем эта структура используется для надлежащего хранения и размещения всех данных и программ.

В SIMATIC Manager проект представлен в виде дерева элементов проекта (рис. 2). Корнем дерева является имя проекта. Проект может включать один и более контроллеров, а также сетевые компоненты, которые описывают соединения между элементами проекта. На уровне контроллера доступны компонен-

ты конфигурирования контроллера и центральный процессор. В свою очередь, на уровне центрального процессора представлены компоненты конфигурации соединений данного контроллера и программа.

Программа контроллера S7-300 в проекте представлена следующими компонентами:

- источниками кода (Sources);
- блоками пользовательской программы (Blocks);
- таблицами описания символов (Symbols).

Такая структура хранения позволяет четко выделить элементы программного обеспечения контроллера. Программное обеспечение (ПО) включает в себя системное и прикладное.

Системное ПО контроллера содержит операционную систему реального времени, конфигурацию контроллера, конфигурацию коммуникационных интерфейсов.

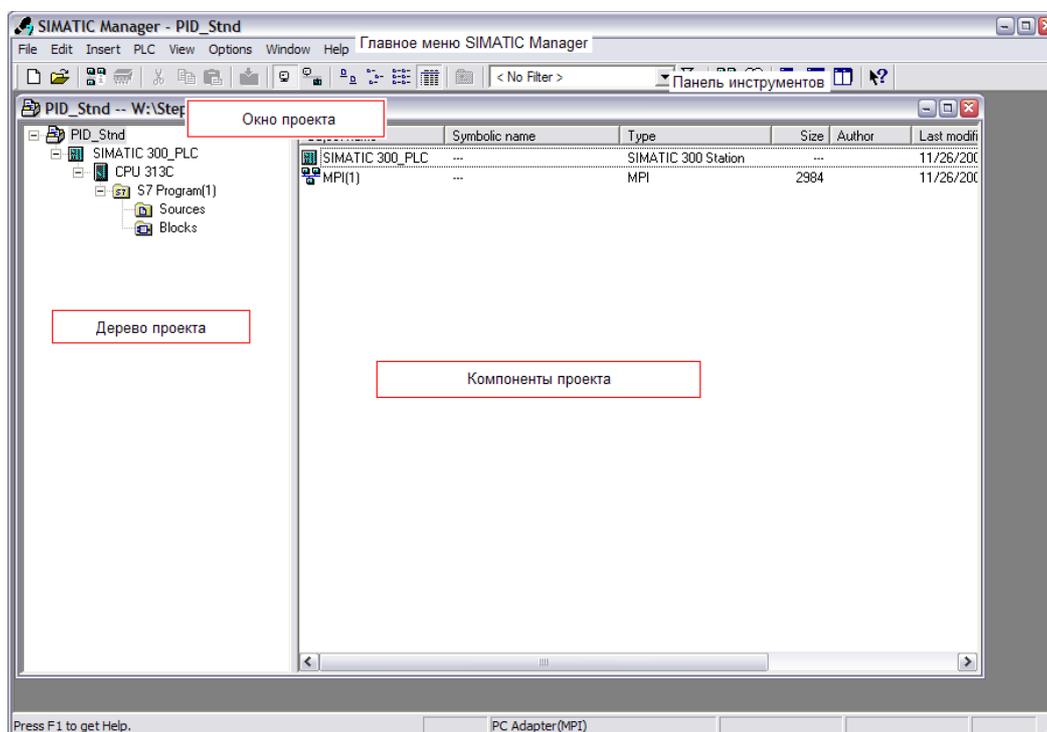


Рис. 1. Главное окно SIMATIC Manager

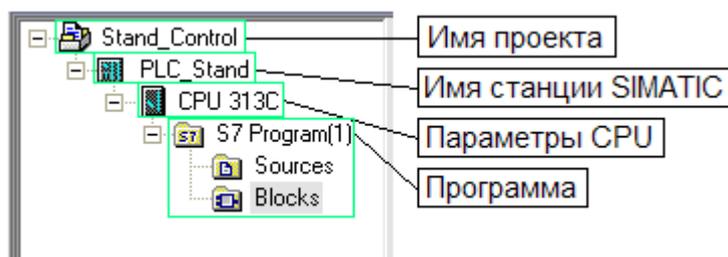


Рис. 2. Структура проекта STEP 7

Операционная система контроллера находится («защита») в центральном процессоре (CPU). Она недоступна для пользователя. Задачи операционной системы контроллера:

- обработка «теплого» и «горячего» перезапуска;
- обновление таблицы образа процесса для входов и вывод таблицы;
- создание образа процесса для выходов;
- вызов программы пользователя;
- обнаружение прерываний и вызов прерываний;
- обнаружение и обработка ошибок;
- управление областями памяти;
- обмен информацией с устройствами программирования и другими коммуникационными партнерами.

Конфигурация контроллера определяет пользователь в проекте STEP 7. Для задания конфигурации в пакете STEP 7 Professional предназначена программа Hardware Config (HW Config). Окно программы представлено на рис. 3.

Под «конфигурированием» понимают размещение стоек, модулей, устройств децентрализованной периферии и интерфейсных модулей в окне станции. Стойки набирают с помощью конфигурационной таблицы с учетом определенного числа устанавливаемых модулей.

Конфигурирование осуществляют путем перетаскивания (буксировки) требуемого модуля из каталога аппаратуры на соответствующее место в стойке (подсвечено зеленым цветом).

В конфигурационной таблице STEP 7 автоматически присваивает каждому модулю адрес. Можно изменить адреса модулей контроллера, если CPU допускает свободное присвоение адресов.

Созданная в Hardware Config конфигурация компилируется и загружается в контроллер.

При запуске системы автоматизации CPU сравнивает заданную конфигурацию, созданную с помощью STEP 7, с фактической конфигурацией установки. Благодаря этому возможные ошибки немедленно распознаются. Конфигурация станции с помощью Hardware Config может быть «прочитана» при наличии физического соединения с ней в режиме Online.

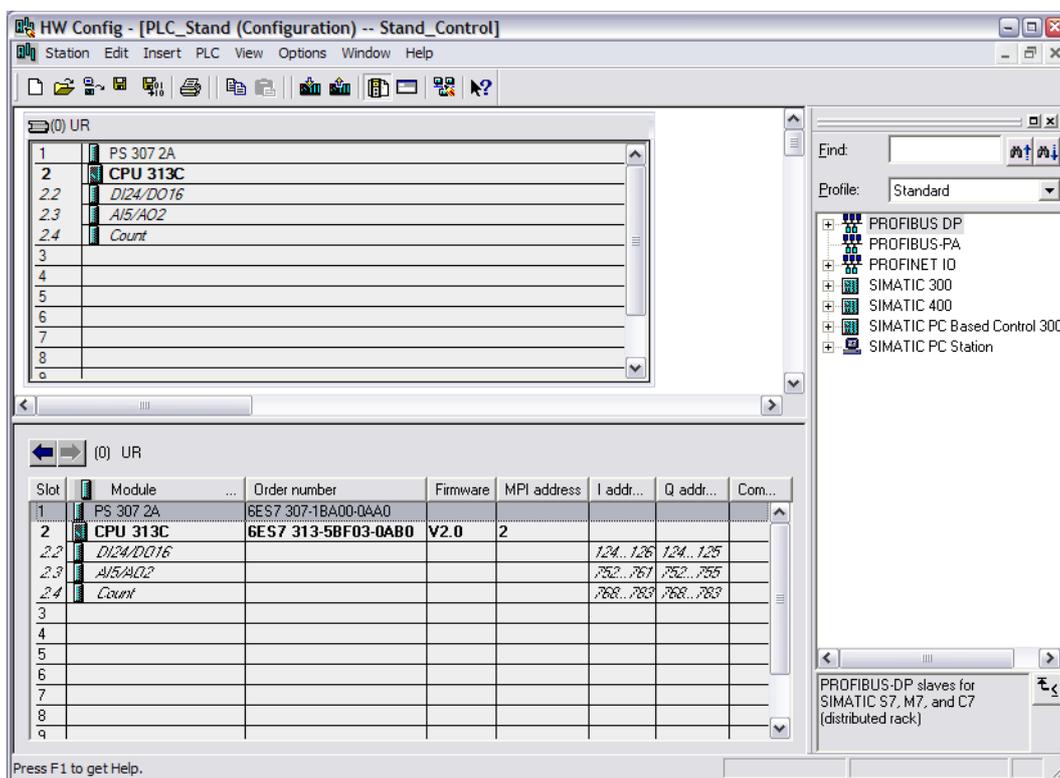


Рис. 3 Окно Hardware Config

Для конфигурирования сетей связи в STEP 7 предназначена программа NetPro, окно которой представлено на рис. 4.

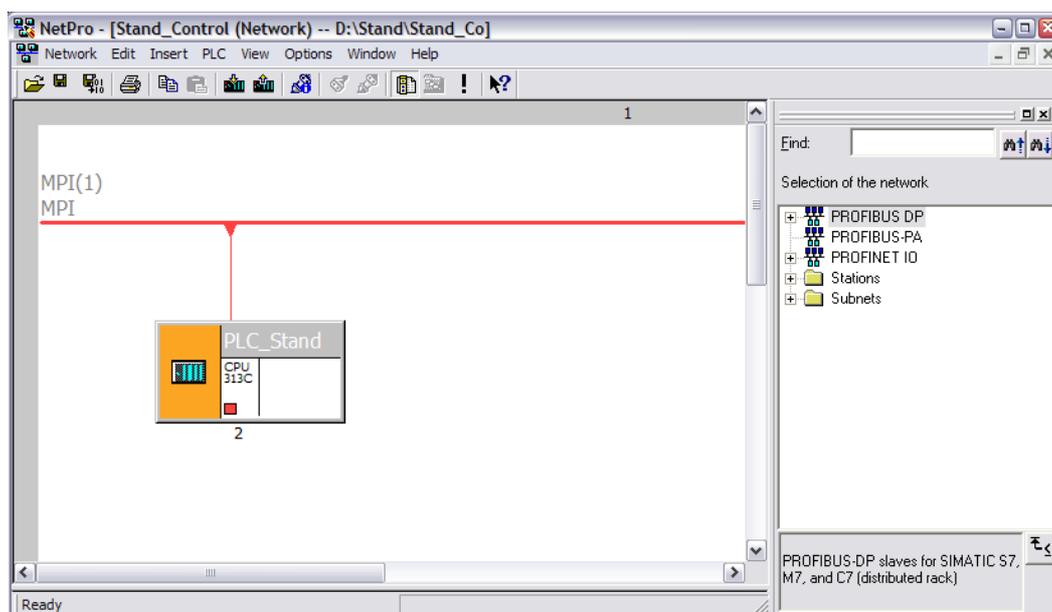


Рисунок 4 – Окно NetPro

Основная область окна NetPro содержит графические элементы, обозначающие станции и линии связи с соответствующим интерфейсом. При конфигурировании связей в проект можно добавлять аппаратные элементы путем буксировки этих элементов из каталога аппаратуры.

Прикладное программное обеспечение составляют блоки программы и таблицы переменных. Блочная структура программы позволяет многократно использовать отдельные функции в разных проектах. Деление кода программы в блоке на отдельные сегменты (Network) обеспечивает удобство чтения кода.

Программа контроллера в STEP 7 состоит из следующего набора различных блоков. Рассмотрим их последовательно.

Организационные блоки (OB) осуществляют управление ходом выполнения программы. В зависимости от способа запуска (циклическое выполнение, запуск по временному прерыванию, запуск по событию и т.д.) организационные блоки разделяются на классы, имеющие различные уровни приоритета. Организационные блоки с более высокими уровнями приоритета способны прерывать выполнение блоков с более низкими приоритетными уровнями.

Функциональные блоки (FB) содержат отдельные части программы пользователя. Выполнение функциональных блоков сопровождается обработкой различных данных. Эти данные, внутренние переменные и результаты обработ-

ки загружаются в выделенный для этой цели экземплярный блок данных IDB (Instance-Data Block). Для каждого функционального (FB) и системного функционального (SFB) блока операционная система контроллера создает служебный блок данных IDB. IDB генерируются автоматически после компиляции FB и SFB. Доступ к данным, хранящимся в IDB, может быть осуществлен из программы пользователя или из системы человеко-машинного интерфейса.

Блоки-функции (FC) содержат программы вычисления, не имеющие памяти. Каждая функция формирует фиксированную выходную величину на основе получаемых входных данных. К моменту вызова функции все ее входные данные должны быть определены.

Блоки данных (DB) предназначены для хранения данных пользователя. В отличие от данных, хранящихся в IDB и используемых одним блоком FB или SFB, глобальные данные, хранящиеся в DB, могут использоваться любым из программных модулей. В DB могут храниться данные, имеющие элементарный или структурный тип. Примерами данных элементарного типа могут служить данные логического (BOOL), целого (INTEGER), действительного (REAL) или других типов. Данные структурного типа формируются из данных элементарного типа. Для обращения к данным, записанным в DB, может использоваться символьная адресация.

Системные функциональные блоки (SFB) – это функциональные блоки, встроенные в операционную систему центрального процессора (например, SEND/RECEIVE). Эти блоки не занимают места в памяти программ контроллера, но требуют использования IDB.

Системные функции (SFC) – это функции, встроенные в операционную систему контроллера. Например, функции таймеров, счетчиков, передачи блоков данных.

Блоки программы STEP 7 могут быть написаны на одном из доступных языков, соответствующих стандарту Международной электротехнической комиссии (МЭК) 61131-3. Рассмотрим некоторые из них.

Язык операторов (STL) – это текстовый язык, схожий с машинным кодом. Каждый оператор соответствует шагу, выполняемому процессором. Несколько операторов могут быть объединены в сегмент (Network).

Контактный план (LAD) – это графический язык программирования, основные элементы которого соответствуют элементам коммутационной схемы. Участки коммутационной схемы (замкнутые или разомкнутые контакты, обмотки реле и пр.) объединяются в сегменты. Область кода логического блока состоит из одного или нескольких сегментов.

В языке функциональных планов (FBD) для записи логических выражений используют графические логические символы булевой алгебры. Сложные функции, например, математические функции, могут быть записаны с помощью логических блоков.

На рис. 5 представлено окно редактора LAD/STL/FBD.

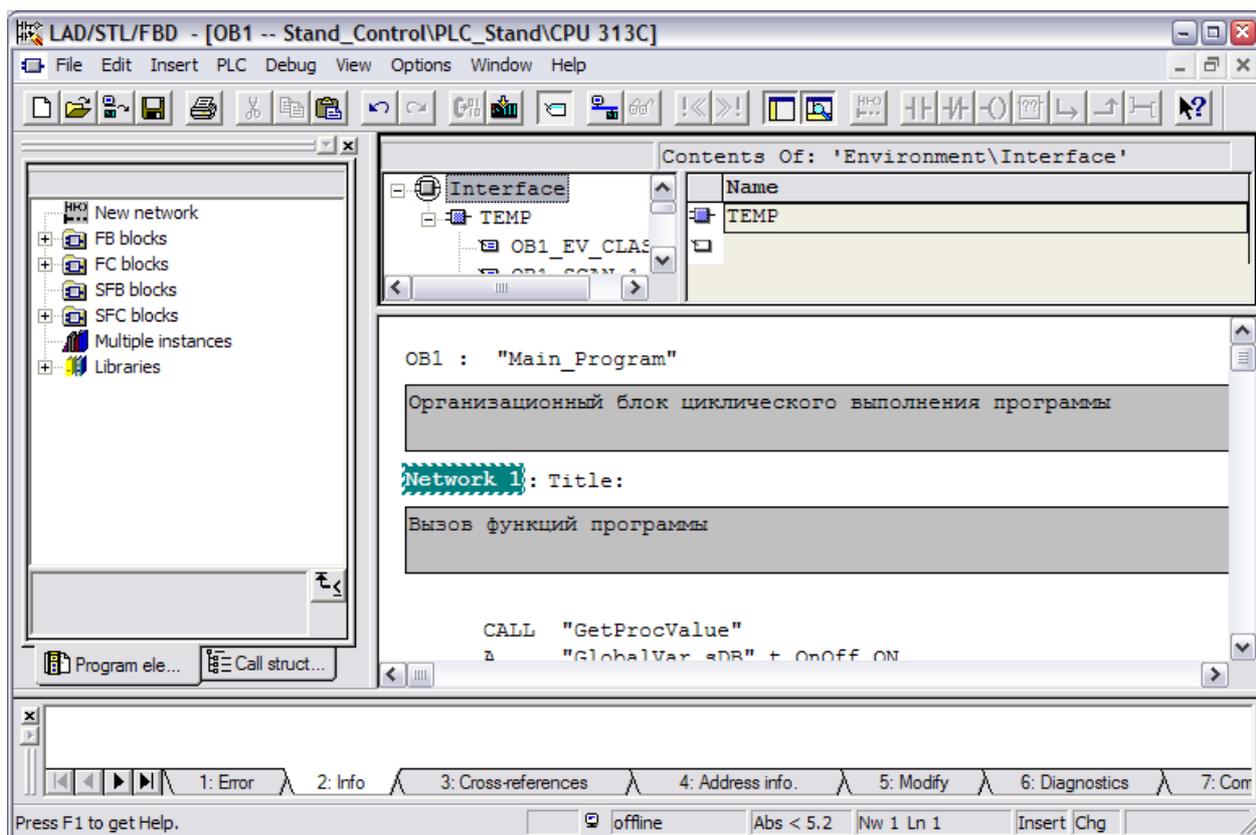


Рис. 5. Окно редактора LAD/STL/FBD

2. Пример создания проекта в среде STEP 7

Для создания нового проекта необходимо в SIMATIC Manager вызвать команду меню File – New или воспользоваться для этого соответствующим инструментом с Панели инструментов. Также для создания проекта можно воспользоваться Мастером (Wizard).

После вызова команды из меню открывается окно New Project (рис. 6).

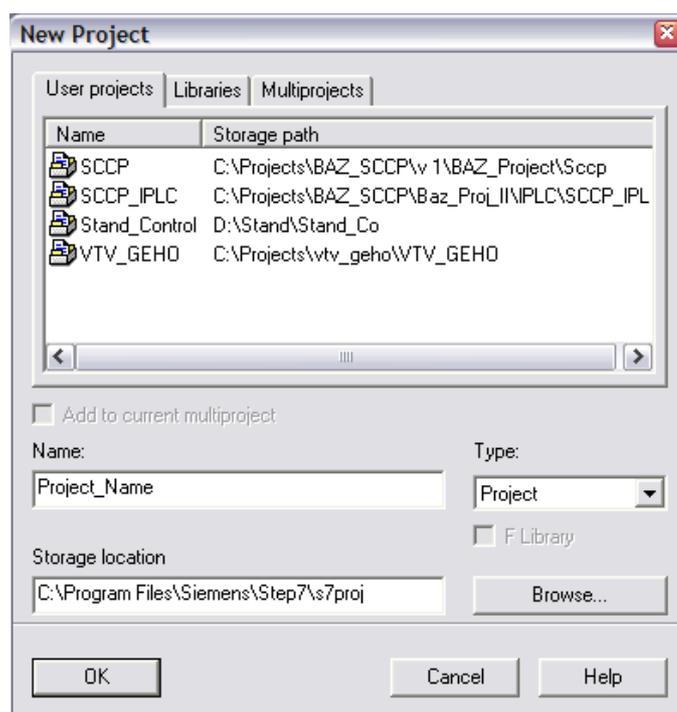


Рис. 6. Экранная форма при открытии нового проекта

На этой экранной форме в верхней части окна на вкладке User Project расположен список имеющихся проектов. В поле Name пользователь указывает имя создаваемого проекта, а в поле Storage location – путь для сохранения файлов проекта. Для изменения текущего пути нужно нажать кнопку Browse и в диалоговом окне определить новый путь.

Затем для завершения нужно нажать кнопку ОК. По указанному пути будет создана папка с именем проекта.

В SIMATIC Manager откроется окно проекта. В дереве будет расположено только имя проекта (рис. 7). Для добавления станции требуется в окне проекта вызвать контекстное меню (нажатием правой клавиши мыши) и выбрать пункт Insert New Object – SIMATIC 300 Station. В проект будет добавлена станция с

именем SIMATIC 300 (по умолчанию). Переименовать станцию можно с помощью соответствующей команды контекстного меню или при нажатии клавиши F2.

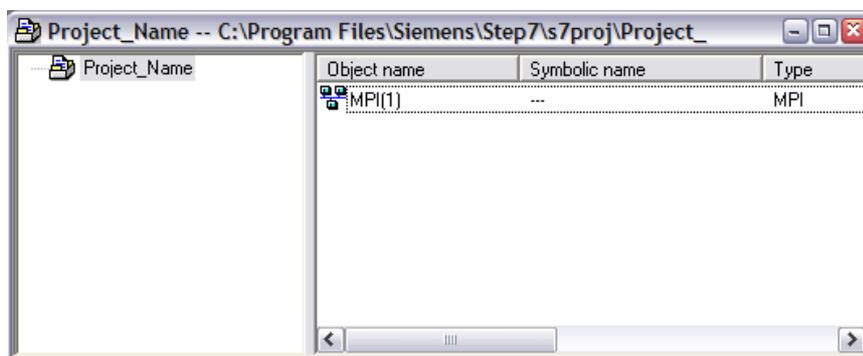


Рис. 7. Экранная форма окна проекта перед добавлением станции

В проект может быть включено несколько разнородных станций.

Следующим этапом будет конфигурирование станции. Его выполняют с помощью программы HW Config (окно изображено на рис. 3). Для вызова конфигуратора станции необходимо дважды щелкнуть по компоненту Hardware в текущей станции (рис. 8).

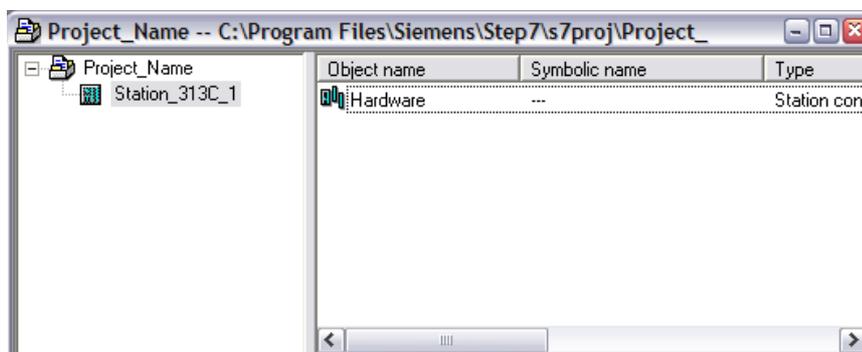


Рис. 8. Экранная форма для вызова конфигуратора станции

Основные элементы окна:

- главное меню и панель инструментов;
- каталог аппаратуры (Hardware Catalog) в правой части окна (если отсутствует, то нужно выбрать пункт главного меню View - Catalog);
- основная область окна – конфигурация станции, содержит все стойки;
- нижняя часть – таблица обзора структуры выбранной стойки.

Для добавления стойки (Rack) требуется вызвать в области конфигурации станции контекстное меню и выбрать пункт Insert Object. В появившемся списке выбрать пункт SIMATIC 300. Далее появится список, в котором нужно выбрать RACK-300, и затем Rail (рис. 9).

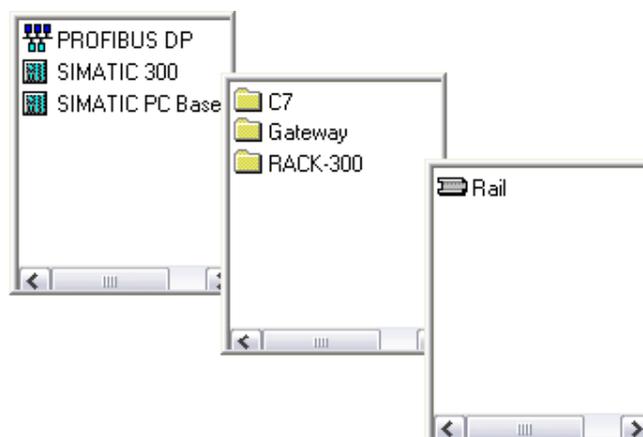


Рис. 9. Вид экранной формы для выбора стойки контроллера

Модули контроллера последовательно методом Drag&Drop (буксировкой) перетаскивают в появившуюся таблицу (образ стойки) (0) UR из каталога аппаратуры. При выделении модуля в каталоге место в стойке подсвечивается зеленым цветом (рис. 10).

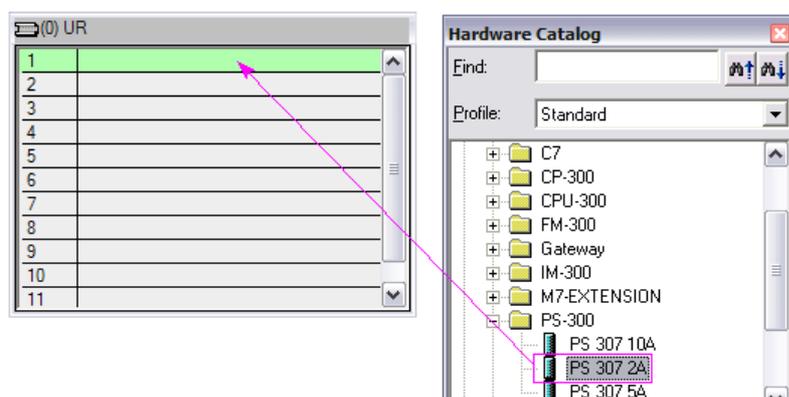


Рис. 10. Вид экранной формы для выбора модулей контроллера

При программировании расположение слотов в стойке контроллера должно быть строго определенным. Для контроллера S7-300 и стойки 0 допускается следующая комплектация слотов:

- слот 1 – только блок питания (например, 6ES7 307-...) или пустой блок;
- слот 2 – только блок центрального процессора (например, 6ES7 314-...);

- слот 3 – интерфейсный модуль (например, 6ES7 360-.../361-...) или пустой;
- слоты с 4 по 11 – сигнальные или функциональные модули, коммуникационные процессоры или пустые.

После конфигурирования стойки в нижней части экрана определяют параметры каждого модуля (пункт контекстного меню Object Properties). Экранная форма приведена на рис. 11.

Slot	Module	Order number	Firmw...	MPI addr...	I address	Q address	Comment
1	PS 307 2A	6ES7 307-1BA00-0AA0					
2	CPU 313C	6ES7 313-5BE01-0AB0	V2.0	2			
2.2	DI24/DO16				124...126	124...125	
2.3	AI5/AO2				752...761	752...755	
2.4	Count				768...783	768...783	
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

Рис. 11. Экранная форма при конфигурировании стойки

При наличии нескольких стоек в HW Config определяется конфигурация соединений и параметры данных соединений.

После того, как станция сконфигурирована и определены параметры модулей, необходимо сохранить конфигурацию вместе с компиляцией: меню Station – Save and Compile.

При необходимости и наличии подключения возможно конфигурацию загрузить в контроллер, используя команду PLC – Download.

После определения конфигурации станции в SIMATIC Manager в дереве проекта появляется ветвь CPU, который был выбран при конфигурировании. В меню доступна программа и конфигурация соединений станции (рис. 12). Программа S7 Program(1) (это имя присвоено по умолчанию) содержит блоки, источники кода на языках SCL и STL и таблицу глобальных символов.

Перед началом создания программы пользователю необходимо определить, на какие блоки нужно разделить выполнение общей задачи и как они будут взаимодействовать.

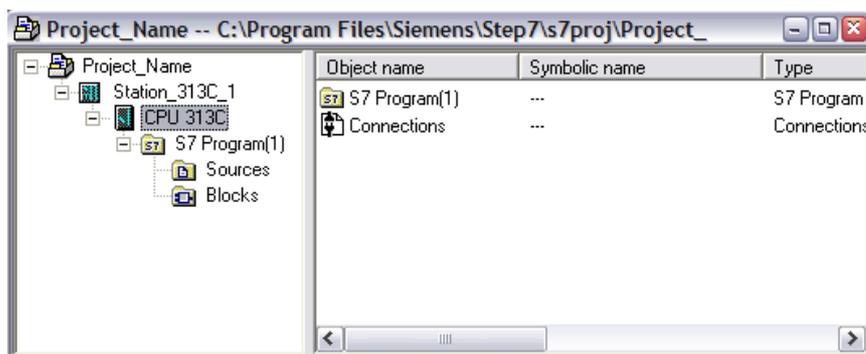


Рис. 12. Экранная форма проекта после конфигурирования станции

Изначально в блоках программы содержится только основной организационный блок OB1. Этот блок имеет наименьший приоритет, работает циклически. Как правило, на него возлагается функция вызова необходимых функций.

Прежде чем какой-либо блок будет создан, рекомендуется определить его имя в таблице символов Symbols. Определение символьных имен (символов) производится в Symbol Editor. В таблице символов определяются имена для следующих элементов программы:

- блоков программы: OB, FB, FC, DB;
- входов и выходов периферии: I, Q, PI, PQ;
- области битовой памяти – меркеры M;
- таймеры T и счетчики C.

Для вставки нового блока программы нужно в ветви Blocks вызвать контекстное меню и выбрать пункт Insert New Object – <тип создаваемого блока>. В появившемся окне свойств создаваемого блока на первой вкладке указываются имя блока STEP 7 (рекомендуется оставить по умолчанию), символьное имя (Symbolic Name – появится автоматически, если было определено в таблице символов), выбирается язык программирования. Помимо этой информации также можно определить версию, указать автора.

При создании блока данных DB обязательно указывают тип: глобальный (Shared) или экземплярный (Instance). Если блок экземплярный, тогда определяют и функциональный блок, для которого предназначен блок данных.

Операцию кодирования для функциональных и организационных блоков осуществляют в редакторе LAD/STL/FBD.

3. Методика выполнения работы

Необходимо составить программу для ПЛК SIMATIC S7-300, на аналоговый вход которого поступает унифицированный токовый сигнал. С помощью местного переключателя, подключенного к дискретному входу контроллера, возможно останавливать процесс измерения.

Программа контроллера должна обеспечить обработку сигнала от датчика для представления значения температуры в виде действительного числа. Отключение измерения подразумевает прекращение обработки входного сигнала контроллером.

В соответствии с примером, приведенном в разделе 2 данного методического пособия, создать в среде STEP 7 Professional проект программного обеспечения. Порядок выполнения задания следующий.

1. Создать проект в STEP 7, сохранить его под уникальным именем.

2. Сконфигурировать контроллер и задать параметры сигнальных модулей.

Для этого необходимо в HW Config открыть окно свойств аналоговых входов-выходов AI5/AO2 и на вкладке Inputs выбрать:

- temperature unit – Degrees;
- measurement type – для входов 0, 2, 3, 4 deactivated, а для входа 1* – current;
- measurement range для входа 1 – 4...20 mA.

3. В окне проекта в папке Blocks дважды щелкнуть на блоке OB1. После этого OB1 откроется в редакторе LAD/STL/FBD. Необходимо написать программу, которая осуществляет шкалирование входного сигнала. Формула для шкалирования сигнала приведена на рис. 13. В примере использован пирометр Термоскоп 200 с диапазоном измеряемых температур от –20 до +500 °С, имеющий унифицированный аналоговый токовый выходной сигнал 4...20 mA. Код блока на языках STEP 7 приведен в таблице.

* Активный вход выбирают по указанию преподавателя

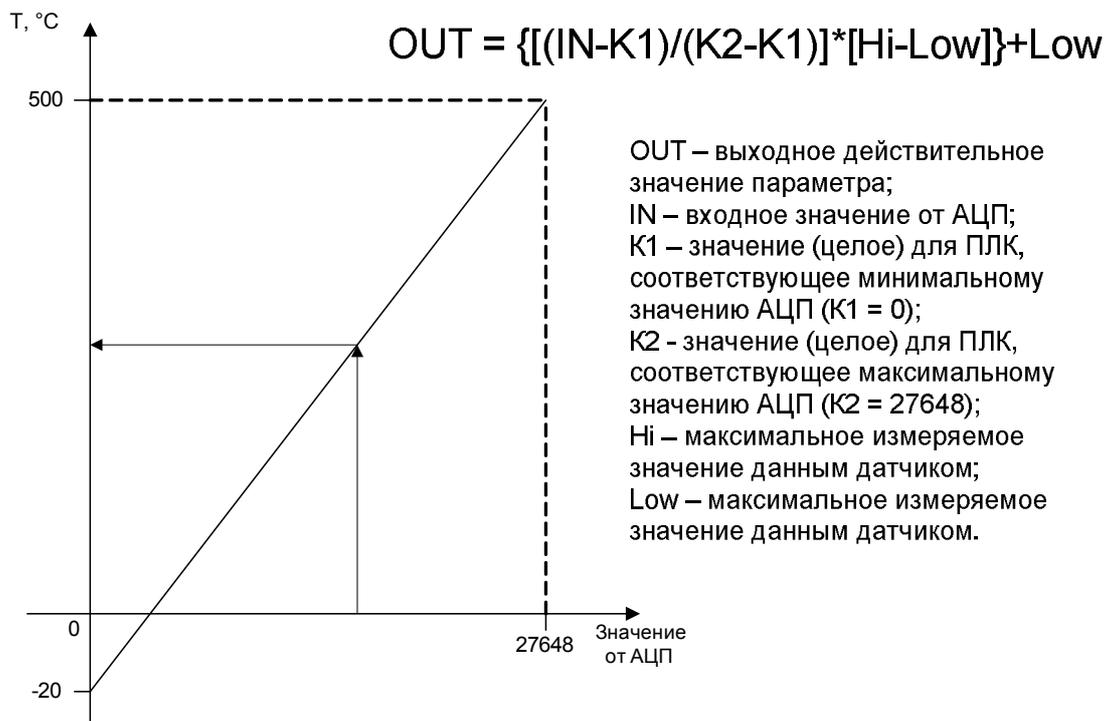


Рис. 13. Пример шкалирования сигнала для пирометра Термоскоп 200 с диапазоном измеряемых температур от -20 до +500 °С

Таблица

Код блока OB1 на трех языках

STL	LAD	FBD
A "DigitalInput" JCN LAB1		
L "AnalogInput_1" ITD T "var_DInt" NOP 0		
L "var_DInt" DTR T "var_BufferReal" NOP 0		

STL	LAD	FBD
<pre>L "var_BufferReal" L 2.764800e+004 /R T "var_BufferReal" NOP 0</pre>		
<pre>L "var_BufferReal" L 5.200000e+002 *R T "var_BufferReal" NOP 0</pre>		
<pre>L "var_BufferReal" L 2.000000e+001 -R T "Temperature" NOP 0</pre>		
<pre>LAB1: NOP 0</pre>		

4. После создания проекта программы необходимо загрузить ее в контроллер (в редакторе SIMATIC Manager выбрать пункт PLC – Download или выбрать соответствующую иконку) и проверить работоспособность программы. Фотография экрана при проверке работоспособности программы приведена на рис. 14.

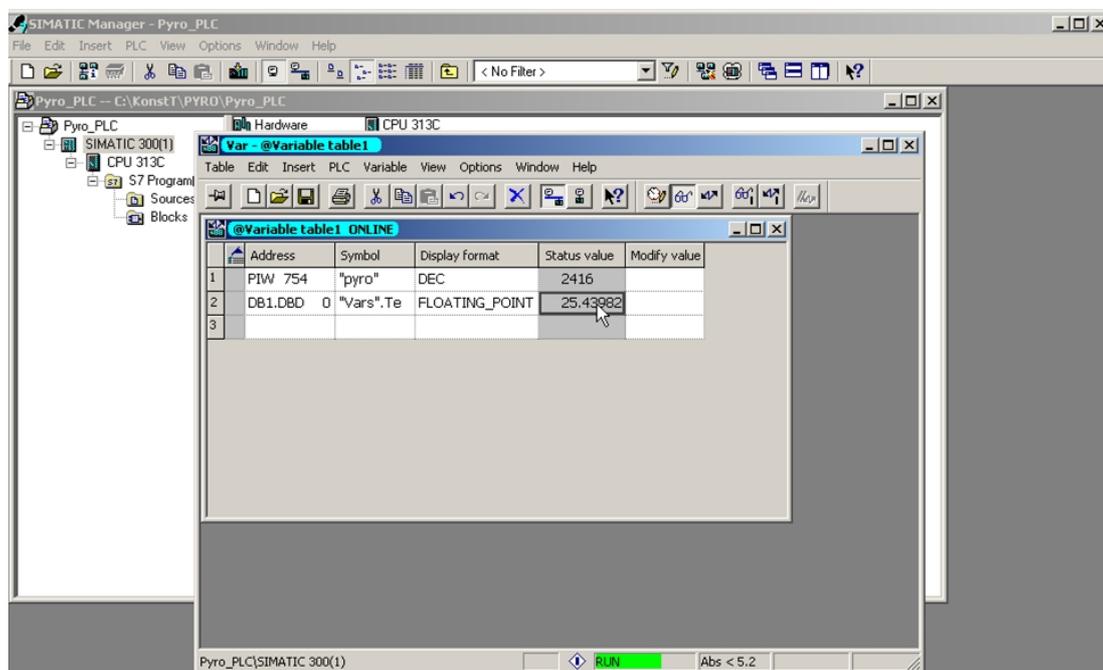


Рис. 14. Проверка работоспособности созданной программы

4. Подготовка отчета по лабораторной работе

Отчет по работе должен содержать цель работы, краткое описание задачи, параметры конфигурирования контроллера, код блоков программы. Также в отчет необходимо включить краткое описание основных этапов создания проекта с разработанными экранными формами и окон редакторов среды STEP 7.

Учебное издание

ИЗУЧЕНИЕ СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ КОНТРОЛЛЕРОВ ФИРМЫ SIEMENS STEP 7

Составители: Гольцев Владимир Арисович
Мичков Андрей Николаевич

Редактор О. В. Климова
Корректор О. В. Климова
Компьютерный набор авторский

Подписано в печать 19.01.2011 Формат 60x84 1/16.
Бумага писчая. Плоская печать. Усл. печ. л. 1,10.
Уч.-изд. л. 0,8.. Тираж 50 экз. Заказ _____

Редакционно-издательский отдел УрФУ
620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19
rio@mail.ustu.ru

Отпечатано в отделении полиграфии ИВТОБ УГТУ-УПИ
620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, ауд. И-120