Министерство образования и науки Российской Федерации

**Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)**

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

**Т.С. Камалиев, К.Ю. Созыкин, А.В. Долганов**

**ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС SIMATIC S7**

ПРАКТИКУМ

**Нижнекамск**

**2016**

**УДК 681.5**

**К 18**

Печатается по решению редакционно-издательского совета Нижнекамского химико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «КНИТУ».

**Рецензенты:**

**Кутузов А.Г.,** доктор технических наук, профессор,

директор ГБПОУ «Нижнекамский нефтехимический колледж»;

**Кондрашкин А.Г.,** эксперт по техническим вопросам

компании SIEMENS.

**Камалиев, Т.С.**

**К 18** Программно-аппаратный комплекс SIMATIC S7 : практикум / Т.С. Камалиев, К.Ю. Созыкин, А.В. Долганов. – Нижнекамск: Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2016. – 63 с.

Практикум предназначен для специалистов в области автоматизации производства и студентам старших курсов высших технических учебных заведений, обучающихся по направлениям бакалаврской подготовки 220700 «Автоматизация технологических процессов и производств» и 220400 «Управление в технических системах».

Подготовлен на кафедре «Автоматизация технологических процессов и производств» Нижнекамского химико-технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ».

**УДК 681.5**

© Камалиев Т.С., Созыкин К.Ю., Долганов А.В., 2016

© Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2016

**Содержание**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Введение** | | **4** |
|  | **Лабораторная работа №1.** Лабораторная установка на базе комплекса технических средств и системы управления фирмы «SIEMENS»**…………………………….………………** | **5** |
|  | **Лабораторная работа №2.** Создание проекта PCS 7 – первые шаги **………………………………………………………….….** | **10** |
|  | **Лабораторная работа №3.** Конфигурирование аппаратных средств. Корзина контроллера**.…………………………………** | **14** |
|  | **Лабораторная работа №4.** Конфигурирование аппаратных средств. Интеллектуальные полевые устройства с PROFIBUS-DP/PA**.…………………………………………..…** | **18** |
|  | **Лабораторная работа №5.** Конфигурирование станций и сети*.***…………………………………………………..…………..** | **25** |
|  | **Лабораторная работа №6.** Реализация базовых алгоритмов управления **………………………………………………………** | **32** |
|  | **Лабораторная работа №7.** Разработка визуализации процесса в WinCC**.…………………………………………..…** | **38** |
|  | **Лабораторная работа №8.** Настройка операторской станции**…………………………………………………………..** | **47** |
|  | **Лабораторная работа №9.** Алгоритм автоматизированного пуска установки**…………………………………………..……..** | **54** |
| **Литература……………………………………………………………** | | **59** |
| **Приложение 1…………………………………………………………** | | **60** |

# Введение

Сегодня трудно кого-нибудь удивить книгой по «компьютерной тематике». И это понятно, так как человечество уже не может существовать без компьютера. Тем не менее, существуют такие сферы человеческой деятельности и такие программные продукты, которые совершенно незаслуженно обделены вниманием и авторов, и книгоиздателей. Речь идет о человеке-операторе, контролирующем и управляющем какими-либо техническими процессами на производстве, в коммунальном хозяйстве, на транспорте и, соответственно, о программном обеспечении, предназначенном для создания интерфейса между оператором и контролируемым процессом.

Существует множество программно-аппаратных комплексов, но в данной пособие рассматривается SIMATIC S7, разработанный корпорацией Siemens. Сообщество людей во всем мире, использующих этот продукт в своей повседневной деятельности.

Это учебное пособие предназначено, в первую очередь, для читателя, который имеет возможность и желание изучить программно-аппаратных комплекс SIMATIC S7 либо под руководством преподавателя, либо самостоятельно, но обязательно путем кропотливой практической работы.

Необходимо подчеркнуть, что предлагаемое пособие нельзя рассматривать как некоторое дополнение к разнообразной документации по SIMATIC S7. Основная цель данного пособия: дать возможность читателю получить представление об SIMATIC S7 как о некотором целостном механизме для решения задач операторского взаимодействия с технологическим процессом с помощью его графического представления. Поэтому задания составлены таким образом, чтобы в итоге получилось некоторое работоспособное учебное приложение, предназначенное для изучения разнообразных возможностей SIMATIC S7 на примере конкретного технологического процесса.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Лабораторная установка на базе комплекса технических средств и системы управления фирмы «SIEMENS».

**Цель работы:**Ознакомиться с технической, аппаратной и программной оснащенностью лабораторной установки.

## Содержание работы:

1. Ознакомиться с перечнем технологического оборудования лабораторной установки.
2. Ознакомиться с комплексом технических средств (датчиков, исполнительных механизмов и т.д.), модульной конструкцией системы управления на базе контроллера SIMATIC S7-400, перечнем и типами входных/выходных сигналов.
3. Ознакомиться с программными компонентами и модулями среды разработки SIMATIC PCS 7.
4. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
5. Подготовить отчет.

## Перечень технологического оборудования лабораторной установки.

В качестве объекта автоматизации выступает колонна насадочного типа, куб которой оснащен трубчатым электронагревателем (ТЭНом) мощностью 6 кВт (рис. 1). Технологическое оборудование включает в себя: выносной кипятильник, дефлегматор и флегмовую ёмкость. Полевое оборудование монтируется на установке по месту.

Исходная смесь поступает в колонну 10 по линии подачи питания 2 через запорную арматуру 1. Внутри установки жидкость, двигаясь сквозь слои насадки, достигает куба, в котором установлен ТЭН 19, предназначенный для поддержания оптимального уровня путем испарения накапливающейся жидкости.

При необходимости в работу включается выносной кипятильник 13, оснащенный ТЭНом мощностью 2 кВт. Полученный пар, поднимаясь вверх по колонне и проходя сквозь насадочные слои, поступает в дефлегматор 11, откуда, сконденсировавшись, попадает во флегмовую ёмкость 12. Подача флегмы на орошение колонны осуществляется посредством насоса 7 через регулирующий клапан 16.

**Рис. 1**. Принципиальная схема установки.

## Комплекс технических средств.

Среди параметров процесса, которые подлежат контролю и управлению, можно выделить следующие:

* температурный профиль по высоте колонны;
* давление верха и уровень в кубе колонны;
* перепад давления по высоте колонны;
* температура и уровень во флегмовой ёмкости;
* расход хладагента в дефлегматор
* расход флегмы в колонну.

Для измерения вышеуказанных величин используется комплекс технических средств со следующими характеристиками:

* Термометр сопротивления ТСМУ Метран-274. Выходной сигнал: 4-20 мА. Диапазон измерений: 0…180 ºС. Используется для измерения температурного профиля по высоте колонны.
* Термопреобразователь SITRANS TH400 PA. Выходной сигнал: цифровой сигнал PROFIBUS PA. Диапазон преобразуемых температур: 0…100 ºС. Применяется для измерения температуры жидкости во флегмовой емкости.
* Датчик избыточного давления SITRANS P DS III. Выходной сигнал: цифровой сигнал PROFIBUS PA. Максимально допустимый предел измерения: 16 бар. Используется для контроля давления верха колонны.
* Датчик разности давления SITRANS P250. Выходной сигнал: 4-20 мА. Интервал измерения: 0…0.6 бар. Используется для измерения уровня в кубе колонны.
* Датчик разности давления Метран-100-ДД. Выходной сигнал: 4-20 мА. Верхний предел измерения: 10 кПа. Применяется для измерения перепада давления по высоте колонны, уровней в кипятильнике и во флегмовой ёмкости.
* Кориолисовый массовый расходомер SITRANS F C MASSFLO MASS 6000. Выходной сигнал: цифровой сигнал PROFIBUS PA. Максимальное значение расхода: 5600 кг/ч. Используется для измерения расхода флегмы в колонну.
* Электромагнитный преобразователь расхода ПРЭМ-3. Выходной сигнал: 4-20 мА. Максимальное значение расхода: 12 м/ч. Используется для измерения расхода расход хладагента в дефлегматор.
* В качестве исполнительных механизмов в одноконтурных системах регулирования расхода применяются электроприводы МЭОФ с электрическим пускателем ПБР-2М и блоком сигнализации положения БСПТ. Электрическое питание: 220V 50 Hz.

## Архитектура системы управления SIMATIC PCS 7.

Система автоматизации объекта построена на базе распределенной системы управления SIMATIC PCS 7 фирмы SIEMENS. Она предоставляет широкий выбор аппаратных средств, программного обеспечения, инструментов разработки, конфигурирования и диагностики для автоматизации промышленных процессов и управления. Типовая конфигурация системы представлена на рис. 2.

ES означает Engineering Station (инженерная станция), OS – Operator Station (операторская станция), а AS – Automation Station (станция автоматизации - контроллер).

Станция автоматизации, в общем случае может состоять из следующих модулей:

* источника питания (PS – Power Supply),
* центрального процессора (CPU – Central Processing Unit),
* коммуникационного процессора для процессной шины (CP для Ethernet) (необязательно),
* коммуникационного процессора для полевой шины (CP для PROFIBUS DP) (необязательно),
* модулей входов и выходов (необязательно).

**Рис. 2**. Типовая конфигурация PCS 7.

## Аппаратная платформа.

Аппаратная платформа реализована на базе контроллера SIMATIC S7-400 фирмы SIEMENS и включает в себя следующие основные компоненты:

* Блок (корзину) контроллера, состоящий из блока питания PS 407, модуля центрального процессора CPU 414-3 и коммуникационного процессора CP 443-1, обеспечивающего возможность подключения ПЛК к сети Industrial Ethernet.
* Станцию распределенной периферии SIMATIC ET 200M, использующую в своем составе интерфейсный модуль IM 153-2 и целый ряд сигнальный модулей аналогового (SM 331 и SM 332) и дискретного (SM 321 и SM 322).
* Модуль связи DP/PA coupler FDC 157-0, реализующий переход между интерфейсами PROFIBUS DP и PROFIBUS PA, к которому подключены полевые устройства.

## Программные компоненты SIMATIC PCS 7.

Разработка и модификация проекта ведется на инженерных рабочих станциях, где установлены инженерные утилиты пакета PCS 7 и имеется коммуникационный доступ к станциям автоматизации и операторским станциям. В состав инженерной станции PCS 7 входят следующие мощные инструменты для проектирования и разработки:

* SIMATIC Manager: используется в процессе создания проекта, его диагностики а так де для проектирования и реализации алгоритмов управления технологическим процессом.
* HW Config: Hardware Configuration – среда для конфигурирования аппаратного обеспечения.
* NetPro: утилита, позволяющая проектировать коммуникации между компонентами системы управления.
* Сonfiguration Console (консоль конфигурирования): служит для изменения настроек сетевых карт РС.
* Station Configurator (конфигуратор станции или конфигуратор компонент): показывает фактическую конфигурацию РС для системы PCS 7 и позволяет ее изменять (создавать).
* SIMATIC NET: SIMATIC NET – это платформа для конфигурирования сетевых компонент. NetPro, Configuration Console и Station Configurator являются интерфейсами SIMATIC NET.
* WinCC: Windows Control Center (Управляющий центр Windows) – отвечает интерфейс за человеко-машинный интерфейс оператора PCS 7 и визуализацию.

## Контрольные вопросы

1. Что является объектом автоматизации в данном лабораторном комплексе?
2. Перечислите основные технологические параметры процесса, которые подлежат контролю и управлению. Какие технические средства для этого используются?
3. Какие аппаратные компоненты входят в состав системы управления данной лабораторной установкой? Перечислите минимально возможный набор модулей, необходимый для построения системы автоматизации.
4. Какие утилиты используются при разработке системы управления на инженерных станциях?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. Создание проекта PCS 7 – первые шаги.

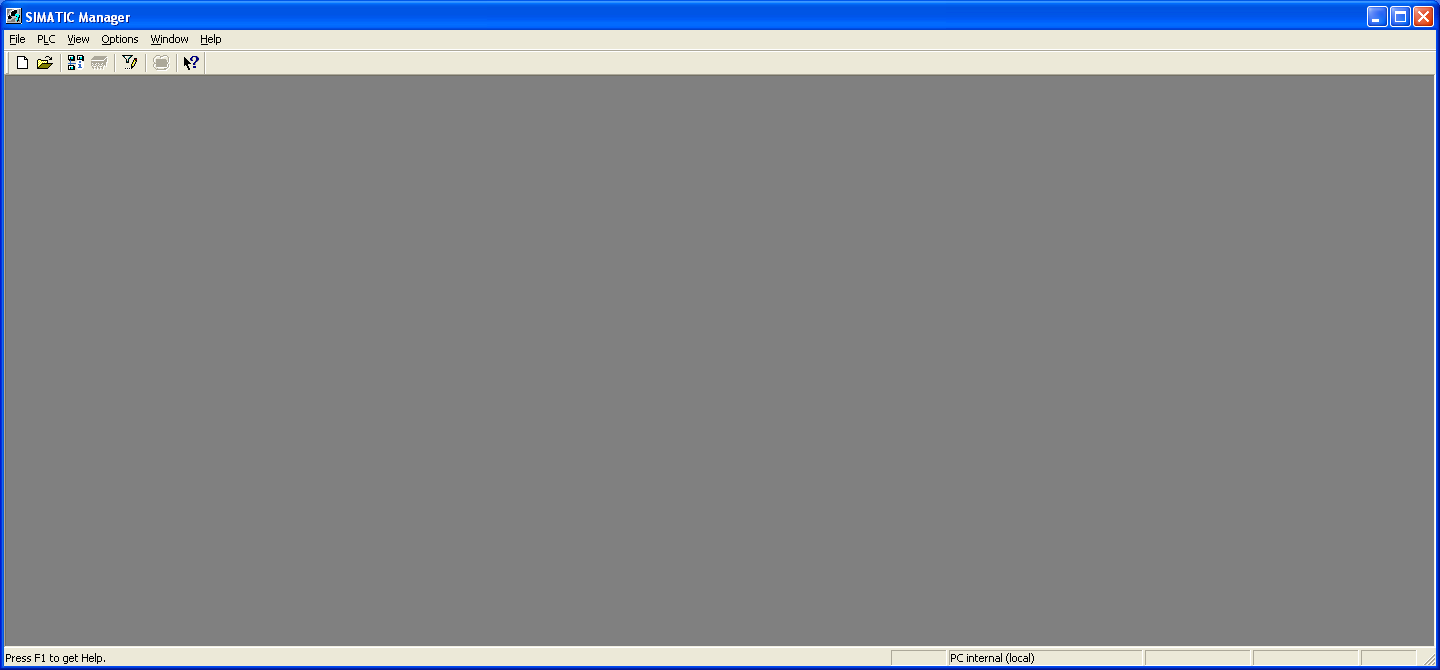
**Цель работы:**Создать первый проект в среде разработки SIMATIC PCS 7.

## Содержание работы:

1. Ознакомиться с основным приложением PCS 7 — SIMATIC Manager.
2. Создать собственный мультипроект и отдельный проект в нем.
3. Ознакомиться со структурой и иерархией проекта.
4. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
5. Подготовить отчет.

## SIMATIC Manager.

SIMATIC Manager – это основная программа в пакете SIMATIC PCS 7. Из нее можно получить доступ к другим утилитам, а также производить различные действия (копирование, удаление, перемещение) над объектами процесса (программными блоками, аппаратными модулями, схемами визуализации).

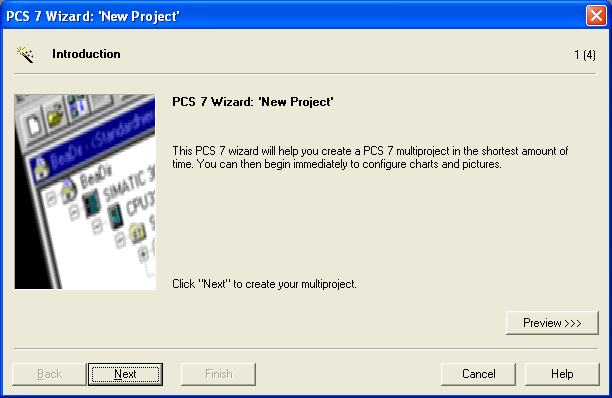


**Рис. 3**. Главное окно SIMATIC Manager.

Существует 2 способа запуска утилиты SIMATIC Manager: из главного меню Windows (Пуск > SIMATIC > SIMATIC Manager), либо с рабочего стола (двойной щелчок ЛКМ на значке SIMATIC Manager). При запуске программы откроется основное окно (рис. 3).

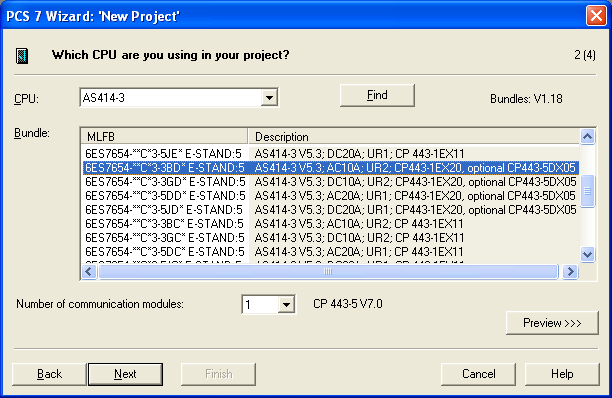
С помощью пункта File > New… можно создать отдельный проект, библиотеку или мультипроект. Мультипроект может содержать в себе несколько простых проектов и библиотек. Такой подход удобен, например, при создании сложных систем управления группой специалистов.

При создании проекта в PCS 7 рекомендуется использовать опцию New Project > Wizard. Этот программа-мастер для создания проектов (Wizard). Благодаря ней формируется типовая структура проекта, которая сразу пригодна для начала разработки.

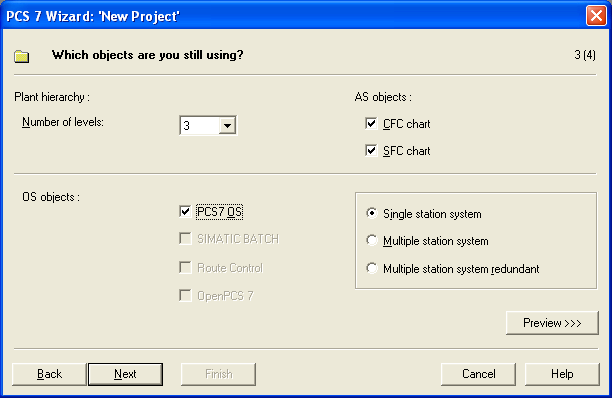


**Рис. 4**. Мастер создания нового проекта (Wizard).

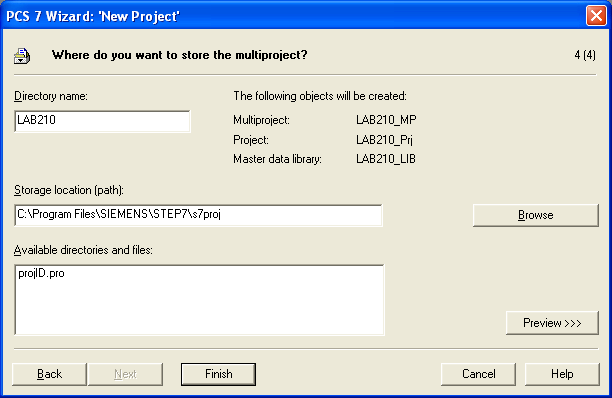
В первую очередь при созидании мультипроекта, необходимо указать тип центрального процессора (рис. 5). Так же следует обратить внимание на тип блока питания и рейки. После этого следует указать количество уровней иерархии и тип операторской станции (рис. 6). В последнем окне указывается каталог хранения проекта и его имя (рис.7).



**Рис. 5**. Окно выбора типа центрального процессора.

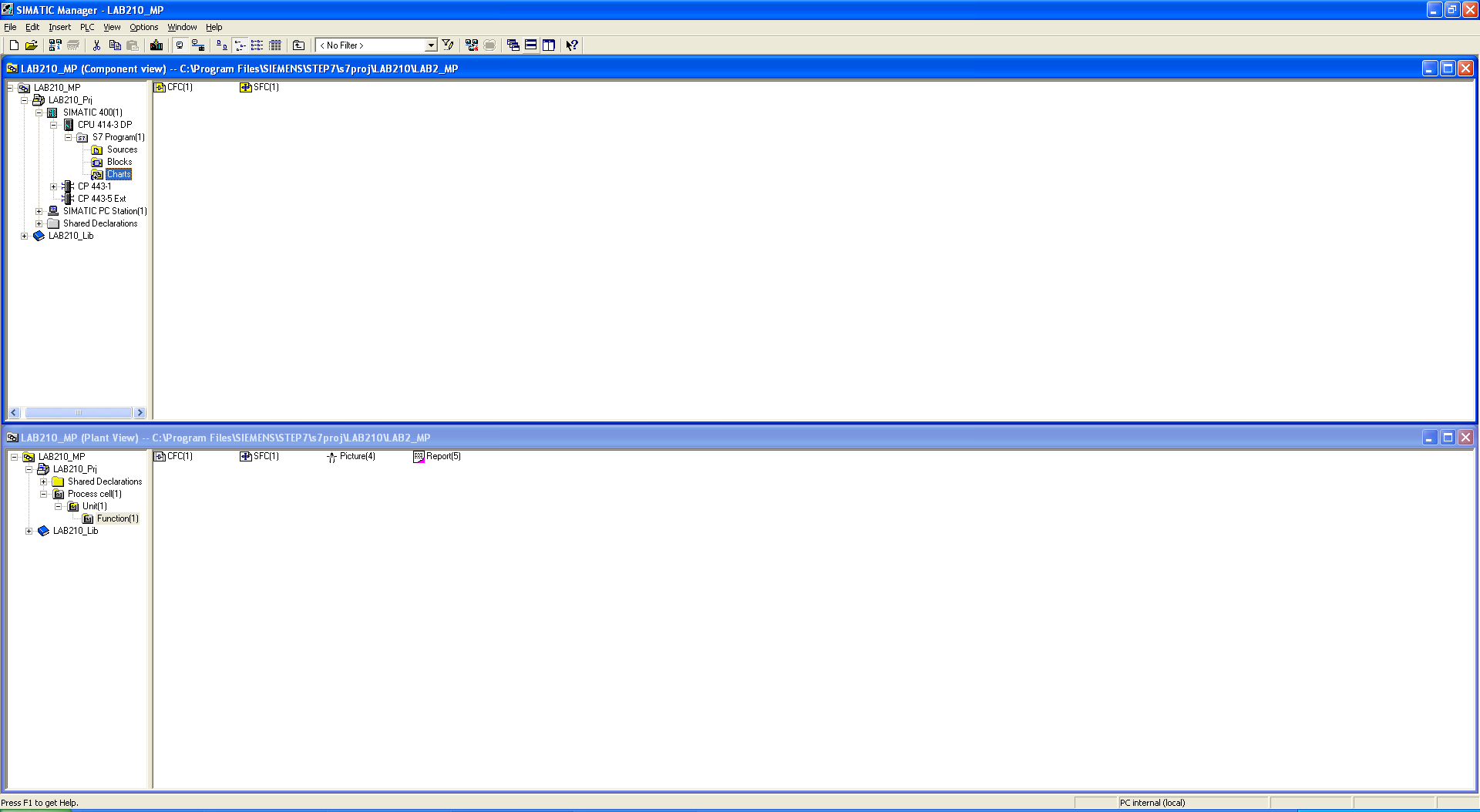


**Рис. 6**. Окно настройки иерархии проекта.



**Рис. 7**.Окно выбора рабочего каталога проекта.

Опция New Project > Wizard создаст мультипроект с типовой конфигурацией (рис. 8), которая включает в себя станцию автоматизации (AS), станцию оператора (OS), а так же библиотеку для хранения различных шаблонных алгоритмов и решений.



**Рис. 8**. Типовой проект PCS 7.

При необходимости, проект подобной структуры можно создать без применения программы-мастера, «вручную», воспользовавшись пунктом меню File > New… . В этом случае будет создан пустой проект. Для добавления нужного компонента (AS, OS и т.д.) в систему следует воспользоваться пунктом контекстного меню Insert New Object (ПКМ по имени проекта).

## Контрольные вопросы

1. Что такое SIMATIC MANAGER?
2. Каковы его основные функции?
3. Опишите способы создания проекта в среде SIMATIC PCS 7.
4. Опишите состав и структуру типового проекта.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. Конфигурирование аппаратных средств. Корзина контроллера.

**Цель работы**:Сконфигурировать в среде разработки SIMATIC PCS 7 модули, входящие в состав корзины контроллера и распределенной периферии.

## Содержание работы:

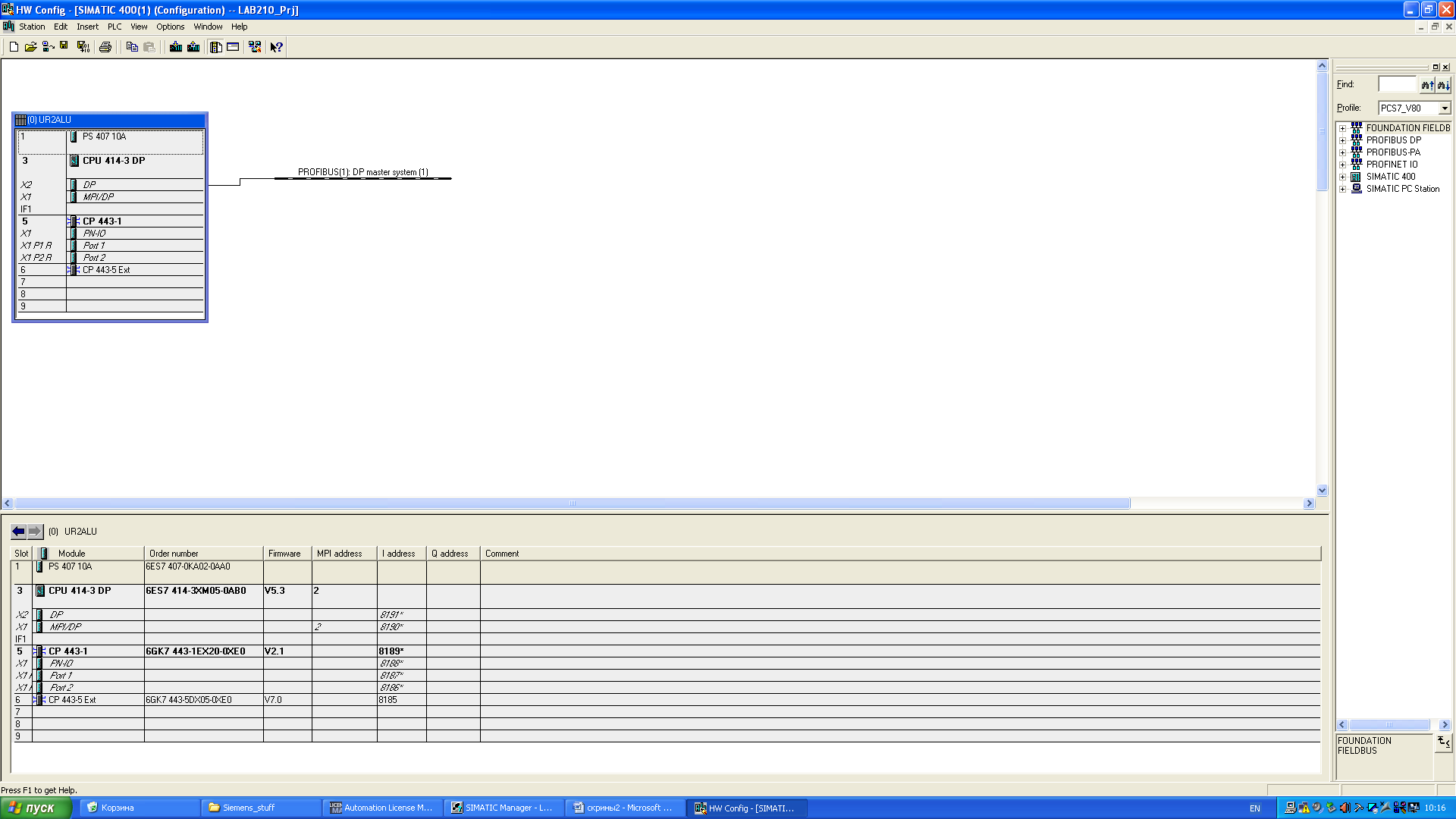
1. Ознакомиться с утилитой HW Config.
2. Сконфигурировать модули, входящих в состав корзины контроллера.
3. Сконфигурировать интерфейсные и сигнальные модули, входящие в состав распределенной периферии.
4. Загрузить аппаратную конфигурацию в контроллер.
5. Провести диагностику работоспособности системы.
6. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
7. Подготовить отчет

## Аппаратное конфигурирование в HW Config.

После создания проекта необходимо приступить к конфигурированию аппаратной части системы управления. Для этих целей в SIMATIC PCS 7 используется специальная утилита HW Config.

Для запуска HW Config воспользуйтесь соответствующим значком  в разделе AS станции. В открывшемся окне отобразится структура оборудования системы, включающая на данный момент только стойку контроллера с соответствующим набором модулей.

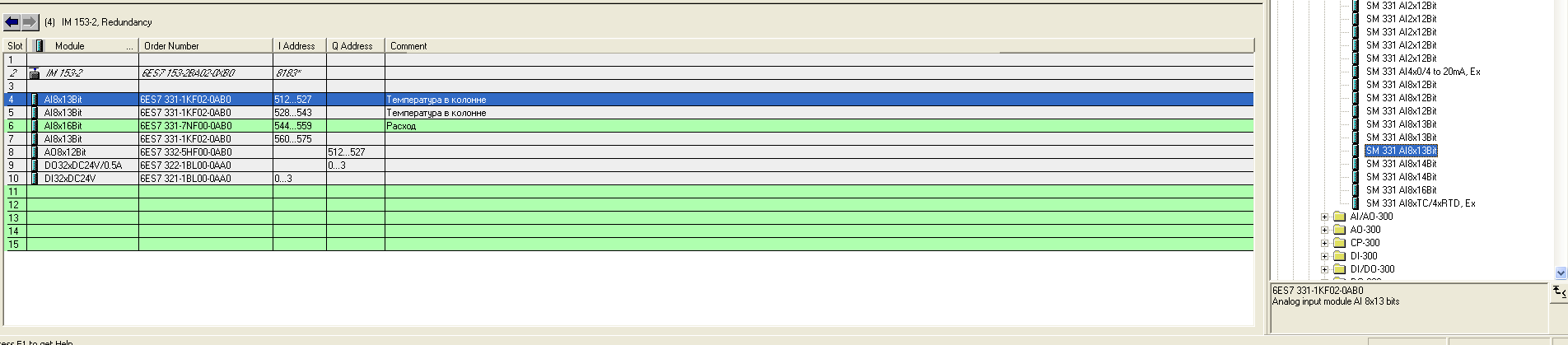
Теперь аппаратную конфигурацию необходимо дополнить элементами корзины распределенной периферии, включающей в свой состав интерфейсный модуль и ряд сигнальных модулей. Начинать конфигурирование необходимо с интерфейсного модуля ET–200М. Для этого в каталоге оборудования, расположенном в правой части текущего окна (рис. 9), следует выбрать соответствующий модуль. Либо воспользоваться строкой поиска, введя серийный номер элемента 153-2BA02-0XB0. Затем необходимо поместить этот модуль на шину PROFIBUS DP(1).



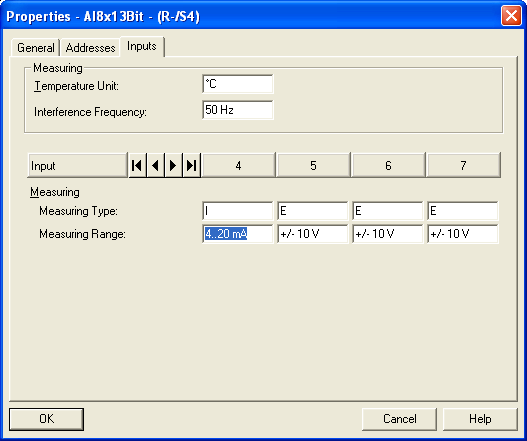
**Рис. 9**. Главное окно HW Config.

Следующий шаг – добавление сигнальных модулей в корзину распределенной периферии, производится аналогичным образом: нужно найти необходимый модуль в каталоге и добавить его в соответствующий слот корзины. На рис. 10 представлена полностью сконфигурированная корзина распределенной периферии данного лабораторного комплекса.

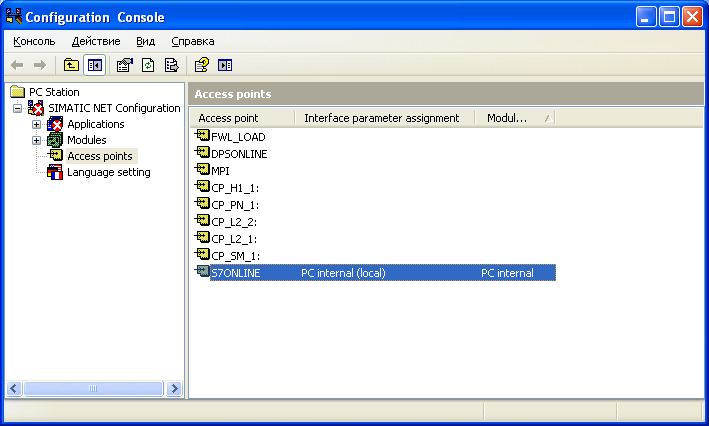
Настроить тип сигнала можно в свойствах (Properties) модуля во вкладке входных/выходных сигналов (Inputs/Outputs). На всех активных каналах аналоговых модулей ввода/вывода следует указать унифицированный токовый сигнал (I) 4–20 мA (рис 11).



**Рис. 10**. Сконфигурированная корзина распределенной периферии.



**Рис. 11**. Конфигурирование каналов входного аналогового модуля.



**Рис. 12**. Утилита SIMATIC NET Configuration Console.

Перед загрузкой аппаратной конфигурации необходимо настроить коммуникации между станцией автоматизации (AS) и станцией инженера (ES). Для этого воспользуемся консолью для конфигурации (Configuration Console), входящей в состав утилиты SIMATIC NET (рис. 12). Запустить консоль можно из окна SIMATIC Manager или при помощи пункта меню Windows (Пуск > SIMATIC > SIMATIC NET > Configuration Console). В открывшемся окне, в разделе Access points, указывается точка доступа, через которую будет производиться обмен данными. В нашем случае выбираем PC internal (local) – это означает, что будет использоваться точка доступа, указанная в Station configuration editor, т.е. Industrial Ethernet.

После этого следует произвести компиляцию  и загрузку  аппаратной конфигурации в контроллер, воспользовавшись соответствующими пиктограммами на панели инструментов. В процессе загрузки откроется диалоговое окно, в котором необходимо будет указать имеющийся контроллер. По окончанию загрузки конфигурации светодиодные индикаторы должны светиться зеленым цветом, что означает, что процесс загрузки выполнен успешно. В случае возникновения неполадок следует проверить правильность заданного MAC-адреса контроллера, который указан на его корпусе.

## Контрольные вопросы

1. Каково основное назначение утилиты HW Config?
2. Какие типы модули ввода/вывода используются в данном лабораторном комплексе?
3. Каким образом конфигурируются каналы модулей ввода/вывода?
4. Каково основное назначение конфигурационной консоли утилиты SIMATIC Net?
5. Каким образом конфигурируется точка доступа в текущем проекте?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. Конфигурирование аппаратных средств. Интеллектуальные полевые устройства с PROFIBUS-DP/PA.

**Цель работы:**Сконфигурировать в среде разработки SIMATIC PCS 7 полевые устройства, осуществляющие передачу данных по цифровой шине PROFIBUS-DP/PA.

## Содержание работы:

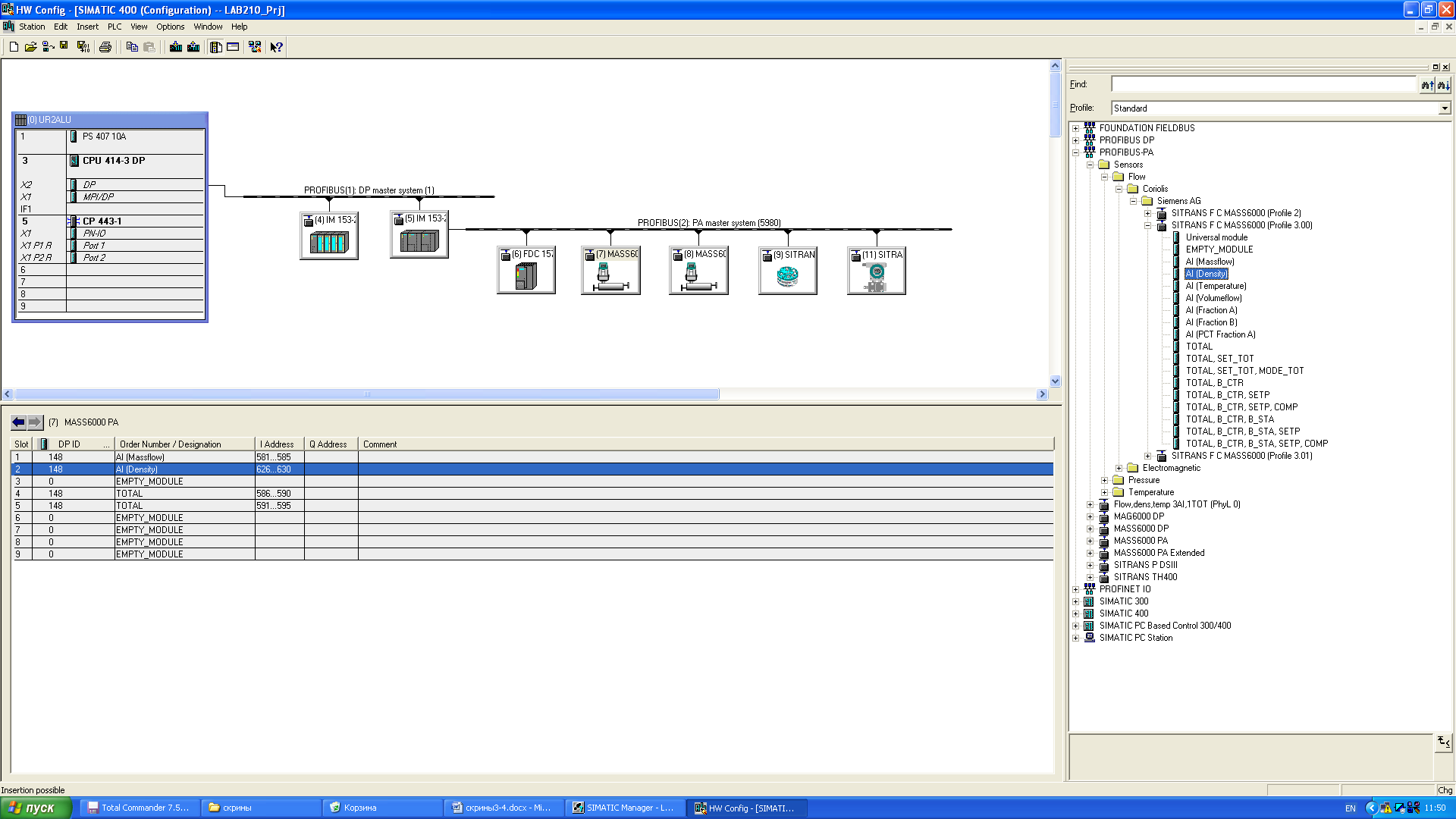
1. Сконфигурировать цифровые сети PROFIBUS-DP/PA.
2. Сконфигурировать кориолисовые расходомеры, датчики температуры и давления, подключенные к цифровой сети PROFIBUS-PA.
3. Загрузить аппаратную конфигурацию в контроллер.
4. Произвести настройку датчиков, используя программный пакет SIMATIC PDM.
5. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
6. Подготовить отчет.

## Конфигурирование интеллектуальных полевых устройств по шине PROFIBUS-DP/PA.

В первую очередь аппаратную конфигурацию необходимо дополнить следующими компонентами:

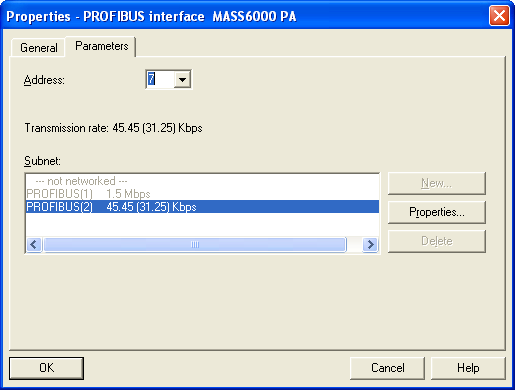
1. Интерфейсным модулем **IM 153-2** для подключения станции ET 200M к сети PROFIBUS DP с электрическими (RS 485) каналами связи и выполнения функций стандартного ведомого устройства.
2. Модулем **FDC 157-0**, который служит преобразователем PROFIBUS-DP в PROFIBUS-PA (протокол, используемый в тех случаях, когда имеются особые требования к безопасности, например, во взрывоопасных зонах).

Порядок действий по добавлению данных элементов в конфигурацию системы аналогичен добавлению сигнальных модулей в лабораторной работе №3: по указанному серийному номеру выполняется поиск устройства в каталоге аппаратного обеспечения, и затем найденный прибор «перетаскивается» на шину PROFIBUS-DP. При этом у каждого элемента задается адрес устройства на шине (рис. 14). Для IM 153-2 и FDC 157-0 – это адреса 5 и 6, соответственно.



**Рис. 13**. Сконфигурированная PROFIBUS-DP/PA сеть и приборы.

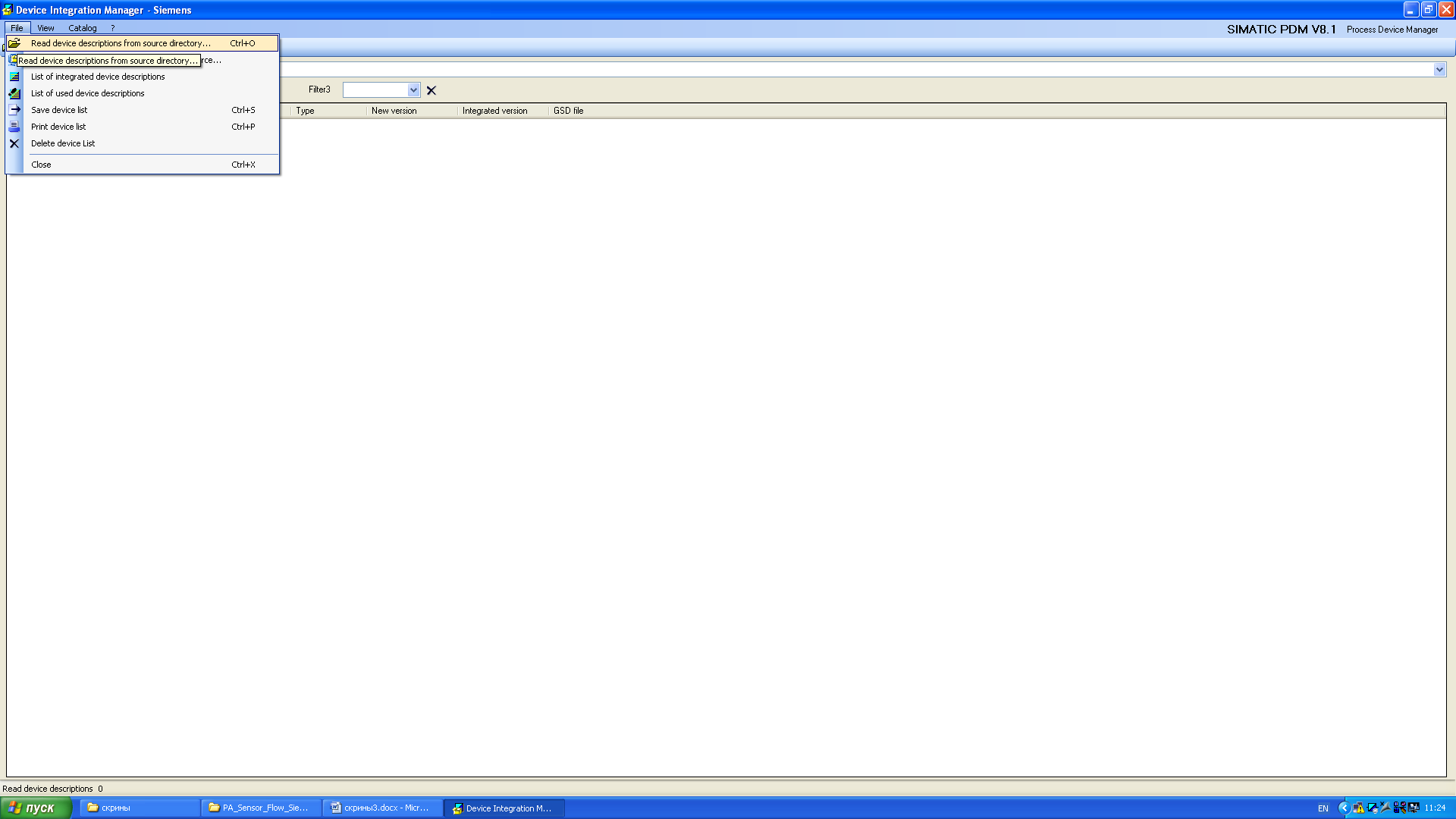
В случае отсутствия нужных приборов в каталоге аппаратного обеспечения HW Config, необходимо добавить электронное описание соответствующих устройств. Добавление файлов электронного описания приборов (EDD-файлов) производится с помощью утилиты Device Integration Manager пакета SIMATIC PDM, запустить который можно через меню Windows (Пуск > SIMATIC PDM).



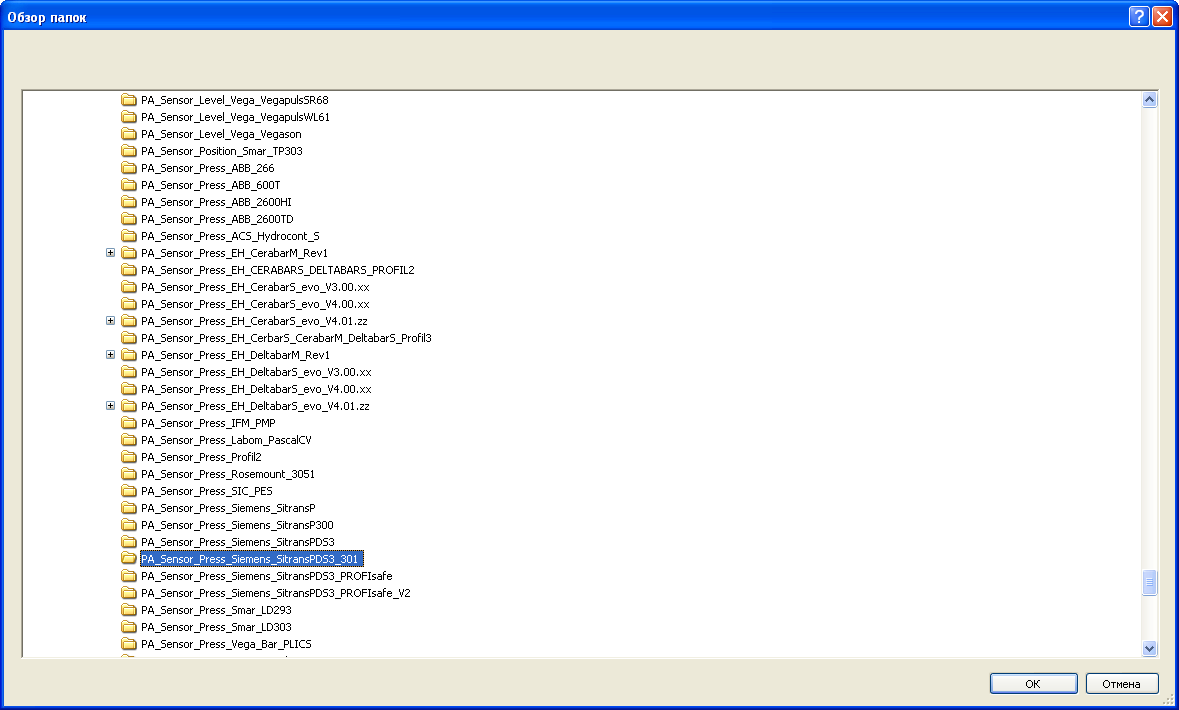
**Рис. 14.** Окно настройки адреса и подсети PROFIBUS-PA.

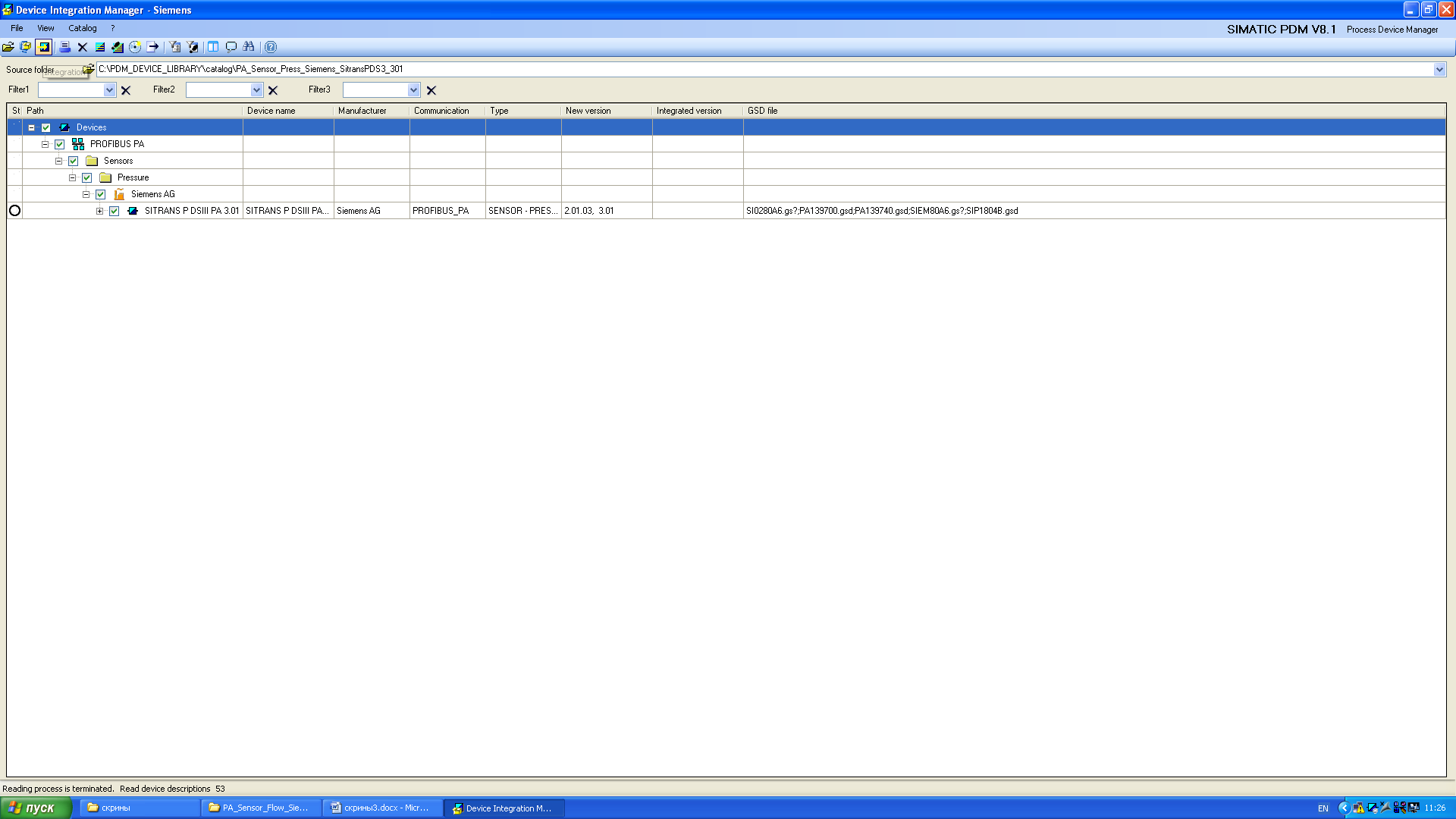
Пакет SIMATIC PDM включает в свой состав набор инструментальных средств, позволяющих производить конфигурирование широкого спектра интеллектуальных устройств полевого уровня различных производителей. SIMATIC PDM поставляется в двух вариантах: в виде самостоятельного пакета, работающего под управлением ОС Windows, либо в виде опционального инструментального средства, интегрируемого в среду STEP 7. Второй вариант позволяет включать пакет SIMATIC PDM в состав среды разработки SIMATIC PCS 7. SIMATIC PDM поддерживает функции маршрутизации, что позволяет устанавливать его на инженерную станцию и обеспечивать связь со всеми сетевыми устройствами полевого уровня.

Для добавления описания нового прибора в появившимся окне Device Integration Manager следует выбрать пункт главного меню File > Read device from source directory (рис. 15) и указать директорию, где хранятся конфигурационные файлы нужного прибора (например, датчика избыточного давления SITRANS P DS III на рис. 16). Для интеграции прибора в проект следует воспользоваться соответствующей пиктограммой.

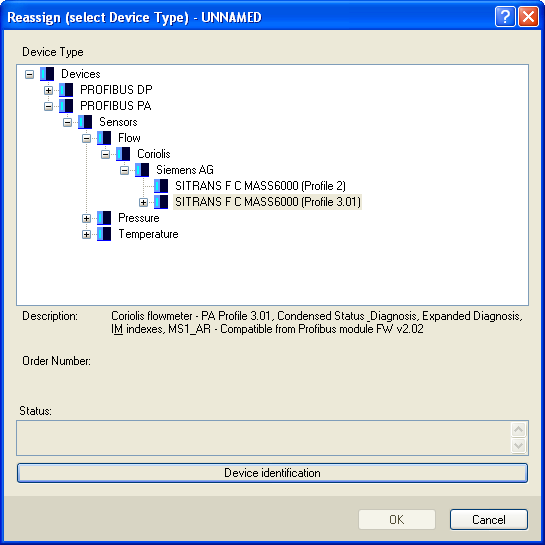


**Рис. 15**. Device Integration Manager.

**Рис. 16**. Проводник для выбора конфигурационных файлов.



**Рис. 17**. Интегрированный в SIMATIC PDM прибор.

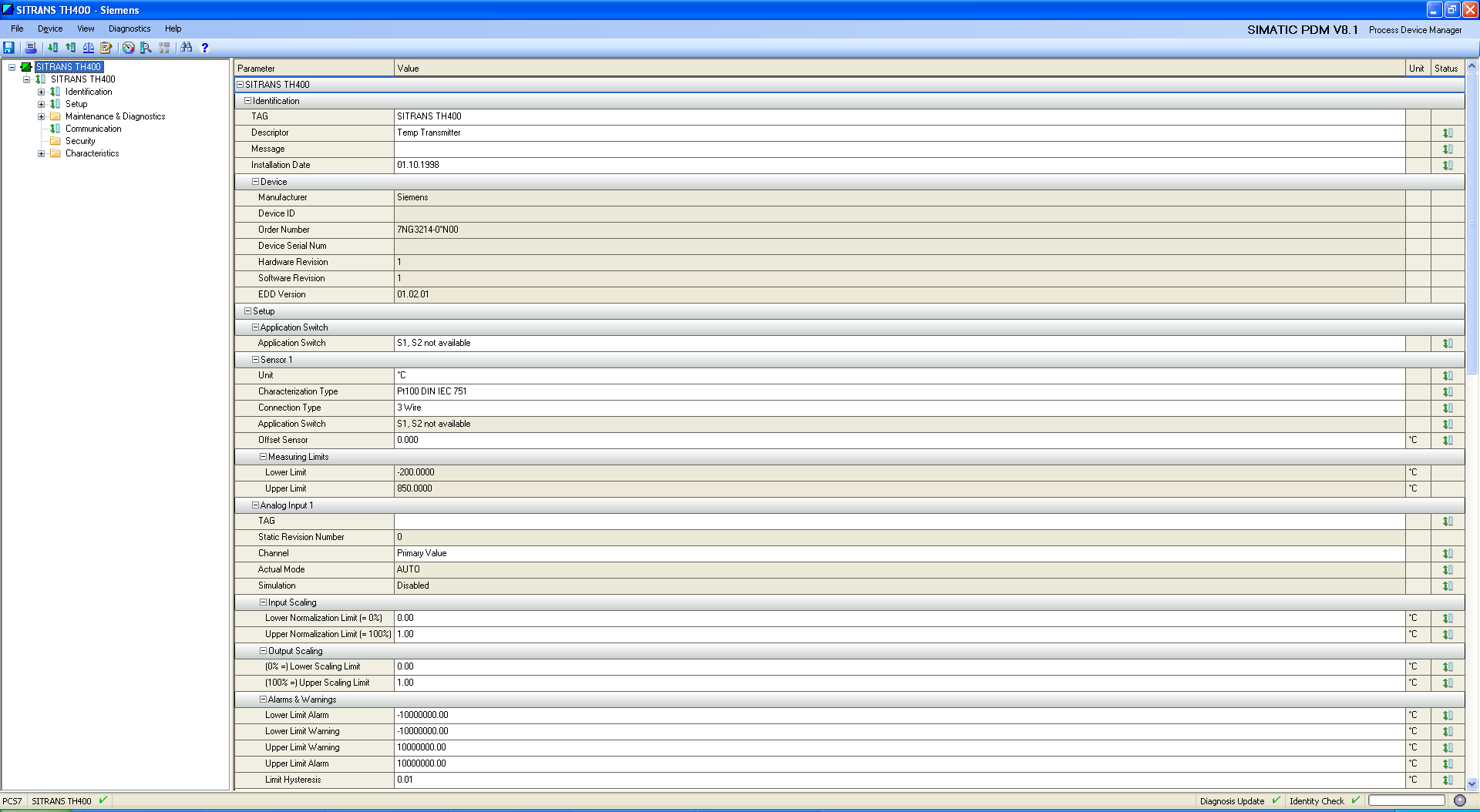


**Рис. 18**. Окно выбора модели прибора.

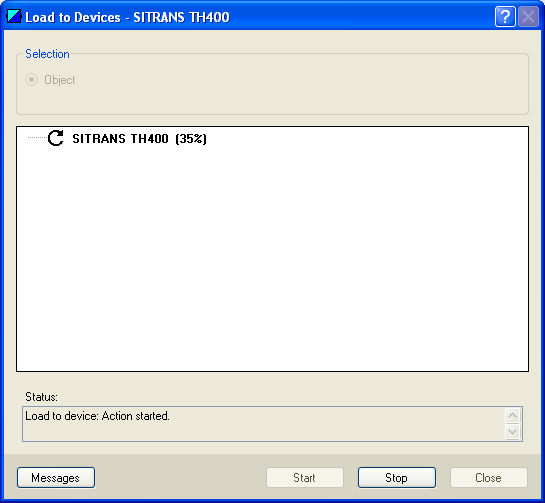
В конфигурацию следует добавить: термопреобразователь SITRANS TH400 PA, расходомеры SITRANS F C MASSFLO MASS 6000 (2 шт.) и датчик давления SITRANS P DS III.

Для начала настройки прибора в SIMATIC PDM достаточно щелкнуть 2 раза на его пиктограмме (рис. 18). При первом запуске потребуется уточнить модель прибора: в некоторых случаях достаточно воспользоваться функцией автоопределения (Device identification), в оставшихся – это необходимо сделать вручную.

На рис. 19 представлен интерфейс SIMATIC PDM с открытой конфигурацией SITRANS TH400 PA. Интерфейс программы позволяет произвести тонкую настройку прибора: указать единицы и диапазон измерений и сигнализации, выполнить настройку нуля, выбрать язык отображения информации. Вам предлагается самостоятельно изучить и разобраться с возможностями SIMATIC PDM, настроить и выполнить загрузку новой конфигурации в прибор (Load to device).

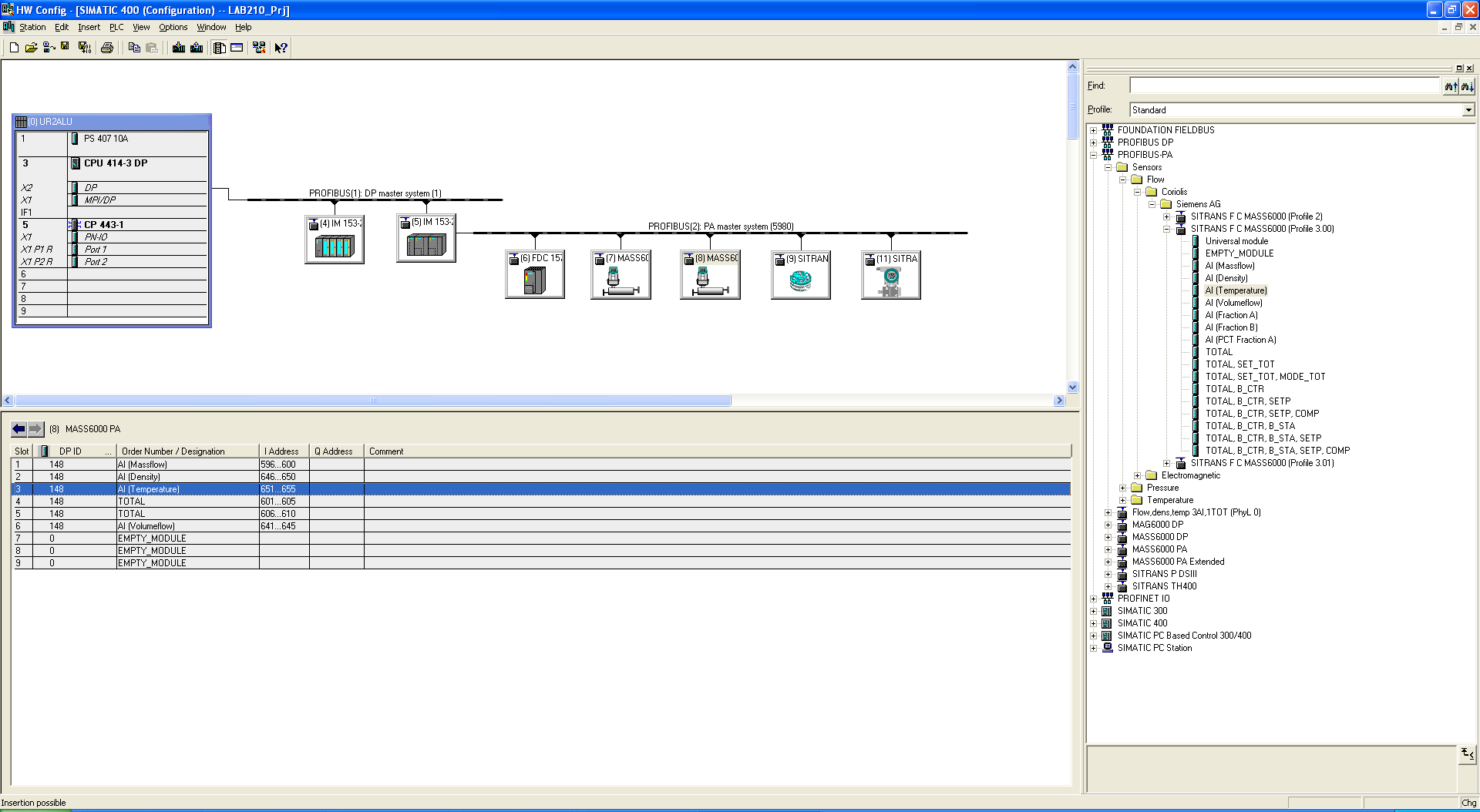


**Рис. 19**. Интерфейс SIMATIC PDM.



**Рис. 20**. Загрузка конфигурации из SIMATIC PDM

в прибор SITRANS TH400 PA.



**Рис. 21**. Дополнительная настройка SITRANS F C MASSFLO MASS 6000.

SITRANS F C MASSFLO MASS 6000 потребует дополнительной настройки. Поскольку это многопараметрический прибор, который помимо непосредственно массового расхода измеряет ряд дополнительных параметров, необходимо будет явно указать требуемые величины, установив их в соответствующие слоты (рис. 21).

## Контрольные вопросы

1. Каков порядок добавления прибора на шину PROFIBUS-PA?
2. Какие приборы подключались по шине PROFIBUS-PA и использовались при создании данного проекта?
3. Перечислите основные функции пакета SIMATIC PDM.
4. Какие параметры Вы изменяли у приборов в ходе их настройки через SIMATIC PDM?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. Конфигурирование станций и сети*.*

**Цель работы:**Произвести конфигурирование станции оператора и установить соединение с аппаратной частью.

## Содержание работы:

1. Сконфигурировать операторскую станцию в HW Config.
2. Осуществить загрузку станции оператора (OS).
3. Ознакомиться с утилитой NetPro.
4. Установить соединение операторской станции с контроллером.
5. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
6. Подготовить отчет.

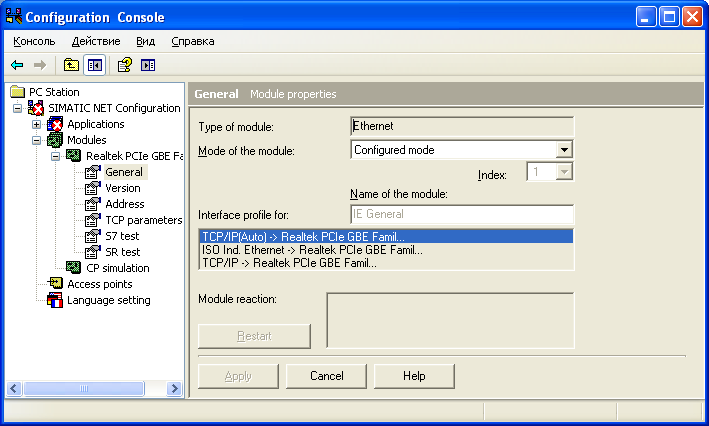
В данной работе приводится описание того, как нужно конфигурировать однопользовательскую OS при разработке проекта, чтобы она могла проводить коммуникации с системой автоматизации.

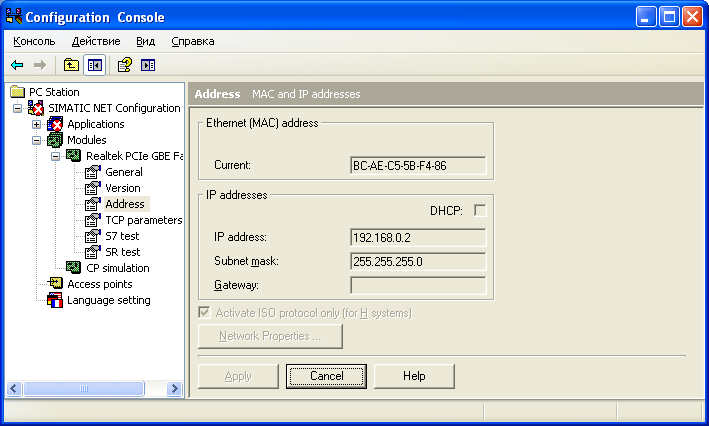
Настройка OS коммуникации начинается с запуска Configuration Console через главное меню Windows (Пуск > SIMATIC > SIMATIC NET > Configuration Console).

В первую очередь необходимо выбрать режим работы сетевой карты (рис. 22) и уточнить ее MAC-адрес (рис. 23). Для всех сетевых карт имеется два режима работы: PG operation и Configured mode.

Таблица 1 – Режимы работы сетевых карт.

|  |  |
| --- | --- |
| **Режим работы** | **Описание** |
| Configured mode | В этом режиме все параметры модуля будут устанавливаться в одном проекте и оттуда передаваться в модуль |
| PG operation | В этом режиме сетевые параметры модуля, такие как адрес станции и скорость передачи, устанавливаются с помощью конфигурационных инструментов Configuration Console или Set PG/PC Interface |

**Рис. 22**. Выбор режима работы сетевой карты.

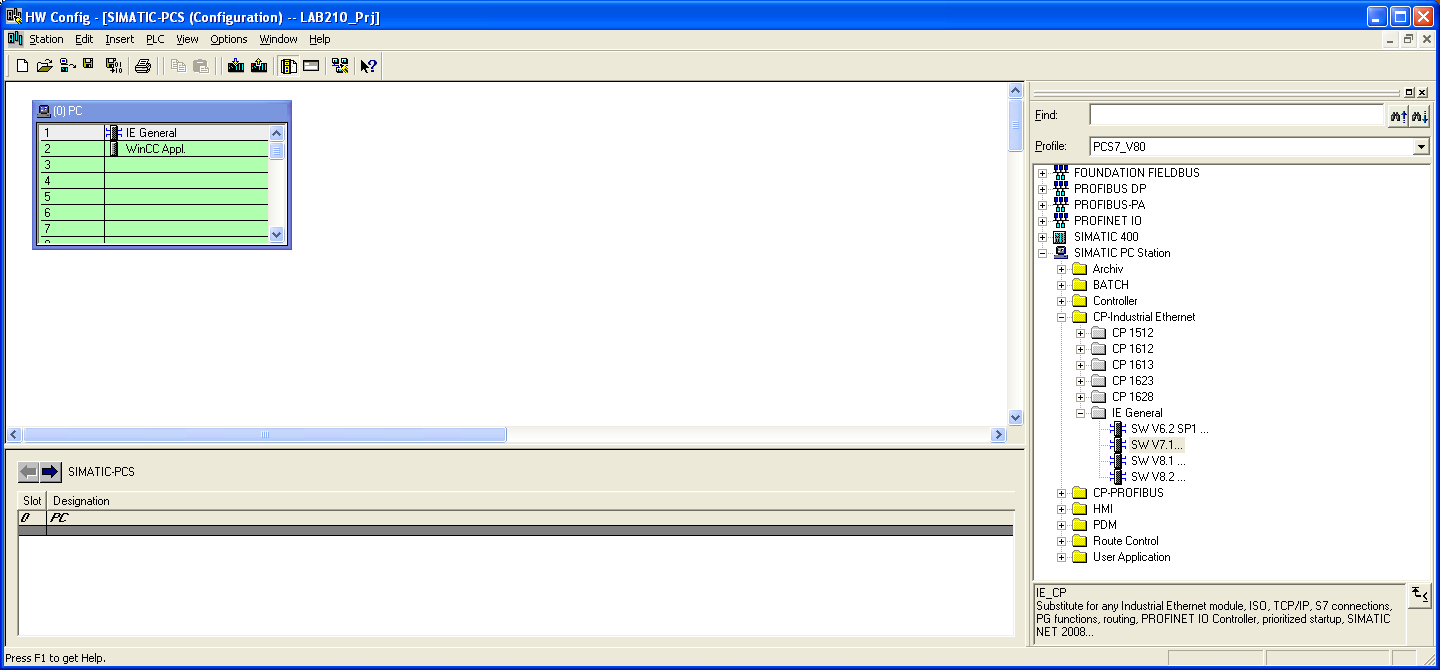


**Рис. 23**. Определение МАС-адреса сетевого устройства.

Ассистент создания проекта ('New Project Wizard) автоматически добавляет PC-станцию в Ваш проект на этапе его создания. Если рядом с символом станции отображается желтая стрелка, то это означает, что:

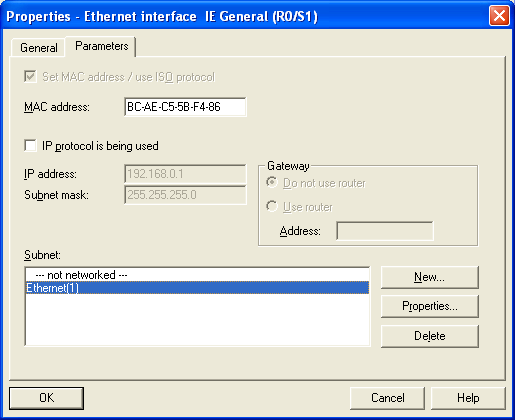
* Имя совпадает с именем компьютера и с именем станции в Station Configurator.
* Точке доступа S7ONLINE назначен параметр “PC internal (local)”.

Конфигурирование станции производится в среде HW Config. После запуска HW Config, в открывшемся окне отобразится структура конфигурации PC-станции. В слоте 2 уже находится объект WinCC Application, как связующее звено между сетевой картой и собственно OS-проектом. Вам необходимо добавить в слот 1 сетевую карту, используемую на инженерной станции, из списка стандартного оборудования, размещенного в правой части окна. В Вашем случае это IE General (т.е. любая сетевая карта не от компании SIEMENS).



**Рис. 24**. Конфигурирование компонентов PC-станции.

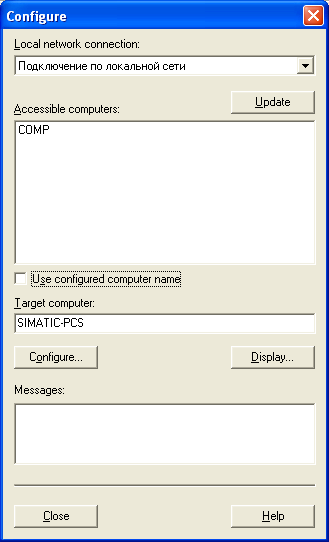
Теперь необходимо открыть свойства сетевой карты и произвести настройку параметров сетевого соединения между AS и OS (рис. 25). Следует отключить использование IP протокола и указать корректный MAC адрес.



**Рис. 25**. Параметры сетевой карты.

Скомпилируйте и сохраните конфигурацию OS-станции (Station > Save and Compile).

Для завершения конфигурирования вернитесь в окно SIMATIC Manager. Выделите PC-станцию, ПКМ вызовите контекстное меню и выберите пункт PLC > Configure… В открывшемся диалоговом окне Configure доступны все OS станции.

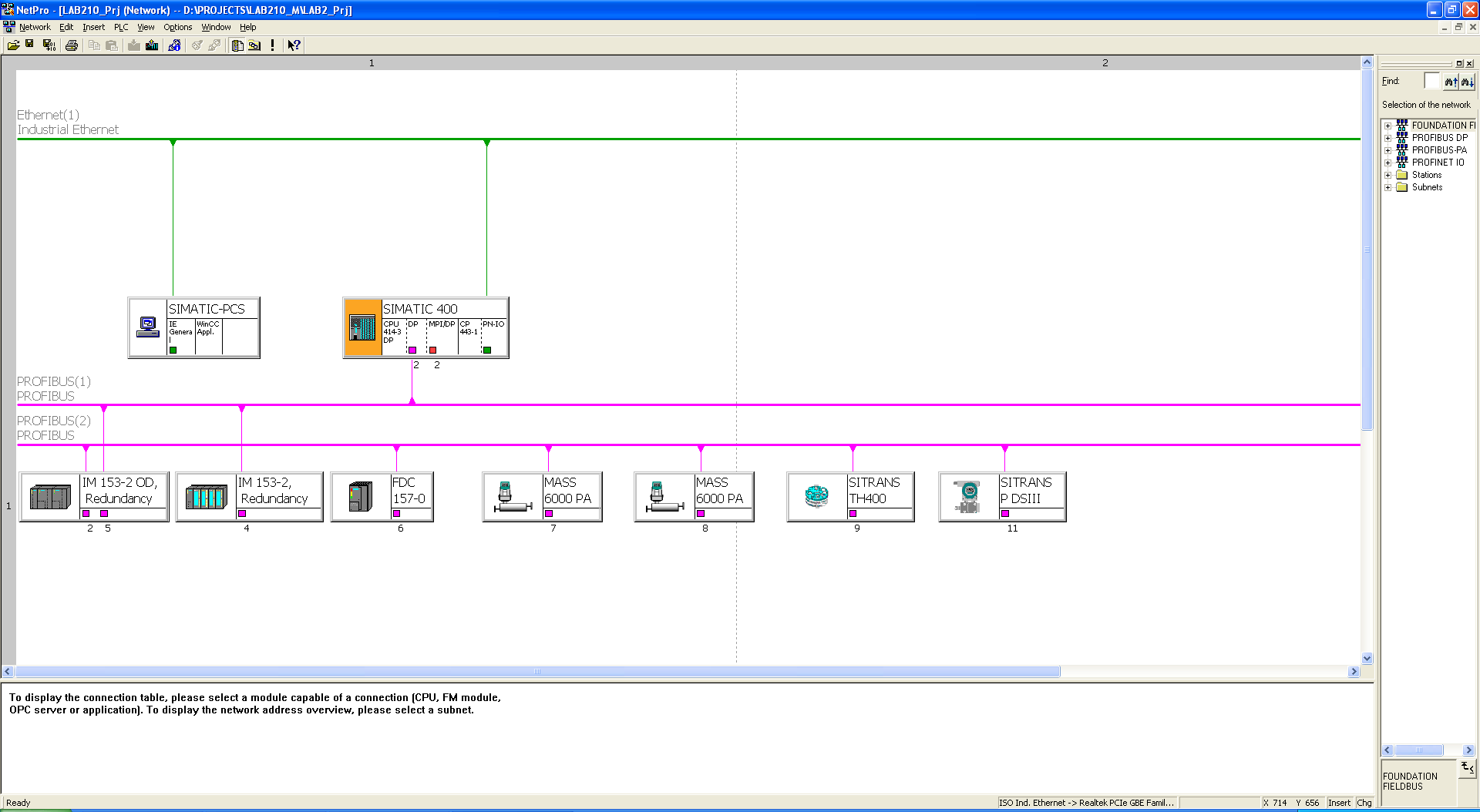


**Рис. 26**. Конфигурирование целевого компьютера.

Выделите требуемый целевой компьютер из списка доступных (Accessible computers). В случае однопользовательской системы Вам доступна только собственная станция. Щелкните по кнопке Configure…

Теперь следует произвести конфигурирование коммуникаций AS-OS в среде NetPro. Запустить NetPro можно из окна SIMATIC Manager (Options > Configure Network) или воспользовавшись соответствующим значком  .

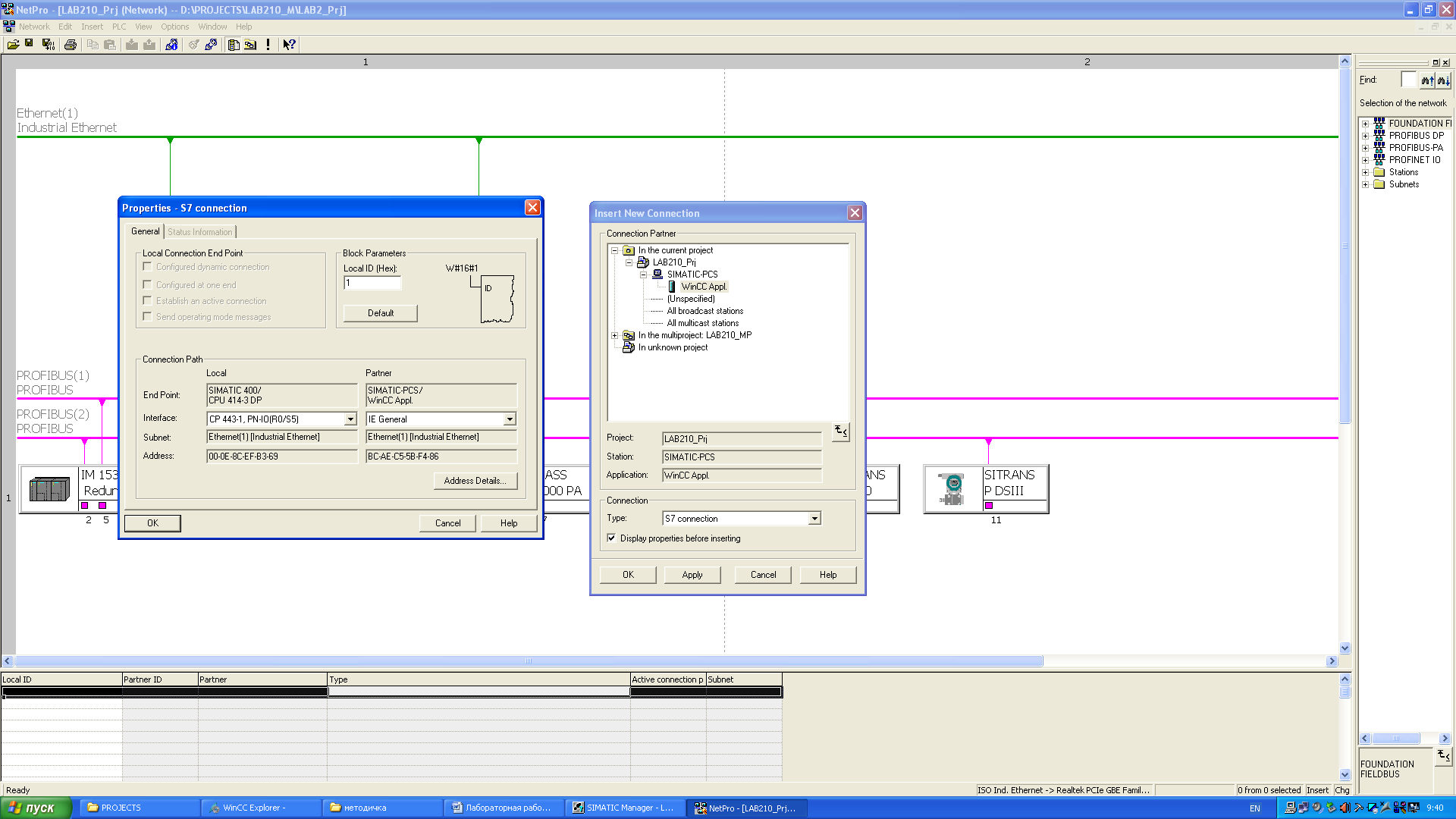
В NetPro в графическом виде представлены все связи между компонентами системы (рис. 27). В качестве следующего шага Вы можете задать системе автоматизации сетевой адрес и соединить ее с шиной предприятия. Эти установки можно выполнять как с помощью HW Config, так и с помощью NetPro.



**Рис. 27**. Интерфейс NetPro.

В NetPro в составе AS выделите объект CPU 414-3 DP, который должен быть соединен с шиной предприятия, и откройте его свойства. В открывшемся диалоге, как и в аналогичном окне для сетевой карты, определите протокол на шине предприятия и сетевой MAC адрес. В качестве шины предприятия выберите Ethernet(1).

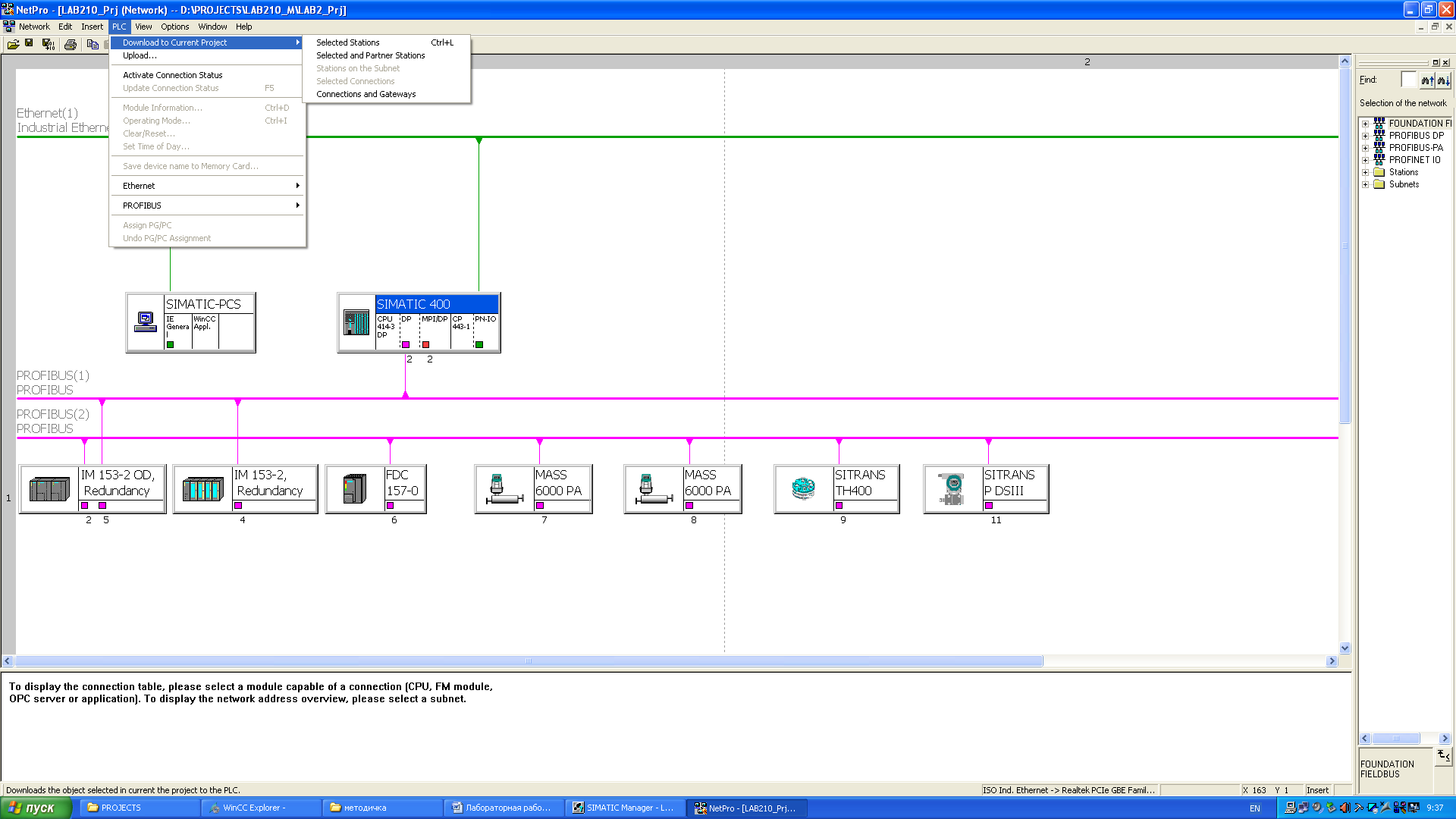
Так же в NetPro необходимо создать логическое соединение с типом «S7 connection» между станциями (рис. 28). Для этого в составе РС-станции выделите объект WinCC Appl. [1] и через контекстное меню добавьте новое соединение (Insert new connection). В появившемся диалоговом окне выберите нужную AS.



**Рис. 28**. Конфигурирование S7 соединения между AS и OS.

Вы можете заметить, что некоторые станции в NetPro окрашены в оранжевый цвет. Этот говорит о том, что конфигурация станции была изменена. Выполните компиляцию конфигурации (Save and Compile). После этого ее цвет станет белым, если компиляция прошла без ошибок, или красным – в противном случае.

После того, как сконфигурированы все соединения, необходимо произвести загрузку OS станции. Выделите нужную станцию и нажмите PLC > Download to Current Project > Selected Stations, либо воспользуйтесь соответствующим значком на панели инструментов.



**Рис. 29**. Загрузка конфигурации.

## Контрольные вопросы

1. Каковы основные этапы конфигурирования OS станции?
2. Какие существуют режимы работы сетевых карт?
3. Для чего предназначено приложение NetPro?

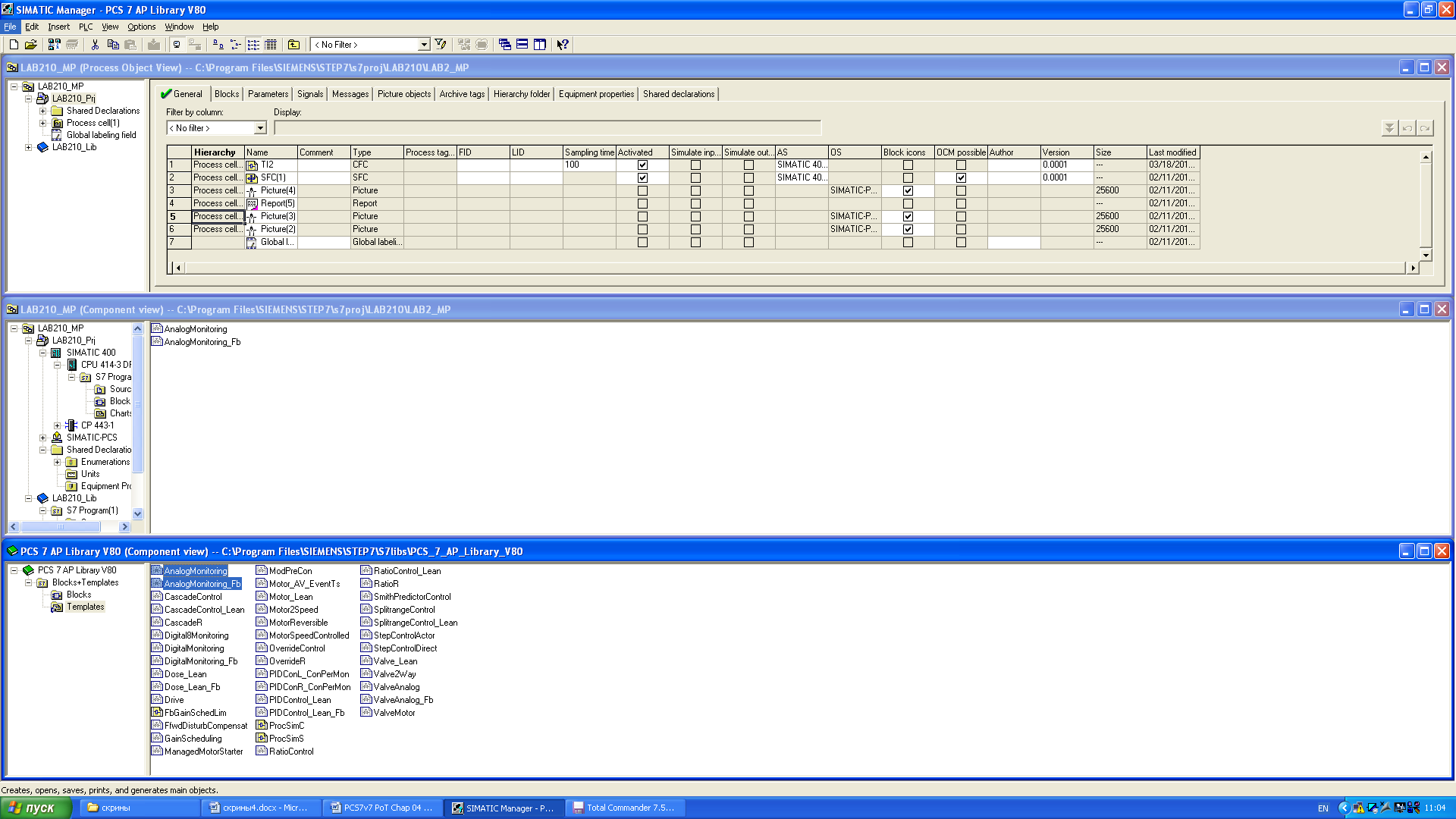
# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. Реализация базовых алгоритмов управления.

**Цель работы:**Реализовать логику работы системы управления установкой в редакторах CFC-схем.

## Содержание работы:

1. Ознакомиться с редактором CFC-схем.
2. Ознакомиться с блоками и шаблонами стандартной библиотеки APL.
3. Реализовать контуры ПИД-регулирования и индикации основных управляемых величин.
4. Выполнить загрузку программы в контроллер.
5. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
6. Подготовить отчет.

Advanced Process Library (APL) является стандартной библиотекой PCS 7, которая разработана специально для автоматизации непрерывных процессов. Перед началом создания базовых алгоритмов контроля и управления установки, рекомендуется добавить часто используемые шаблоны функциональных блоков из APL в собственную библиотеку проекта. В Вашем случае подобной библиотекой будет выступать Lab210-Lib, которая была добавлена на этапе создания проекта. Данная библиотека будет содержать все необходимые шаблоны функциональных блоков.



**Рис. 30**. Перенос шаблонов из PCS 7 APL в собственную библиотеку проекта.

Откройте существующую библиотеку проекта Lab210-Lib (File > Open > Libraries > Lab210-Lib). Cкопируете из APL шаблоны AnalogMonitoring и AnalogMonitoring\_fb (fb от Fieldbus), которые содержат уже готовые блоки с алгоритмами контроля и индикации.

Важно отметить, что все дальнейшие действия по редактированию блоков следует проводить в режиме Plant View.

Откройте шаблон AnalogMonitoring в редакторе CFC-схем. Данный шаблон состоит из 2 блоков и предназначен для контроля аналоговой переменной процесса при помощи модуля MonAnL.

Аналоговое значение вводится через модуль PCS7AnIn из периферии. На вход PV\_In подается измеренное значение аналогового сигнала. Параметры Scale и PV\_InUnit предназначены для настройки шкалы и единиц измерения параметра, соответственно. Код той или иной единицы измерения можно найти в документации.

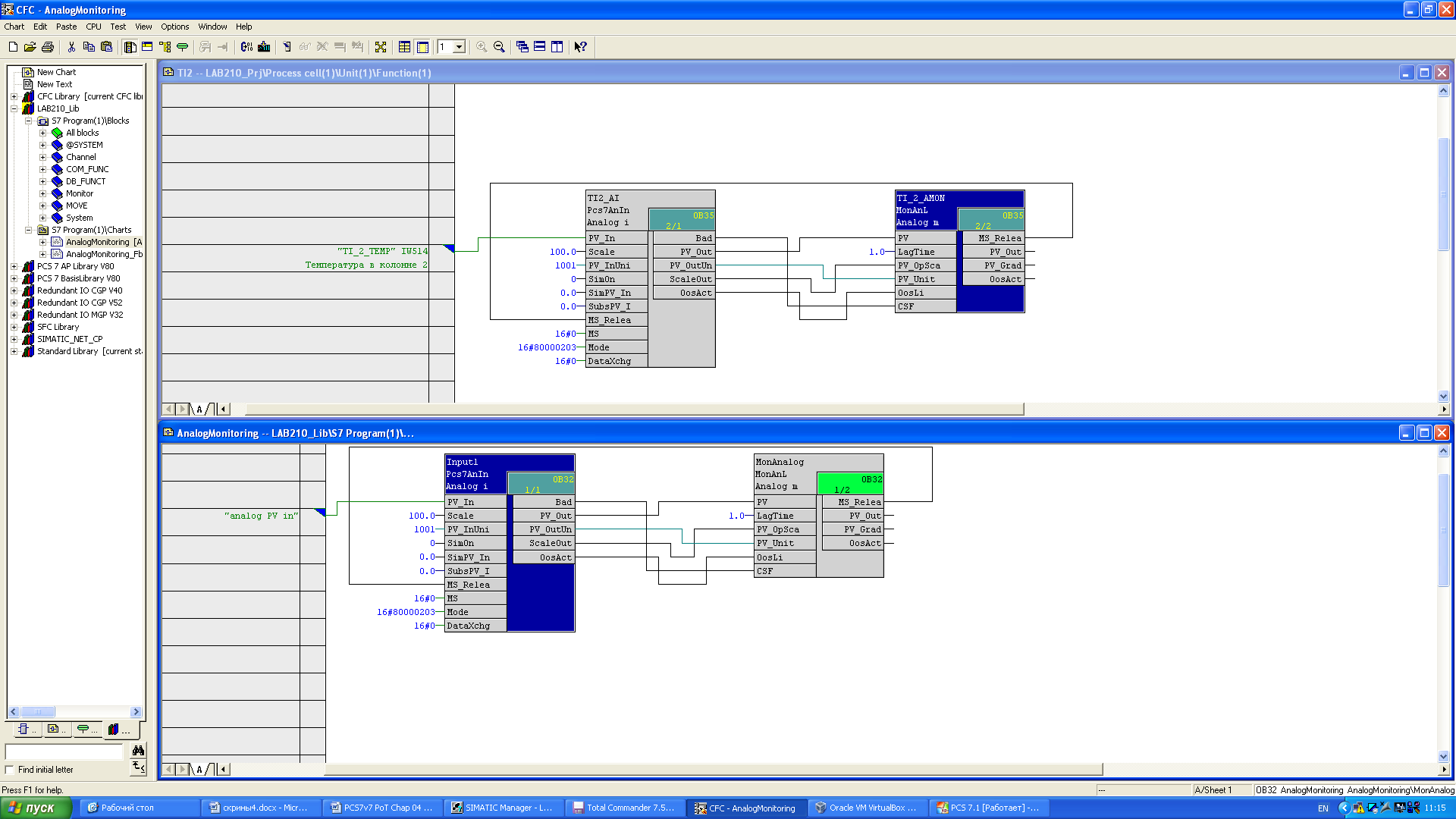
Измеренное и преобразованное значение параметра поступает на вход PV блока MonAnL, который служит связью между контроллером и SCADA-системой. Данные из этого блока преобразуются в теги, которые будут отображаться на станции оператора.

Устройство блока AnalogMonitoring\_fb аналогично предыдущему шаблону, за тем исключением, что у данного блока есть дополнительный вход для проверки состояния качества сигнала PROFIBUS-PA приборов.

Для удобства разработки рекомендуется предварительно отредактировать таблицу символов, сопоставив в ней каждому физическому адресу модуля ввода/вывода символьное имя. Таблицу можно редактировать в HW Config, вызвав пункт контекстного меню Edit > Symbols для конкретного модуля, или непосредственно открыть Symbol Table в SIMATIC Manager. Вам необходимо заполнить таблицу символов в своем проекте, придерживаясь образца (Приложении 1).

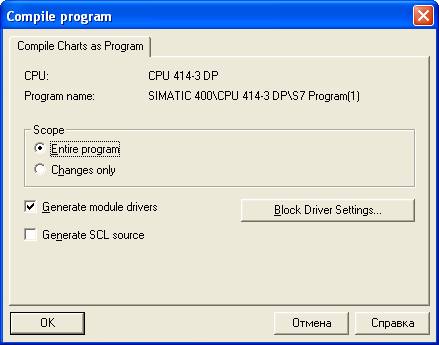
После заполнения таблицы скопируйте шаблон AnalogMonitoring к себе в проект и переименуйте его в TI2. Откройте и отредактируйте полученный блок:

1. Задайте имена модулям PCS7AnIn и MonAnL в соответствии с рис. 29;
2. Свяжите вход PV\_In модуля PCS7AnIn с символьным именем TI\_2\_TEMP (ПКМ > Interconnection to address).
3. Задайте для параметра Scale диапазон измерения от 0 до 100, а в качестве единиц измерения – градус Цельсия (PV\_InUnit = 1001).



**Рис. 31**. Сконфигурированный блок контроля температуры TI2.

Компиляция и загрузка программы проводится аналогично HW Config. Для проверки работы блока следует воспользоваться разделом главного меню Test.



**Рис. 32**. Компиляция программы.

В соответствии с вышеописанной процедурой для TI2 создаются блоки мониторинга для следующих параметров:

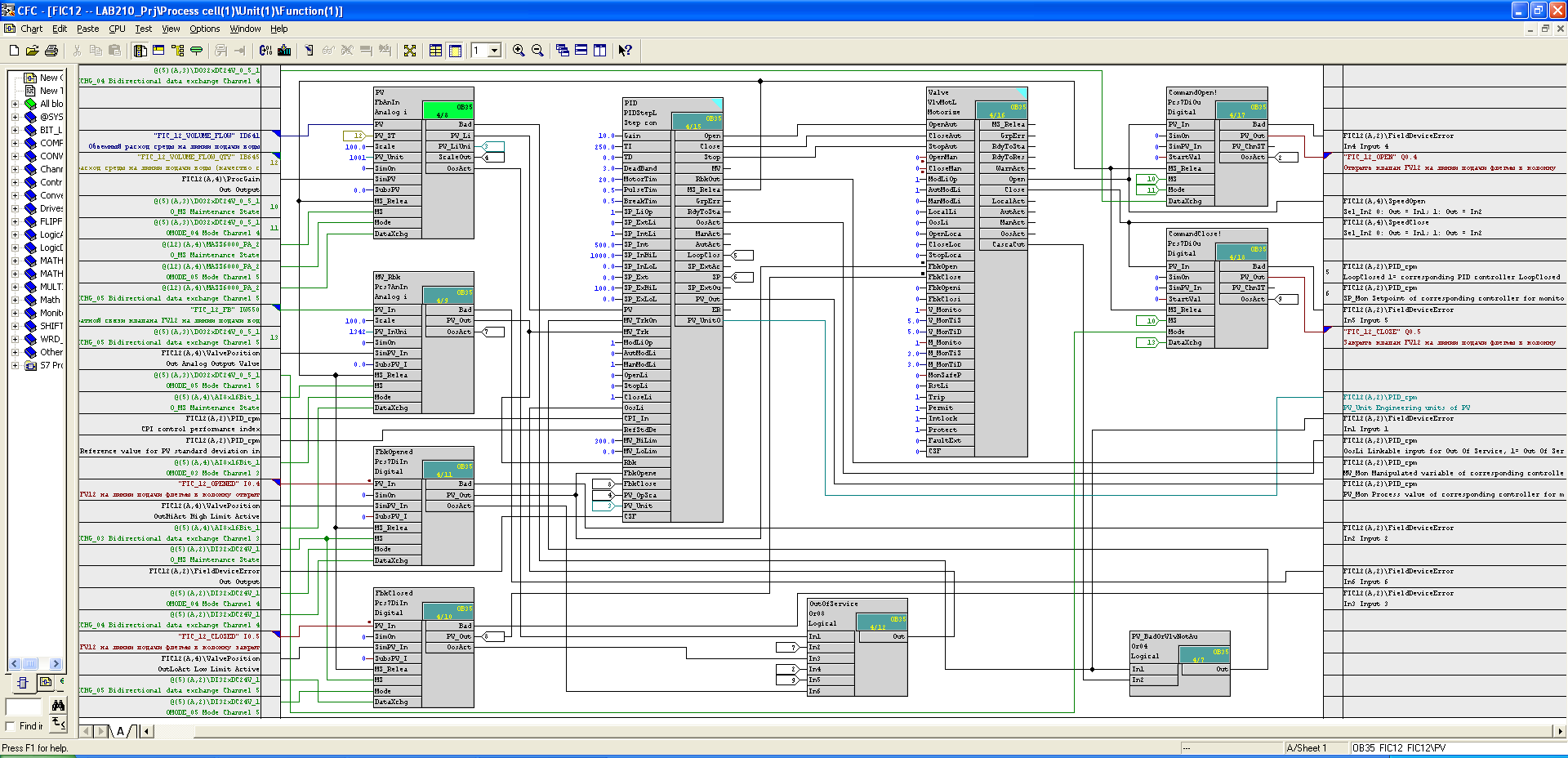
1. TI1 – TI9 – модули контроля температуры по высоте колонны;
2. PDI – модуль контроля перепада давления по высоте колонны;
3. PI1 – модуль контроля давления верха колонны;
4. LI14 – модуль контроля уровня воды в кипятильнике;
5. LI13 – модуль контроля уровня воды в кубе колонны;
6. LI15 – модуль контроля уровня жидкости во флегмовой ёмкости.

Для реализации алгоритмов управления воспользуемся шаблонами StepControlActor и StepControlActor\_fb (рис. 33). Прежде всего, перенесем указанные шаблоны в библиотеку проекта Lab210-Lib. Шаблоны практически готовы к использованию. При создании конкретного контура регулирования, необходимо лишь корректно соотнести следующие входы/выходы блоков с физическими адресами или символьными именами из таблицы символов:

* вход PV блока PV – управляемая физическая величина;
* вход PV\_In блока MV\_Rbk – обратная связь регулирующего органа;
* вход PV\_In блока FbkClosed – сигнал от концевого выключателя, положение "Закрыто";
* вход PV\_In блока FbkOpened – сигнал от концевого выключателя, положение "Открыто";
* выход PV\_Out блока СommandClose! – управляющий сигнал "Закрыть";
* выход PV\_Out блока СommandOpen! – управляющий сигнал "Открыть".

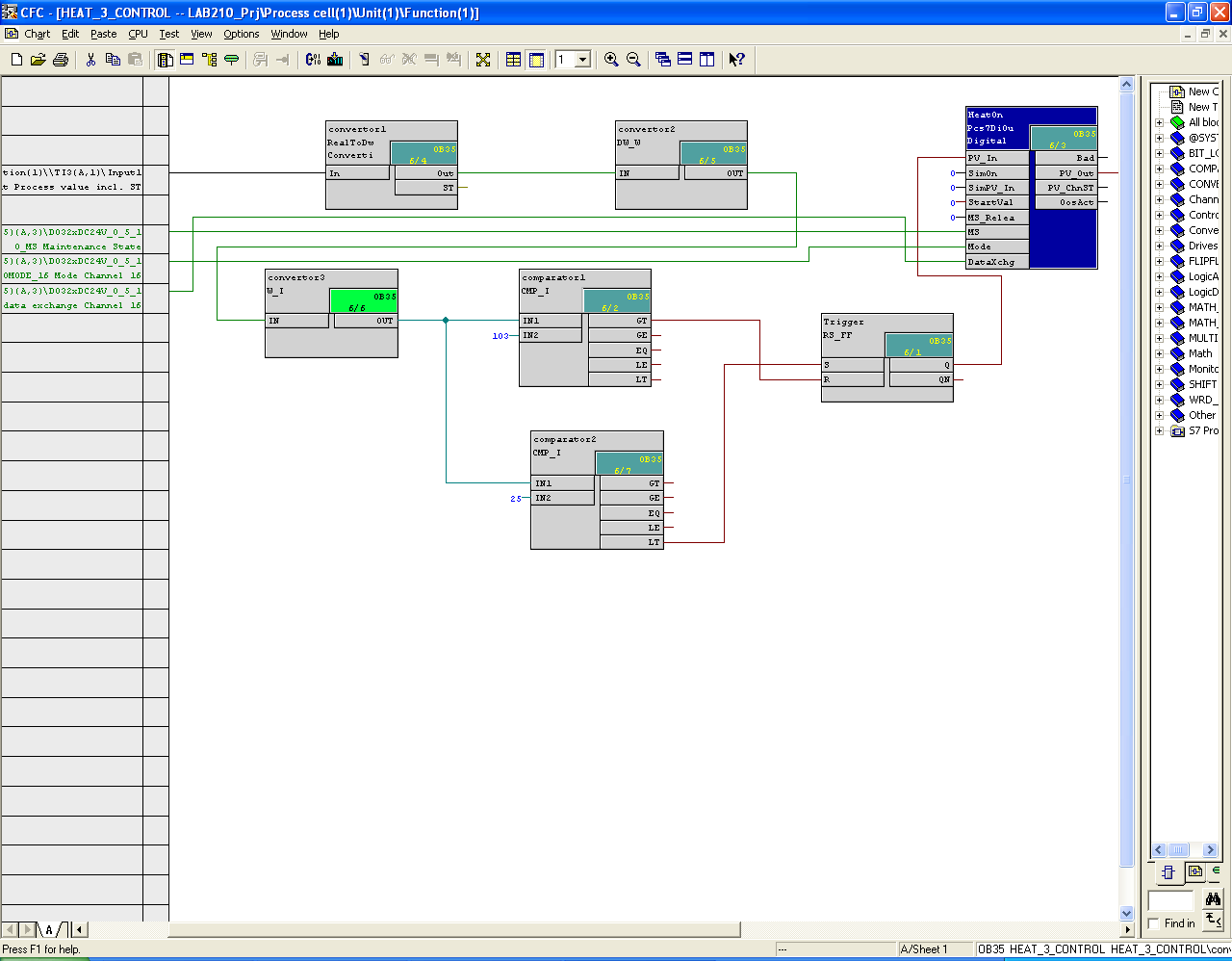
Более подробную информацию о данном шаблоне можно найти в технической документации [5].

На рис. 33 приведен пример сконфигурированного блока регулирования подачи питания в колонну FIC12.



**Рис. 33**. Сконфигурированный контур управления FIC12.

Аналогичным образом создаются контуры регулирования FIC11 и FIC17, с последующий загрузкой обновленной конфигурации в контроллер.



**Рис. 34**. Сконфигурированный блок управления нагревом куба колонны.

В основе алгоритма блока управления нагревом куба колонны будет заложен принцип двухпозиционного регулирования. Для реализации данного алгоритма Вам понадобятся следующие блоки:

* блоки преобразования типов данных, расположенные в следующей последовательности RealToDw > DwToW > WToInt;
* 2 компаратора (в зависимости от результата сравнения на данных блоках, активным становится только один из входов триггера);
* блок RS-триггера;
* драйвер-блок выходного дискретного параметра PCS7DiOu.

Найдите данные блоки в стандартной библиотеке шаблонов и сконфигурируйте их так, как показано на рис. 34.

Кроме того, для передачи параметров на уровень визуализации, дополнительно Вам потребуются блоки MonAnS (для температуры куба) и MonDiS (для отображения состояния ТЭНа).

В качестве регулирующего органа в данном контуре выступает ТЭН, который может находиться в одном из двух возможных состояний: включенном или выключенном. Когда температура опускается ниже заданного предела, на вход S поступает 1, RS-триггера устанавливается в единичное состояние и ТЭН включается. И наоборот, если температура превысит верхний предел, на вход R поступает 1, триггер сбрасывается в нулевое состояние и ТЭН отключается.

По аналогичному принципу строится и работает контур управления насосом.

## Контрольные вопросы

1. Что представляет собой APL PCS 7?
2. В каких случаях применимы стандартные шаблоны AnalogMonitoring и AnalogMonitoring\_fb?
3. Для каких параметров были созданы контуры контроля в данной работе?
4. Для каких параметров были созданы контуры управления в данной работе?
5. Перечислите основные параметры шаблонного регулятора StepControlActor.
6. Расскажите о реализации блока управления нагревом куба колонны.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7. Разработка визуализации процесса в WinCC.

**Цель работы:**Реализовать человеко-машинный интерфейс (визуализацию) для имеющегося проекта.

## Содержание работы:

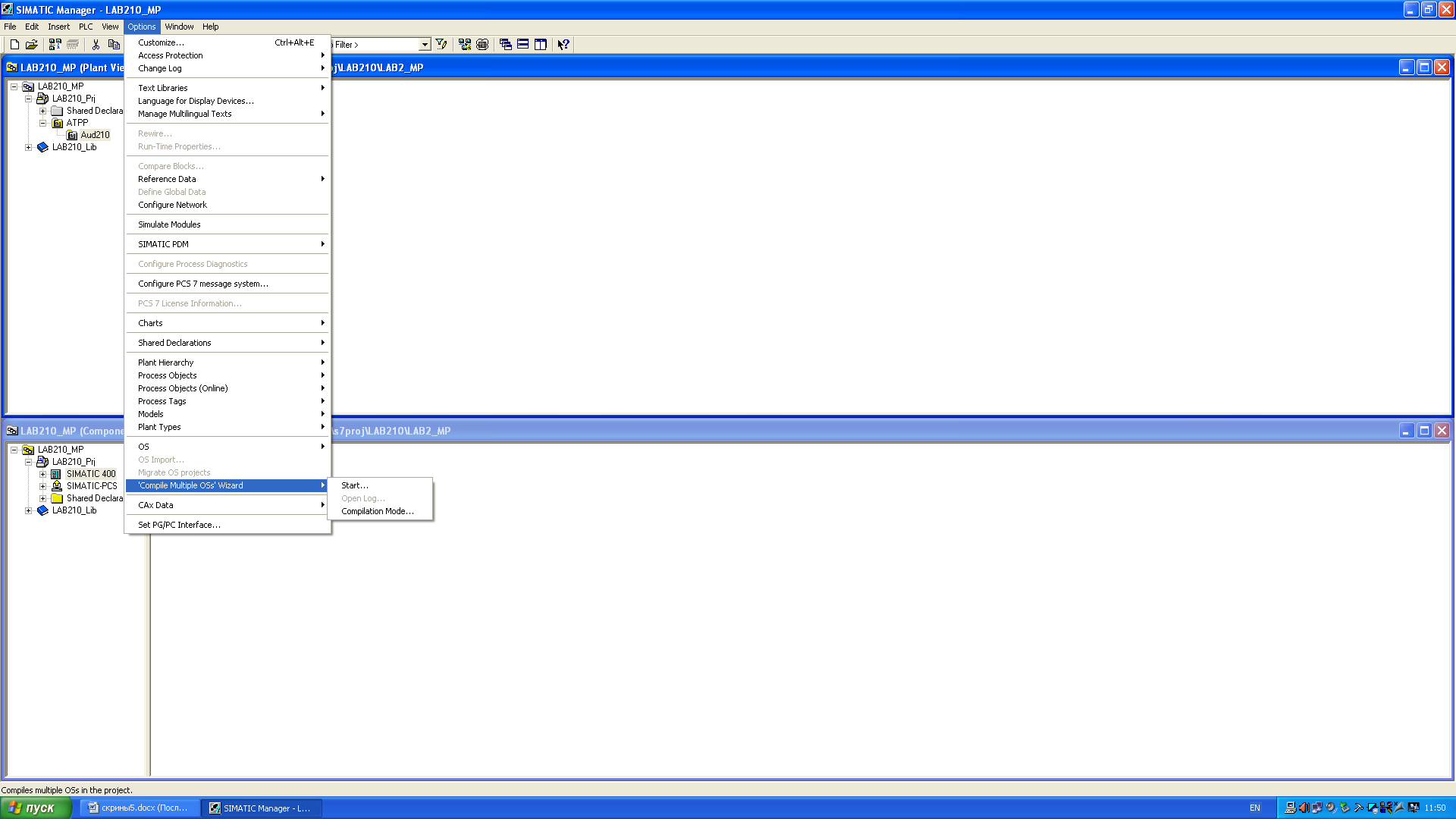
1. Ознакомиться c инструментом создания визуализации техпроцесса Graphics Designer пакета WinCC.
2. Спроектировать мнемосхему процесса.
3. Установить связь с программными блоками.
4. Произвести проверку работоспособности системы визуализации.
5. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
6. Подготовить отчет.

Пакет WinCC, входящий в состав SIMATIC PCS 7, содержит множество различных утилит. Основным инструментом построения человеко-машинного интерфейса (HMI) в WinCC является Graphics Designer.

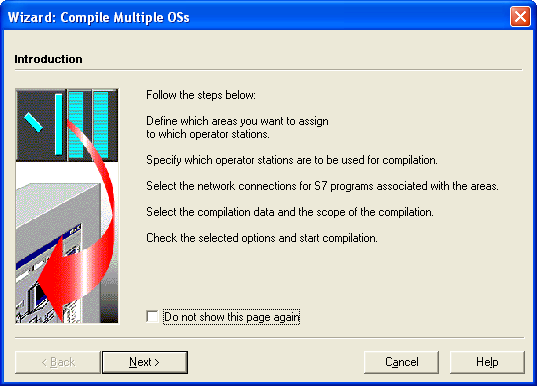
Graphics Designer – это редактор, предоставляющий пользователю различные инструменты и объекты для создания визуально интерфейса оператора. Разработка интерфейса оператора во многом аналогична работе в других подобных графических редакторах.

Для того чтобы приступить к созданию HMI в SIMATIC PCS 7, необходимо:

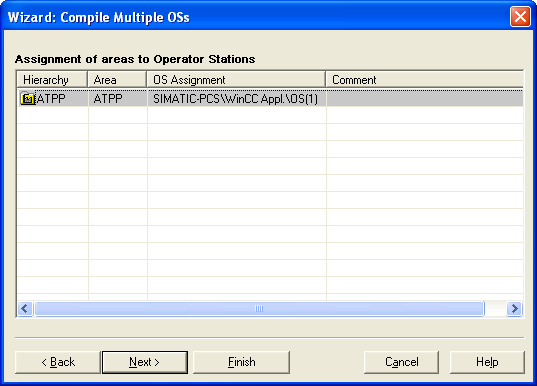
1. Перейти в SIMATIC Manager в режим Plant View (View > Plant View). В дереве объектов процесса необходимо выбрать элемент Process Cell(1) (раздел, содержащий функциональные блоки), открыть его свойства и убедиться, что в разделе AS/OS Assignment станции AS и OS связаны между собой. Это позволит компилятору самостоятельно преобразовать переменные, приходящие с полевого уровня, в теги, которые отображаются на верхнем уровне HMI.
2. В разделе S7 Program(1)\Charts необходимо создать объект типа Picture, в котором будет храниться мнемосхема объекта.
3. После этого достаточно вызвать функцию Options > 'Compile Multiple OSs' Wizard > Start… (рис. 35). Компилятор станции оператора автоматически создаст теги, которые будут отображаться в HMI (рис. 36 - 40).



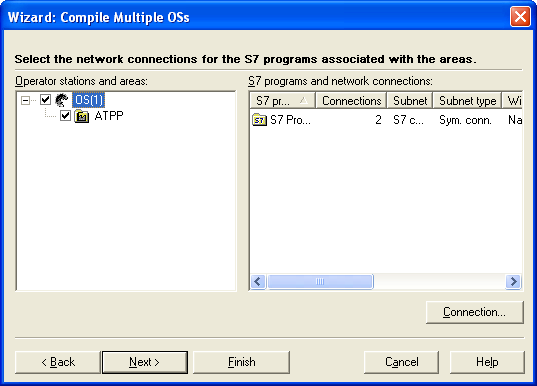
**Рис. 35**. Вызов 'Compile Multiple OSs' Wizard.



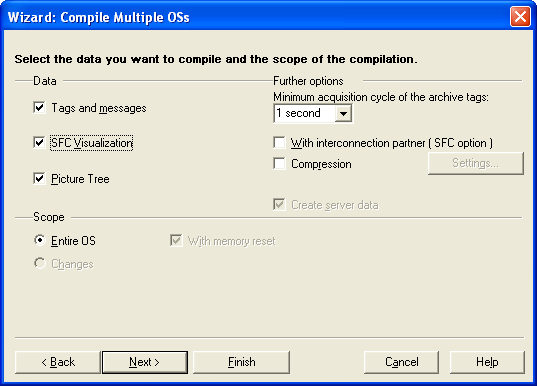
**Рис. 36**. Мастер компиляции OS. Шаг 1.



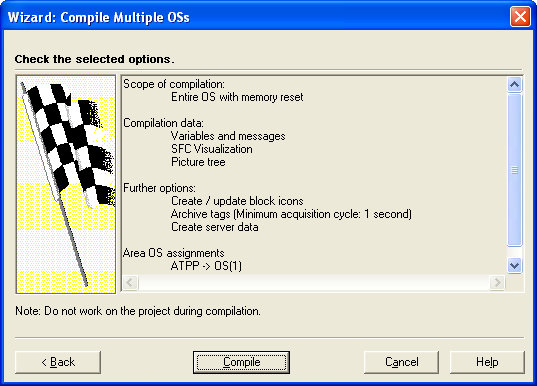
**Рис. 37**. Мастер компиляции OS. Шаг 2.



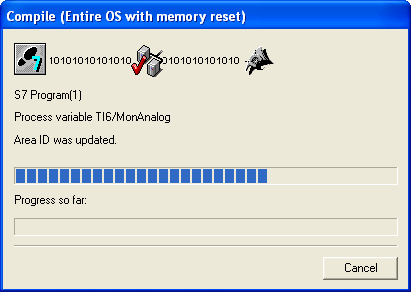
**Рис. 38**. Мастер компиляции OS. Шаг 3.



**Рис. 39**. Мастер компиляции OS. Шаг 4.



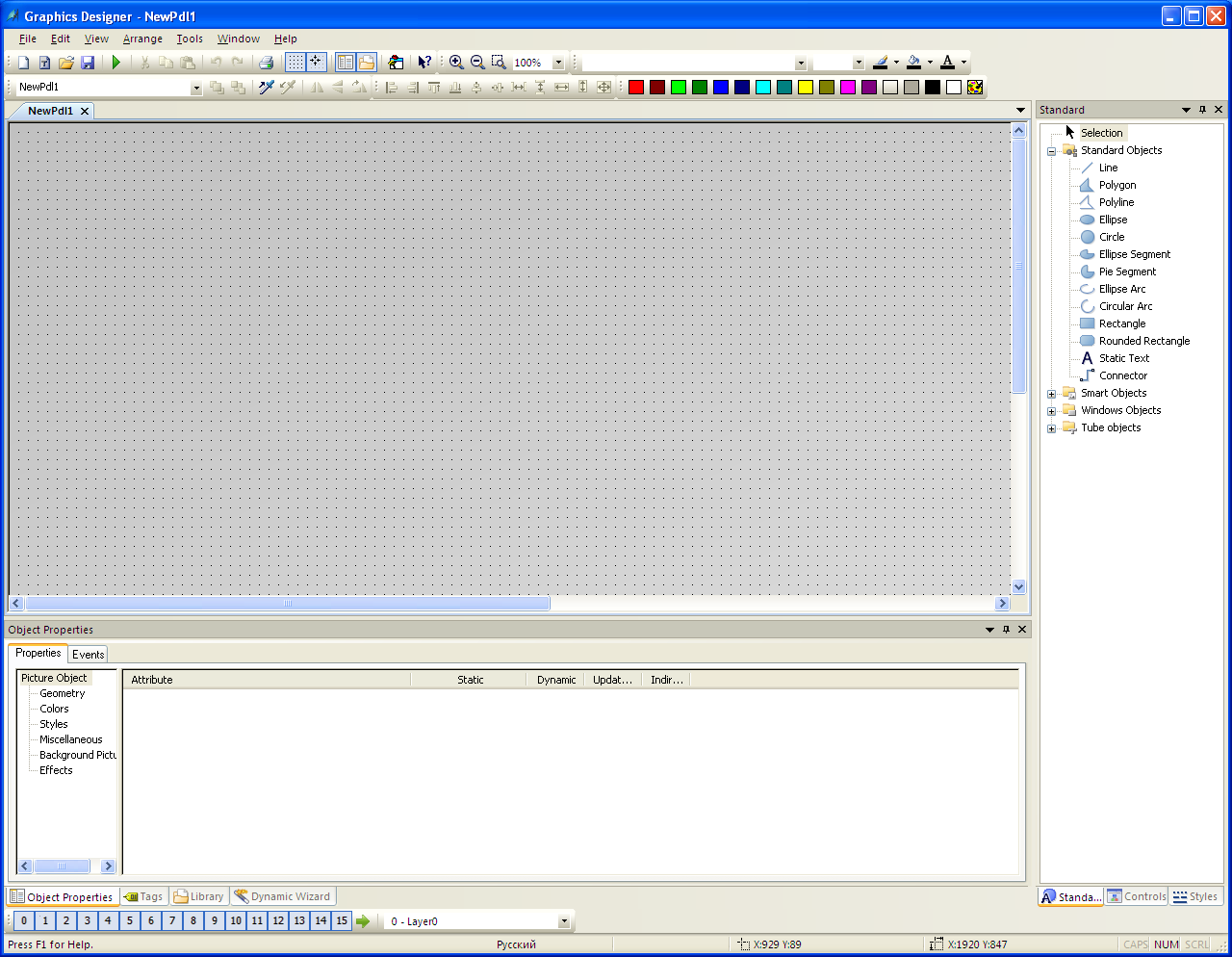
**Рис. 40**. Мастер компиляции OS. Шаг 5.



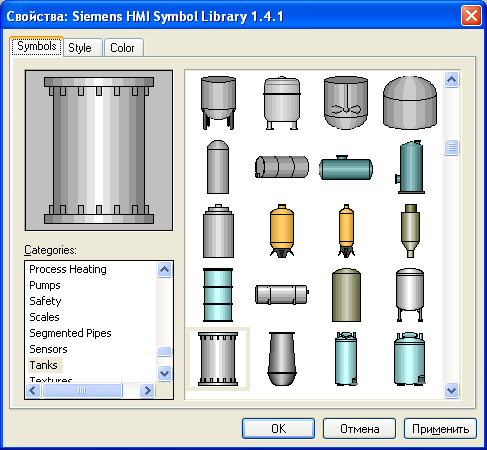
**Рис. 41**. Процесс компиляции OS.

1. Если в процессе компиляции не возникло ошибок, то следует запустить WinCC Explorer, который является основной компонентой системы SIMATIC WinCC. В разделе Graphics Designer необходимо найти и открыть ранее созданный Picture-объект. В открывшемся окне остается нарисовать мнемосхему, воспользовавшись доступным инструментарием.

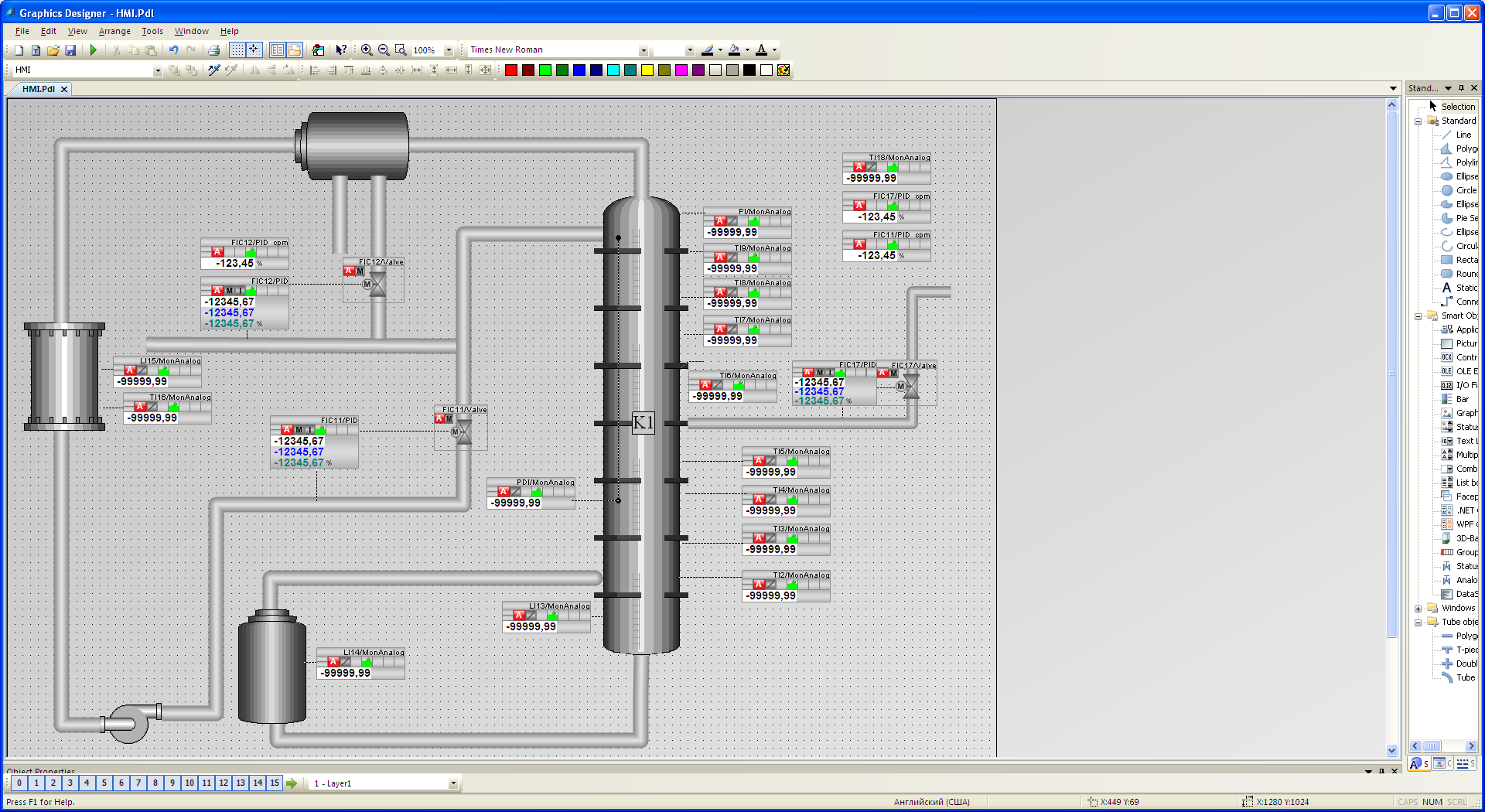
Базовыми элементами рисования в WinCC являются различные геометрические примитивы (линии, полигоны, прямоугольники, овалы, круги) и набор различных изображений типовых промышленных машин и аппаратов. Необходимость в создании динамических Faceplates (элементы управления процессом) отсутствует, поскольку они были сгенерированы автоматически на этапе компиляции станции оператора.



**Рис. 42**. Интерфейс Graphics Designer.



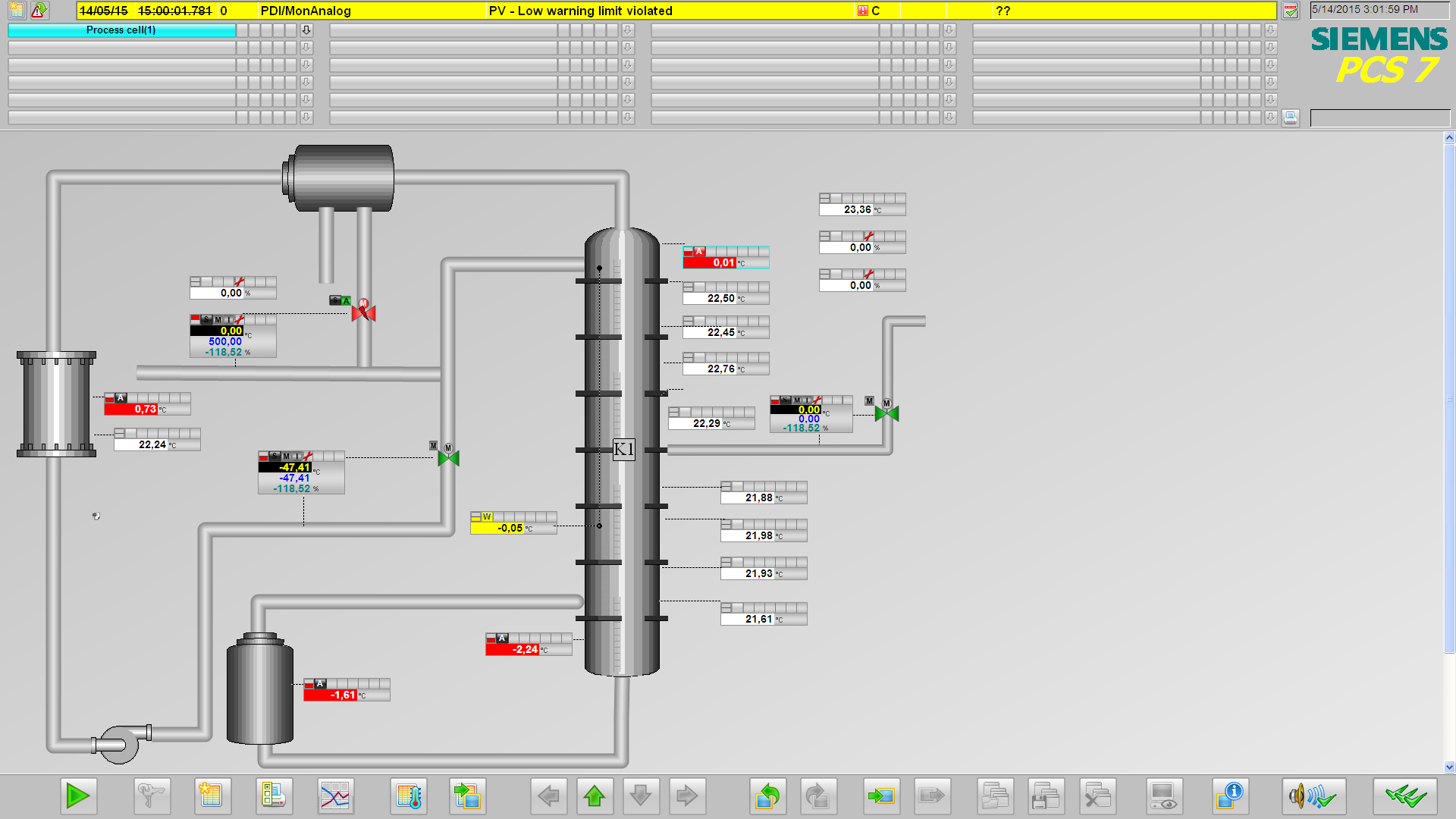
**Рис. 43**. Библиотека графических элементов.



**Рис. 44**. Окончательный вариант интерфейса оператора

(в режиме редактирования).

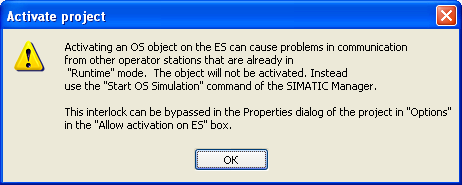
Окончательный вид мнемосхемы должен соответствовать рис. 44. По завершению создания мнемосхемы следует запустить HMI приложение, воспользовавшись пунктом меню File > Activate в WinCC Explorer.



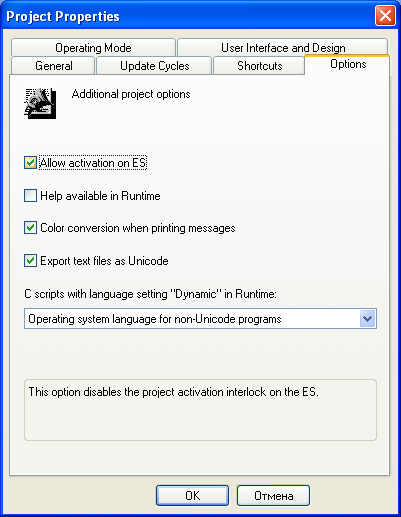
**Рис. 45**. Окончательный вариант интерфейса оператора

(в режиме исполнения).

В случае появления предупреждающего сообщения (рис. 46) в процессе запуска, следует активировать в настройках проекта пункт Allow Activation On ES (рис. 47), который позволит запускать режим исполнения на инженерной станции.



**Рис. 46**. Предупреждение о запуске режима исполнения на ES станции.



**Рис. 47**. Включение режима исполнения на ES станции.

## Контрольные вопросы

1. Каково основное назначение пакета SIMATIC WinCC?
2. В каком редакторе производится непосредственное создание мнемосхемы техпроцесса?
3. Какие этапы включает в себя создание человеко-машинного интерфейса (HMI) в системе SIMATIC PCS 7?
4. Каким образом осуществляется переход в режим исполнения в SIMATIC WinCC?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8. Настройка операторской станции.

**Цель работы:**Произвести настройку архивации сообщений, представления трендов и таблиц на станции оператора (OS).

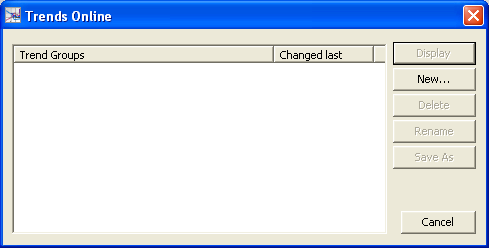
## Содержание работы:

1. Изучить возможность создания и настройки трендов.
2. Произвести настройку ПИД-регуляторов.
3. Изучить возможность создания динамических свойств объектов.
4. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
5. Подготовить отчет.

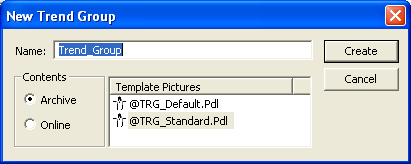
## Создание трендов.

Для создания онлайн трендов технологического процесса необходимо:

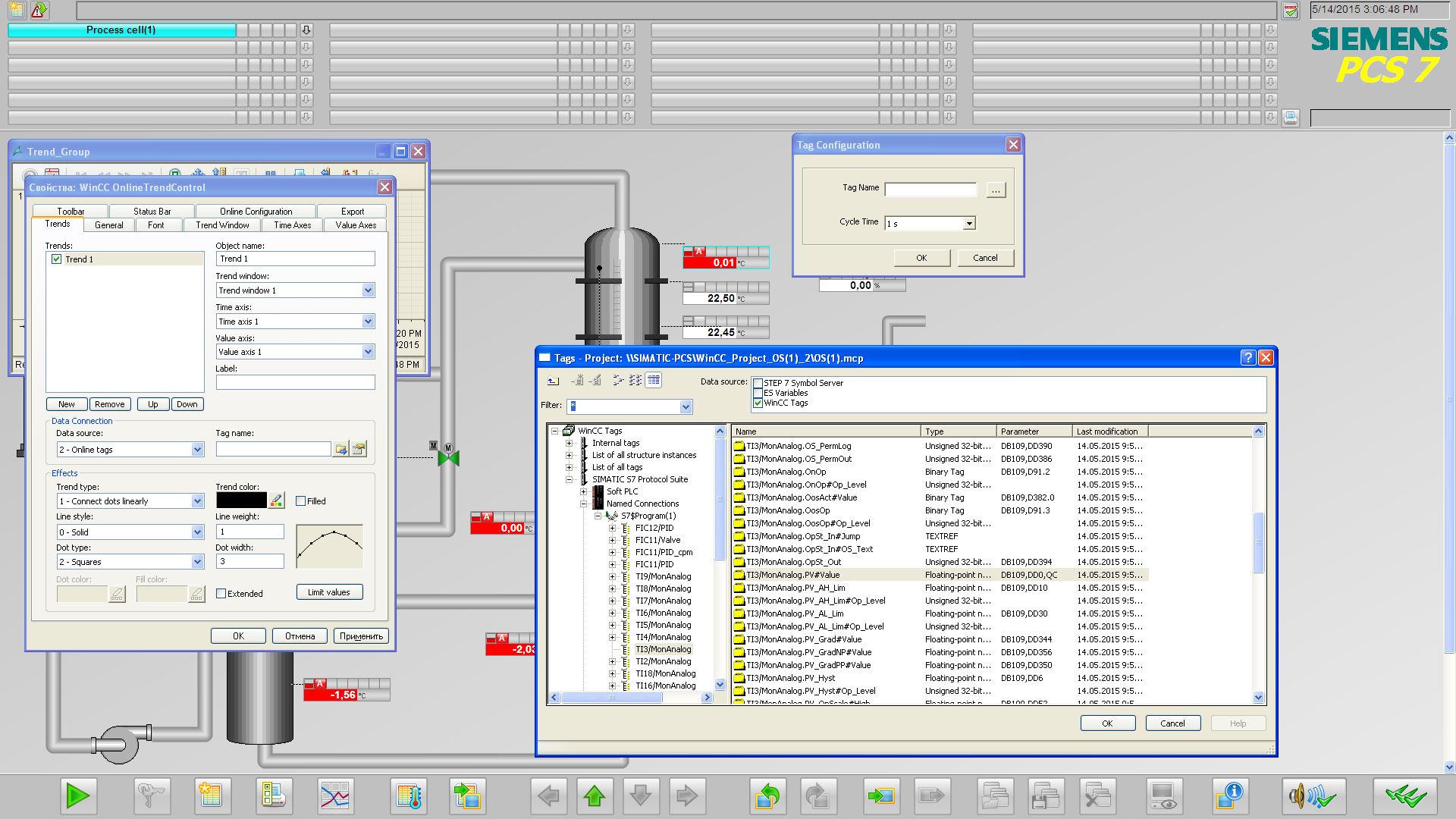
1. Находясь в режиме исполнения SIMATIC WinCC, нажать на пиктограмму  .
2. Создать новую группу трендов и задать ей имя.
3. Выбрать ветку WinCC Tags > SIMATIC S7 Protocol Suite > Named Connections > S7$Program(1).
4. Выбрать интересующий параметр.
5. Найти тег PV#Value.
6. Задать параметры тренда (например, имя, частоту обновления и т.д.).



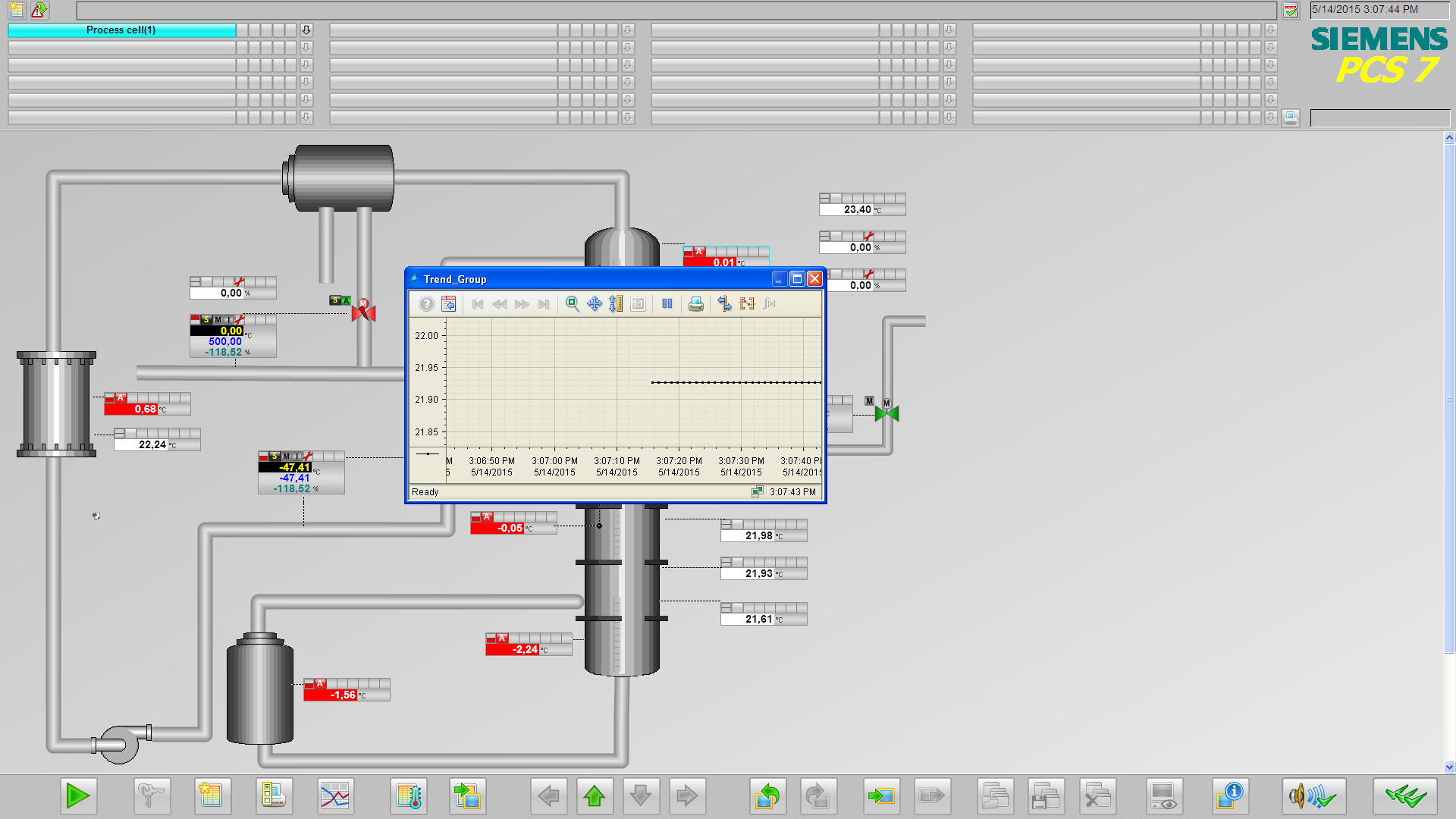
**Рис. 48**. Окно добавления нового тренда.



**Рис. 49**. Окно создания новой группы трендов.



**Рис. 50**. Настройка параметров тренда.



**Рис. 51**. Активный тренд.

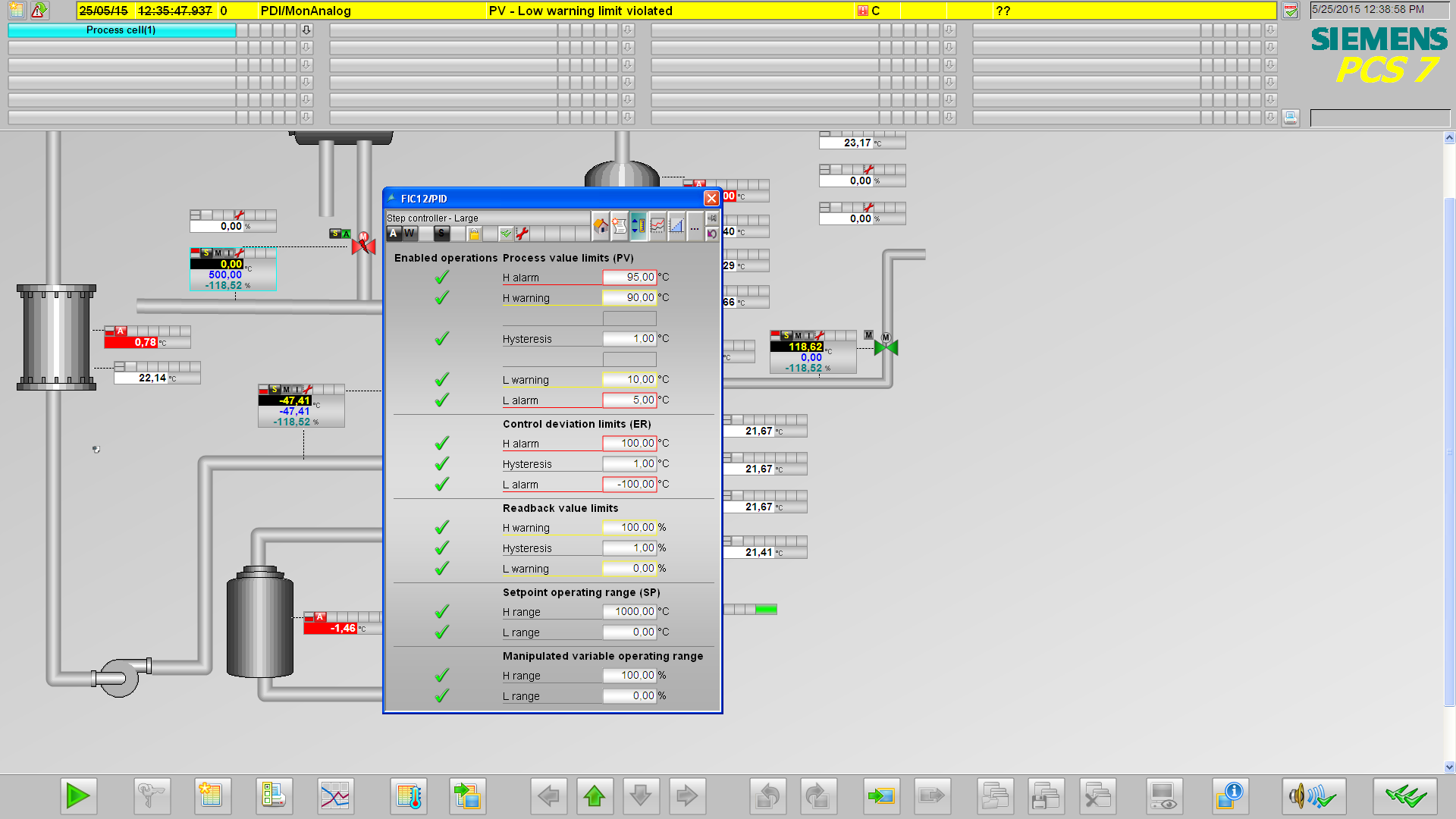
## Настройка ПИД-регуляторов.

Типовой ПИД-регулятор в SIMATIC PCS 7 имеет следующие настройки:

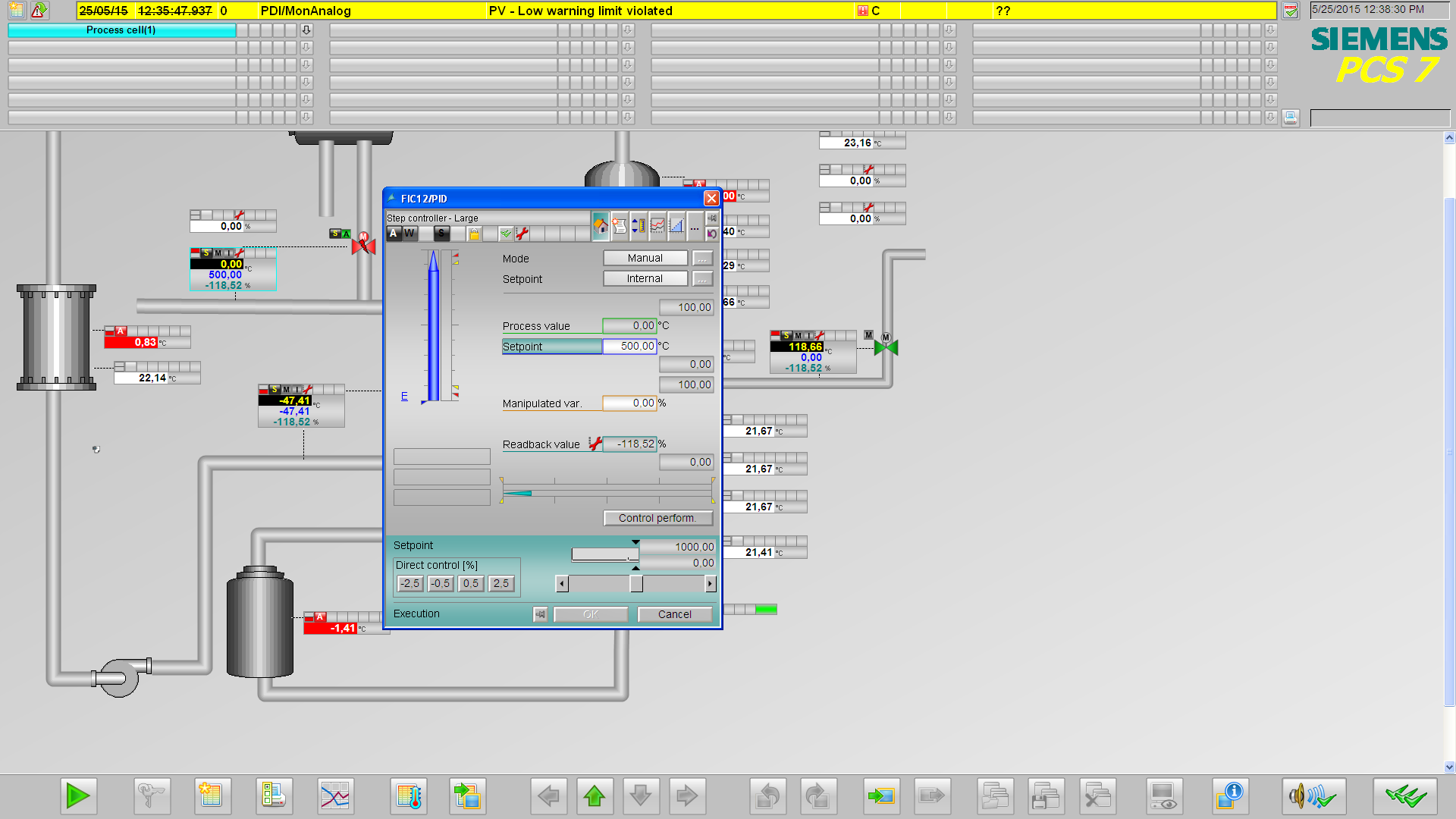
1. Настройка пределов для параметров технологического процесса. Сюда относятся не только диапазоны изменения для физических величин, но и для параметров обратной связи, уставок, гистерезиса и т.д. Их значения следует выбирать исходя из особенностей и регламента технологического процесса.

2. Настройка значения уставок.

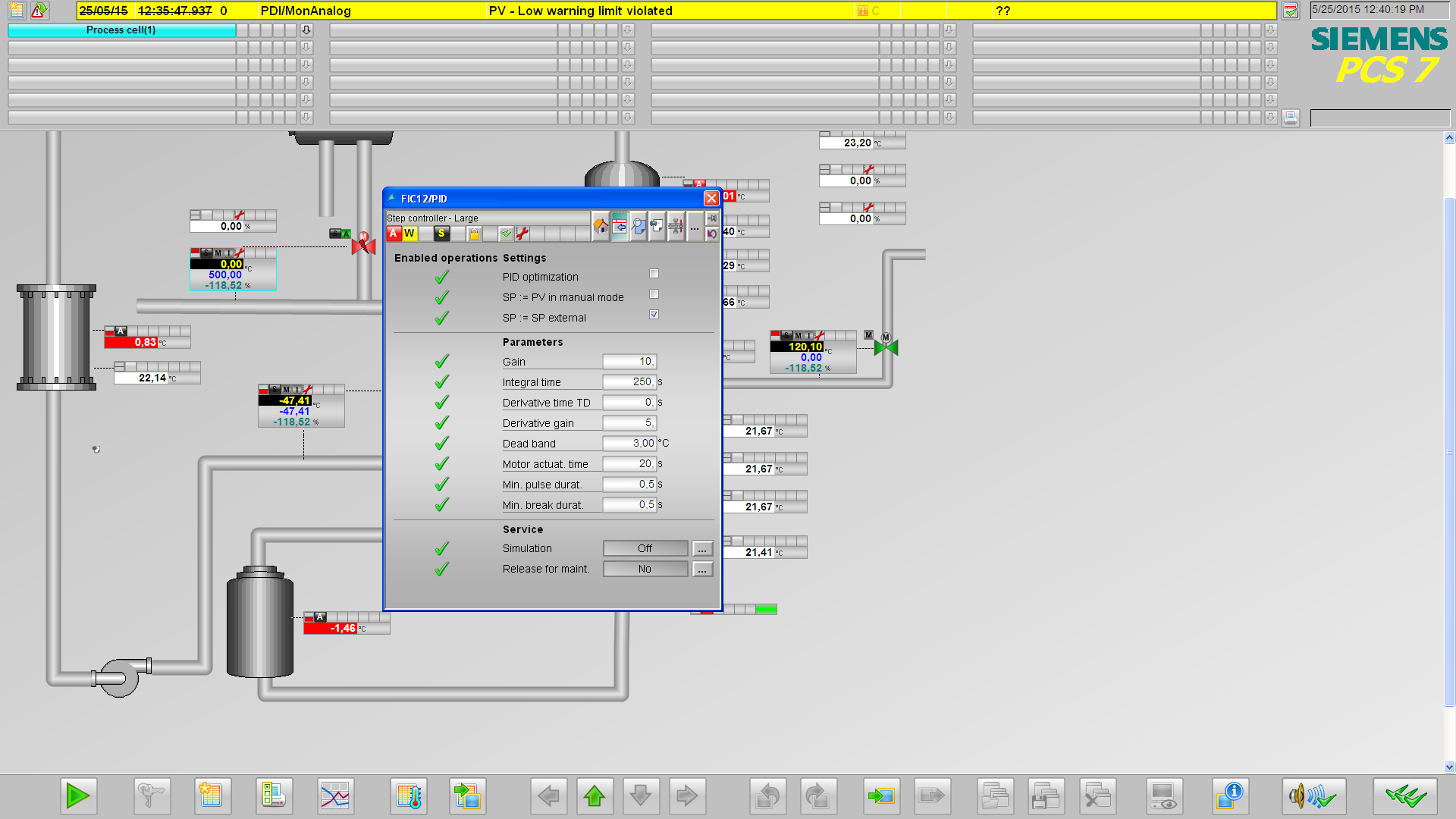
3. Настройка коэффициентов ПИД-регулятора, а так же, в случае цифровых регуляторов, времени срабатывания исполнительного механизма, времени 'пульсации' в миллисекундах. Более подробную информацию можно найти в фирменном руководстве SIMATIC PCS 7.



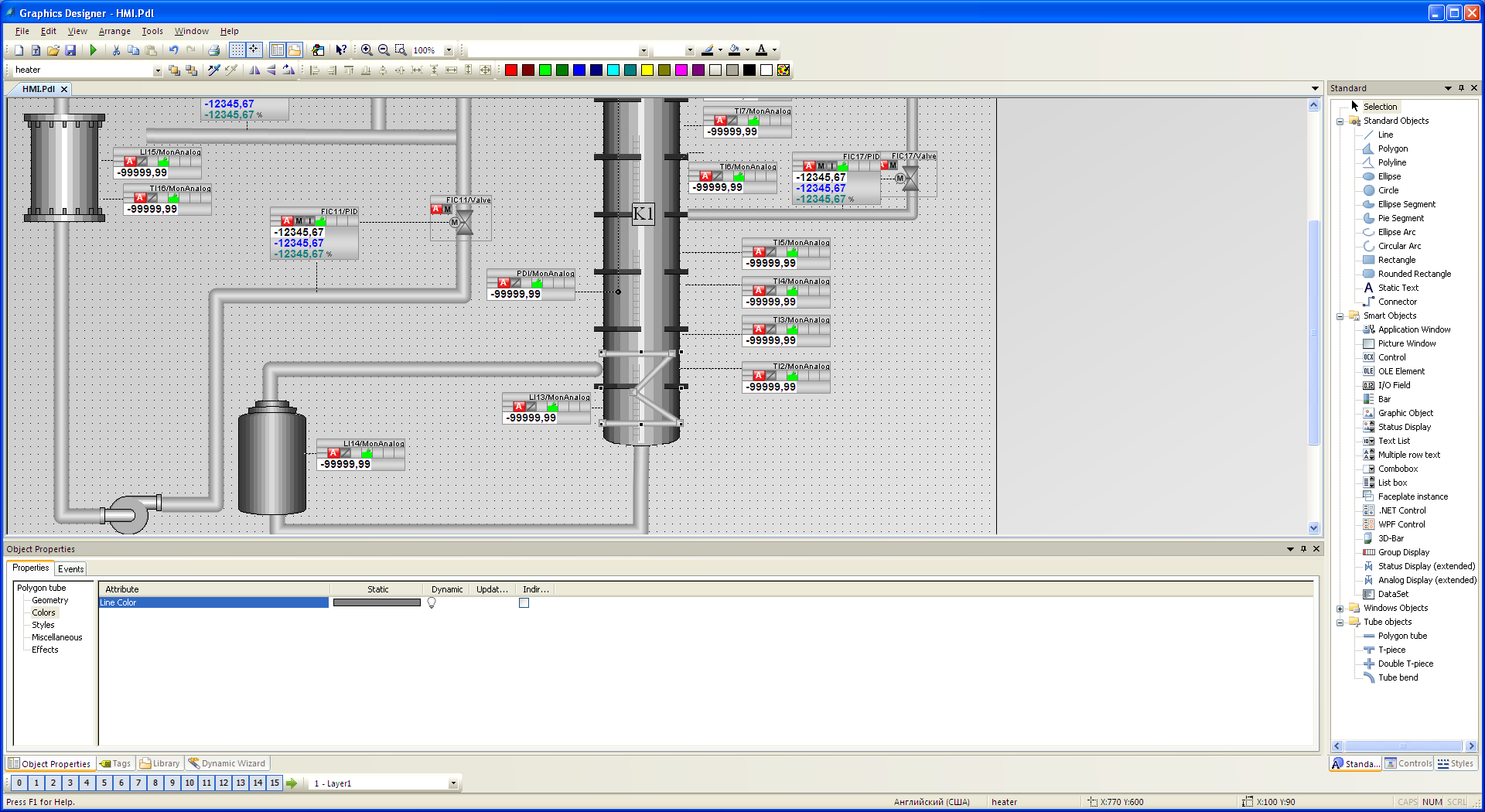
**Рис. 52**. Настройка предельных значений параметров для ТП.



**Рис. 53**. Настройка уставки.



**Рис. 54**. Настройка параметров ПИД регулятора.



**Рис. 55**. Создания визуального элемента ТЭНа.

## Создание динамических свойств объектов.

Для изучения данной возможности WinCC следует:

1. Создать элемент, схематично изображающий ТЭН. Для этого необходимо воспользоваться элементом Polyline (Polytube) (рис. 55).

2. Зайти в свойства нового объекта.

3. Найти пункт Color line в разделе Colors.

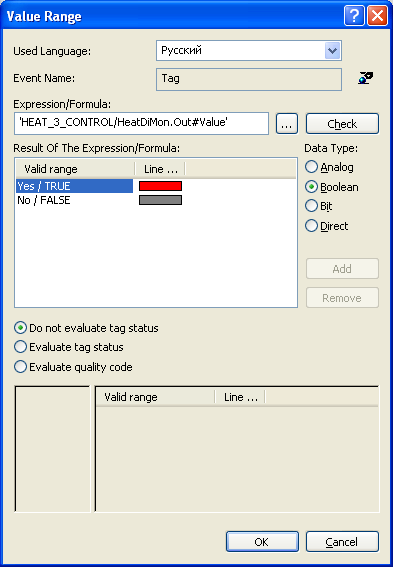
4. Выбрать опцию Dynamic dialog в столбце Dynamic.

5. Задать свойства в соответствии с рис. 56:

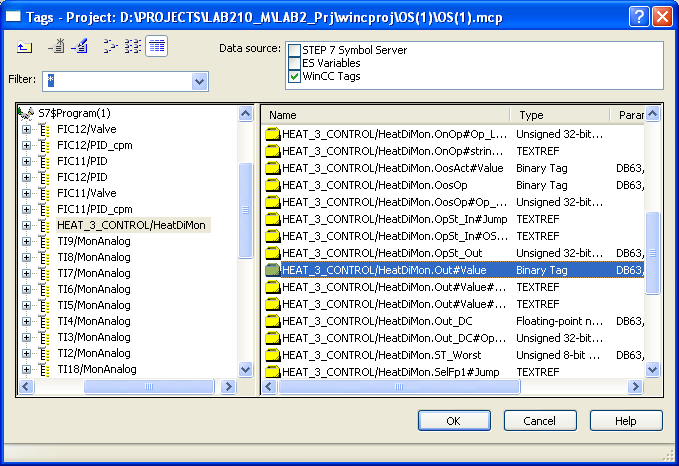
a) определить переменную/формулу, в зависимости от которой объект будет менять свой цвет;

б) указать логический тип данных (Boolean);

в) задать цвета, которые будет принимать объект, в зависимости от значений переменной (Истина и Ложь, соответственно.



**Рис. 56**. Привязка тега к свойству объекта.



**Рис. 57**. Выбор тега для привязки.

## Контрольные вопросы

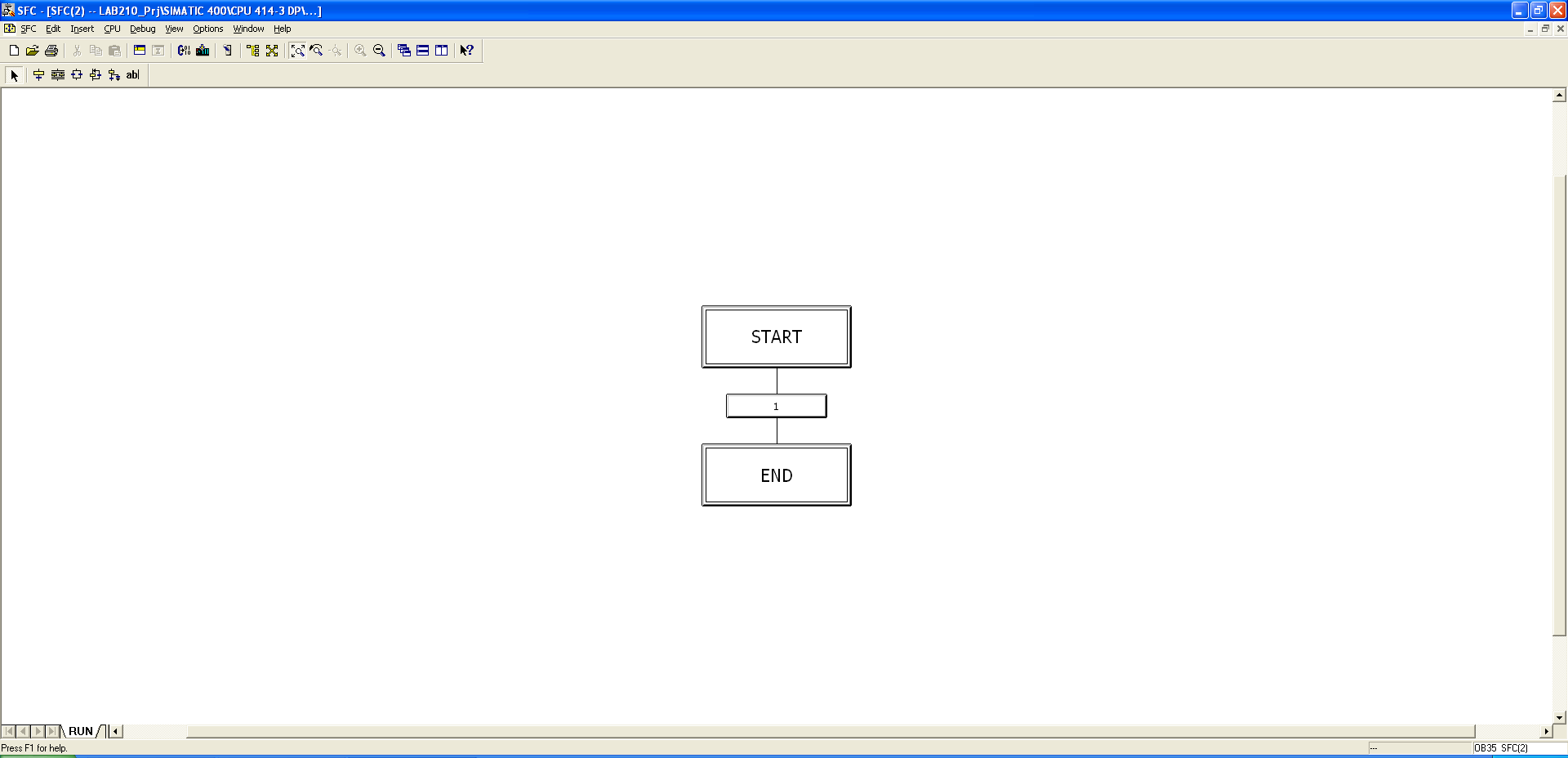
1. Как создать онлайн тренд в SIMATIC WinCC?
2. Перечислите параметры ПИД-регулятора, которые подлежат настройке.
3. Каким образом можно настроить динамическое свойство объекта в SIMATIC WinCC?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9. Алгоритм автоматизированного пуска установки.

**Цель работы:**Реализовать алгоритм автоматизированного пуска лабораторной установки на языке SFC.

## Содержание работы:

1. Ознакомиться с редактором SFC-схем.
2. Ознакомиться с алгоритмом автоматизированного пуска установки.
3. Реализовать предложенный алгоритм автоматизированного пуска.
4. Произвести тестовый пуск установки.
5. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
6. Подготовить отчет.



**Рис. 58**. Редактор SFC-схем.

Язык Sequential Function Chart (последовательные функциональные схемы) – это графический язык программирования для последовательного управления технологическим процессом. При разработке в качестве основных единиц используются блоки состояний Step (Шаг) и логические переходы между ними Transition (Переход).

В блоке Step выполняются действия, которые задает разработчик, (например, открытие клапана, включение насоса и т.д.). Переход к следующему блоку осуществляется после того, как выполнятся все условия в блоке Transition. Задание действий и условий переходов происходит путем установки значений входных переменных CFC-блоков.

Алгоритм автоматизированного пуска лабораторной установки включает в себя следующие шаги:

1. Произвести закрытие всех регулирующих клапанов, независимо от их текущего состояния; удостовериться, что все контуры регулирования находятся в ручном режиме управления.

2. Открыть клапан, отвечающий за подачу питания.

3. Набрать определенный уровень в кубе колонны 10.

4. Закрыть клапан на подаче питания.

5. Приступить к нагреву установки, включив в работу ТЭН 19, расположенный в кубе колонны 10.

6. После достижения температуры в кубе колонны 100 °C, контур регулирования температуры перевести в автоматический режим.

7. Открыть регулирующий клапан 17 и подать воду в межтрубное пространство дефлегматора 11.

8. При появлении уровня во флегмовой емкости 12, включить в работу насос 7; контур регулирования расхода воды в дефлегматор перевести в автоматический режим.

Для реализации данного алгоритма необходимо выполнить следующие действия:

1. Переключитесь в режим Plant View.
2. Добавьте в проект SFC-схему (PLC > Insert New Object > SFC).
3. Откройте SFC-схему в редакторе.
4. Откройте свойства блока состояния START.
5. Произведите закрытие всех регулирующих клапанов. Для этого во вкладке Processing нажать кнопку Browse, найти параметр Process Cell(1)\Unit(1)\Function(1)\\FIC12\Valve.CloseMan и установить его значение 1 (True). Аналогичным образом выбрать параметр OpenMan, и установить его значение 0 (False). Это приведет к закрытию клапана на подаче питания во время работы алгоритма.
6. Для клапанов FIC11 и FIC17 повторите пункт 5.
7. Переименуйте блок условия перехода 1 в isClosed, открыть его свойства, во вкладке Condition нажать кнопку Browse, найти параметр Process Cell(1)\Unit(1)\Function(1)\\FIC12\FbkClosed.PV\_In и установить его значение 1 (True).
8. Для клапанов FIC11 и FIC17 повторите пункт 7 (рис. 55).
9. Добавьте новый блок Step + Transition после блока isClosed, воспользовавшись командой меню Insert.
10. Переименуйте добавленный блок состояния в OpenFV12\_1. Для открытия клапана на подаче питания установите в свойствах блока параметры следующим образом:

FIC12\Valve.CloseMan = 0

FIC12\Valve.OpenMan = 1.

1. Переименуйте добавленное условие перехода в LVBottom. В свойствах условия добавьте проверку значения уровня в кубе колонны:

FIC12\Valve.FbkClose.Value = 0

FIC12\Valve.FbkClose.Value = 1

LI13\Input1.PV\_Out.Value > 20.

1. Добавьте новый блок Step + Transition для закрытия клапана на линии подачи питания. Переименуйте блоки в соответствии с рис. 55. Определите перечень действий и условия перехода аналогично пунктам 5 и 7.
2. Создайте блок состояния HeatOn и установите в нем ручной режим работы ТЭНа.
3. Создайте условие перехода TempCondit и пропишите в этом блоке проверку значения температуры куба колонны:

TI3\Input1.PV\_Out.Value > 100.

1. Добавьте новый блок Step + Transition для открытия клапана FV17 на линии подачи воды в межтрубное пространство дефлегматора (см. пункт 12). В блоке состояния установите параметр открытия клапана, а в свойствах условия перехода пропишите появление уровня жидкости во флегмовой емкости.
2. Создайте и сконфигурируйте должным образом блок состояния, предназначенный для включения в работу насоса 7. В этом же блоке переведите контур расхода FIC17 в автоматический режим работы:

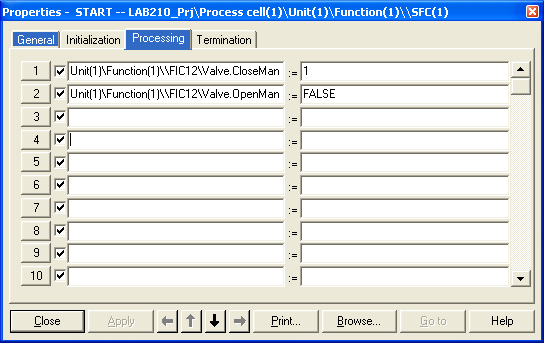
FIC17\PID.AutModOp = 1

FIC17\PID.ManModOp = 0

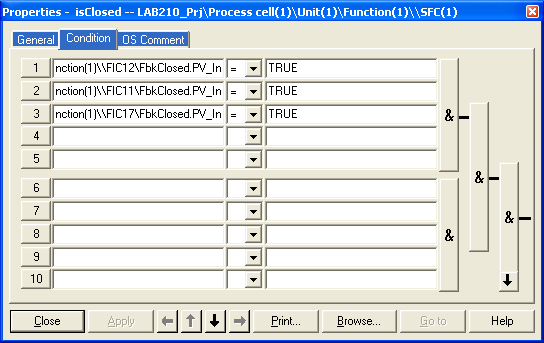
FIC17\Valve.AutModOp = 1.

Придерживаясь указанных действий, Вы получите работоспособный алгоритм, реализующий процедуру автоматизированного пуска установки в работу.

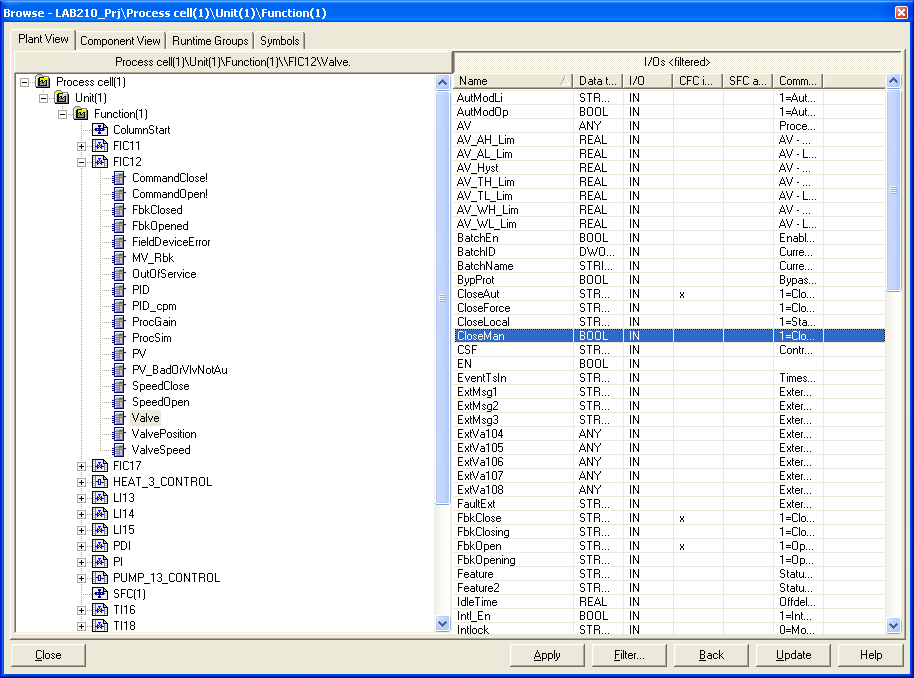
Осталось протестировать созданную SFC-диаграмму, произведя пробный пуск установки.



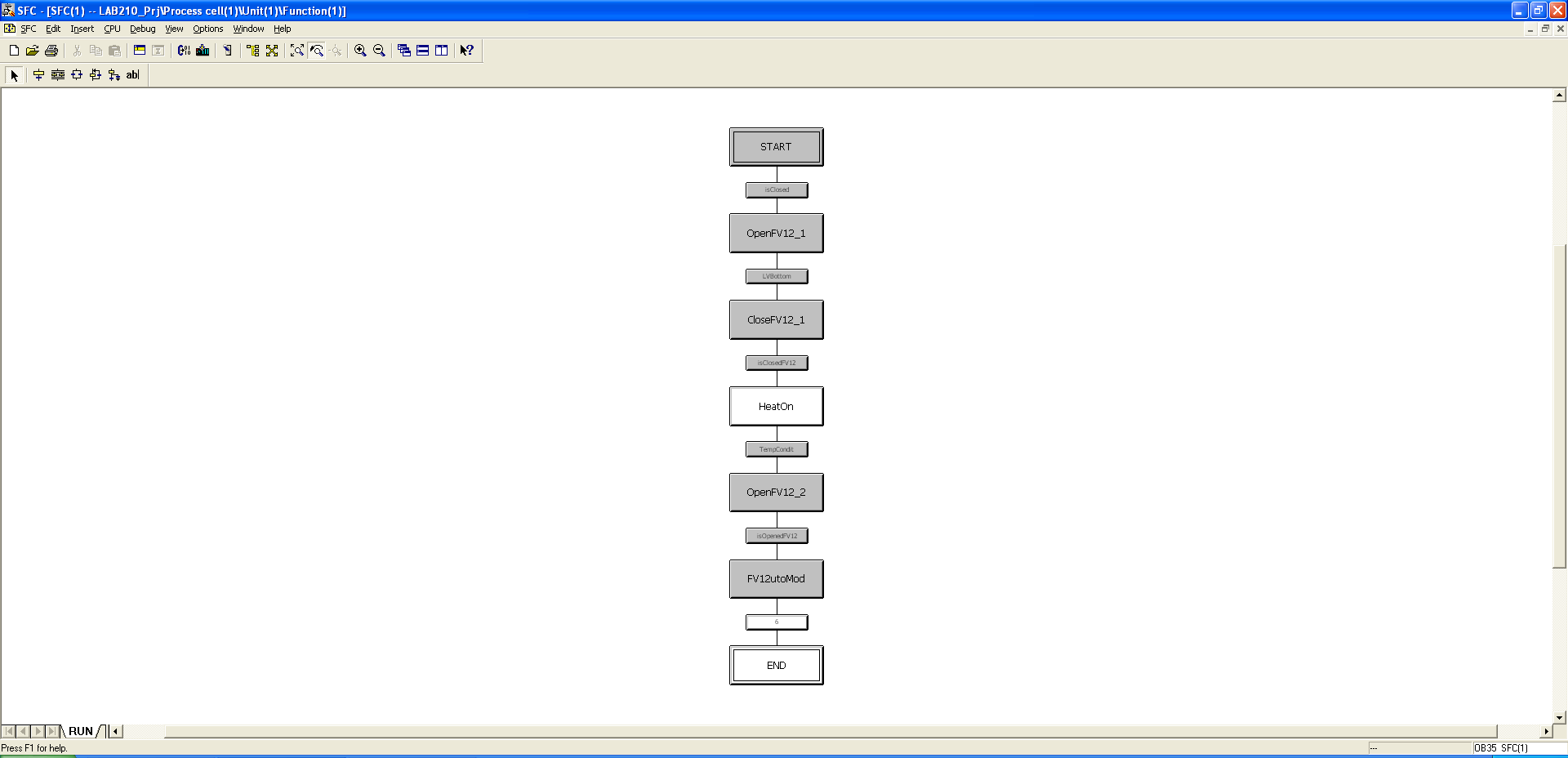
**Рис. 59**. Окно свойств блока состояния START.



**Рис. 60**. Окно свойств блока условия isClosed.



**Рис. 61**. Выбор переменной.



**Рис. 62**. SFC-диаграмма автоматизированного пуска.

## Контрольные вопросы

1. Что представляет собой язык SFC?
2. Расскажите о применении языка SFC в данной лабораторной работе?
3. Перечислите основные шаги алгоритма автоматизированного пуска.
4. Перечислите основные этапы реализации алгоритма автоматизированного пуска.

# Литература

1. Каталог продукции SIEMENS CA-01.
2. "SIEMENS" [электронный ресурс] –www.siemens.com.
3. Обучающие курсы по системе PCS 7 OnTourV7.
4. Руководство по программированию, создание блоков для PCS 7.
5. SIMATIC PCS 7 Compendium Configuration Guidelines. Operating Manual.
6. PCS 7 Advanced Process Library. Справочник по функциям.

# Приложение 1

Таблица 1. Таблица символов контроллера

| **Тэг** | **Физ. адрес** | **Тип** |
| --- | --- | --- |
| FIC\_11\_CLOSE | Q0.7 | BOOL |
| FIC\_11\_CLOSED | I0.7 | BOOL |
| FIC\_11\_FB | IW548 | WORD |
| FIC\_11\_FLOW | IW558 | WORD |
| FIC\_11\_OPEN | Q0.6 | BOOL |
| FIC\_11\_OPENED | I0.6 | BOOL |
| FIC\_12\_CLOSE | Q0.5 | BOOL |
| FIC\_12\_CLOSED | I0.5 | BOOL |
| FIC\_12\_DENS | ID646 | REAL |
| FIC\_12\_DENS\_QTY | IB650 | BYTE |
| FIC\_12\_FB | IW550 | WORD |
| FIC\_12\_FLOW | IW556 | WORD |
| FIC\_12\_MASS\_FLOW | ID596 | REAL |
| FIC\_12\_MASS\_FLOW\_QTY | IB600 | BYTE |
| FIC\_12\_OPEN | Q0.4 | BOOL |
| FIC\_12\_OPENED | I0.4 | BOOL |
| FIC\_12\_TEMP | ID651 | REAL |
| FIC\_12\_TEMP\_QTY | IB655 | BYTE |
| FIC\_12\_VOLUME\_FLOW | ID641 | REAL |
| FIC\_12\_VOLUME\_FLOW\_QTY | IB645 | BYTE |
| FIC\_17\_CLOSE | Q0.3 | BOOL |
| FIC\_17\_CLOSED | I0.3 | BOOL |
| FIC\_17\_DENS | ID626 | REAL |
| FIC\_17\_DENS\_QTY | IB630 | BYTE |
| FIC\_17\_FB | IW544 | WORD |
| FIC\_17\_MASS\_FLOW | ID581 | REAL |
| FIC\_17\_MASS\_FLOW\_QTY | IB585 | BYTE |
| FIC\_17\_OPE | NQ0.2 | BOOL |
| FIC\_17\_OPENED | I0.2 | BOOL |
| FIC\_17\_TEMP | ID631 | REAL |
| FIC\_17\_TEMP\_QTY | IB635 | BYTE |
| FIC\_17\_VOLUME\_FLOW | ID636 | REAL |
| FIC\_17\_VOLUME\_FLOW\_QTY | IB640 | BYTE |
| FIC\_20\_CLOSE | Q0.1 | BOOL |
| FIC\_20\_CLOSED | I0.1 | BOOL |
| FIC\_20\_FB | IW546 | WORD |
| FIC\_20\_OPEN | Q0.0 | BOOL |
| FIC\_20\_OPENED | I0.0 | BOOL |
| LI\_13\_LEVEL | IW512 | WORD |
| LI\_14\_LEVEL | IW566 | WORD |
| LI\_15\_LEVEL | IW568 | WORD |
| PDI\_10\_PRES\_DR | OP570 | IW |
| PI\_1\_PRES | ID621 | REAL |
| PI\_1\_PRES\_QTY | IB625 | BYTE |
| PUMP\_13\_CONTROL | Q2.1 | BOOL |
| TI\_16\_TEMP | IW564 | WORD |
| TI\_18\_TEMP | ID611 | REAL |
| TI\_18\_TEMP\_QTY | IB615 | BYTE |
| TI\_2\_TEMP | IW514 | WORD |
| TI\_3\_TEMP | IW516 | WORD |
| TI\_4\_TEMP | IW518 | WORD |
| TI\_5\_TEMP | IW528 | WORD |
| TI\_6\_TEMP | IW530 | WORD |
| TI\_7\_TEMP | IW532 | WORD |
| TI\_8\_TEMP | IW534 | WORD |
| TI\_9\_TEMP | IW560 | WORD |

**Учебное издание**

**Камалиев Тимур Сайфутдинович**

кандидат технических наук, доцент

**Созыкин Константин Юрьевич**

**Долганов Андрей Викторович**

кандидат технических наук, доцент

**ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС SIMATIC S7**

**ПРАКТИКУМ**

Корректор Белова И.М.

Худ. редактор Фёдорова Л.Г.

Сдано в набор 01.0916.

Подписано в печать 05.09.16.

Бумага писчая. Гарнитура Таймс.

Усл.печ.л. 3,875. Тираж 100.

Заказ №1.

НХТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ»,

г. Нижнекамск, 423570, ул. 30 лет Победы, д. 5а.