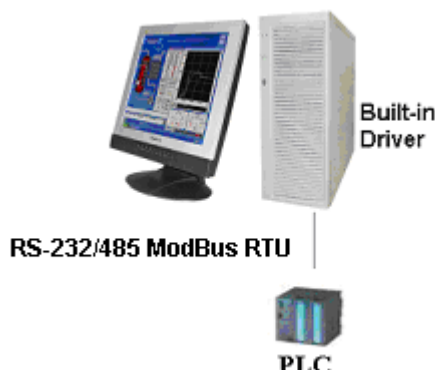


Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2005 – 2006 г.г.) .....	3
Тип 1. SCADA/HMI + PLC .....	3
Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic .....	5
Задание финального тура. Распределенная система управления .....	6
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2006 - 2007 г.г.) .....	7
Тип 1. SCADA/HMI + PLC .....	7
Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic .....	11
Задание финального тура. Резервированная система управления.....	14
Методические указания к финальному туру .....	14
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2007 – 2008 г.г.) .....	16
Тип 1. SCADA/HMI + PLC .....	16
Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic .....	19
Задание финального тура. Система управления с использованием Интранет/Интернет-доступа.....	22
Методические указания к финальному туру .....	22
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2008 - 2009 г.г.) .....	25
Тип 1. SCADA/HMI + PLC .....	25
Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic .....	28
Задание финального тура. Распределённая система управления. ....	30
Методические указания к финальному туру .....	31
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2009 – 2010 г.г.) .....	33
Тип 1. SCADA/HMI + PLC .....	33
Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic .....	35
Задание финального тура. АСТУЭ. ....	37
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2010 – 2011 г.г.) .....	38
Тип 1. SCADA/HMI + PLC .....	38
Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic .....	40
Задание финального тура. МЕТЕОСТАНЦИЯ .....	43
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2011 – 2012 г.г.) .....	45
Тип 1. SCADA/HMI + PLC .....	45
Тип 2. SCADA/HMI + Soft Logic .....	47
Задание финального тура. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ. ....	49
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2012 – 2013 г.г.) .....	50
Тип 1. SCADA/HMI + PLC .....	50
Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic .....	53
Задание финального тура. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ. ....	55
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2013 – 2014 г.г.) .....	56
Тип 1. SCADA/HMI + PLC .....	56
Тип 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC .....	57
Задание финального тура. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БУНКЕРОМ .....	59
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2014 – 2015 г.г.) .....	60
Тип 1. SCADA/HMI + PLC .....	60

Тип 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC .....	62
Задание финального тура. ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ПЛК МК-500-12.....	63
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2015 – 2016 г.г.) .....	64
Тип 1. SCADA/HMI + PLC.....	64
Тип 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC .....	66
Задание финального тура. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ.....	69
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2016 – 2017 г.г.) .....	69
Тип 1. SCADA/HMI + PLC.....	69
Тип 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC .....	72
Задание финального тура СИСТЕМА ДИСКРЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ .....	74

# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2005 – 2006 г.г.)

## Тип 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы мониторинга технологического объекта в базовой версии TRACE MODE **6.02.1**. Датчики с выходными дискретными (индикаторы, сигнализаторы) и аналоговыми (температура, давление, уровень, расход) сигналами обрабатываются **PLC**, подключенным к последовательному порту операторской станции, протокол обмена – **ModBus/RTU**. В операторской станции используется последовательный порт **COM1** со следующими настройками: **57600,n,8,1** без управления передачей. Адрес PLC - **7**. Количество запрашиваемых у PLC сигналов: **DI – 32, AI – 96**.

Данные в PLC расположены следующим образом:

**DI**: в **coils** с начальным смещением **0x80**, т.е. в области **0x80 – 0x9f**;

**AI**: в двухбайтовых входных регистрах (**input registers**) с начальным смещением **0x64**, т.е. в области **0x64 – 0xc3**. Аналого-цифровой преобразователь в PLC **12-ти** разрядный, коды в диапазоне (0–4095) соответствуют относительным значениям технологических параметров (0–100%). Границы (нижние/верхние предупредительные/аварийные) устанавливаются разработчиком. Сконфигурировать для операторской станции отчет тревог и задать для него занесение сообщений по восьми **DI** и восьми **AI**.

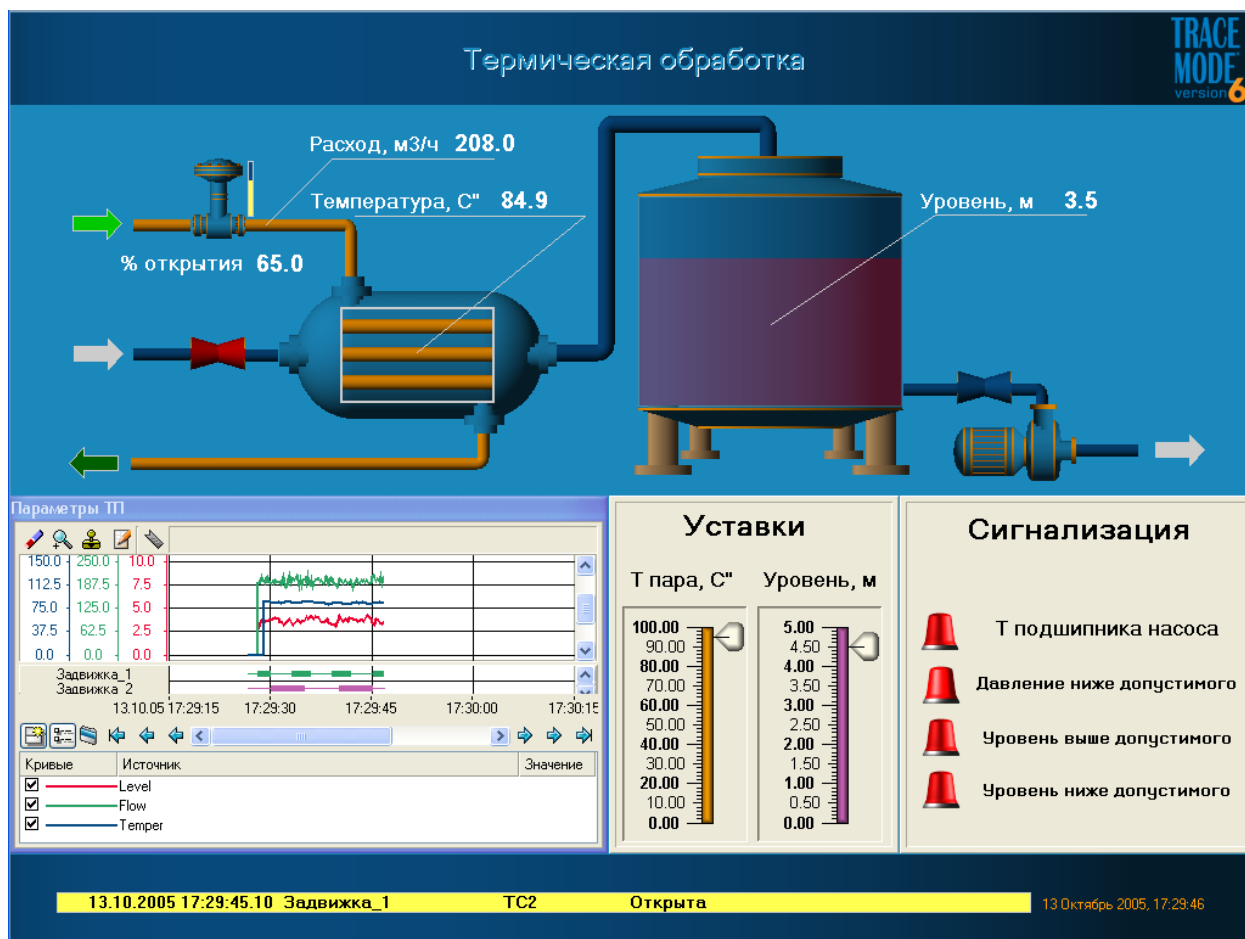
**На графическом экране должны быть\*:**

- заголовок с названием процесса (ТП);
- мнемосхема ТП с анимацией;
- тренд основных параметров ТП (аналоговых и дискретных);
- строка отчета тревог.

\* - на экран операторской станции должны быть выведены не менее **16 DI+AI**, например, первые восемь **AI** и первые восемь **DI**. При разработке графического экрана рекомендуется использовать библиотечные графические объекты.

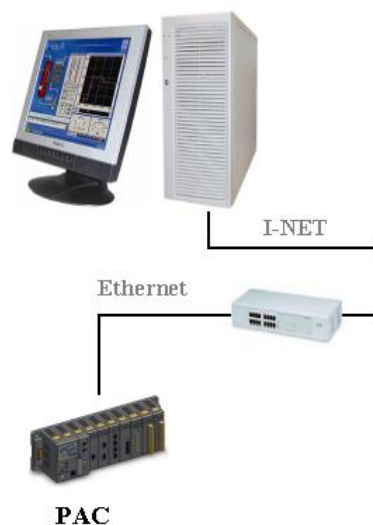
*Для экспресс-отладки проекта могут оказаться полезными нуль-модемный кабель и симулятор **ModBus-Slave** устройства, например, <http://www.win-tech.com/demos/modsim32.zip> (251 КБ). Однако следует учесть, что время непрерывной работы данного симулятора ограничено тремя минутами.*

Примерный вид графического экрана:



Здесь мнемосхема ТП выполнена с помощью библиотечных графических объектов – **valve\_1** (отредактирован вид и добавлена динамизация атрибута Базовый цвет), **valve\_2**, **tank\_1** (отредактирован атрибут Прозрачность), **coolheating\_2**, **pump\_2** и видеоклипа **lamp\_alarm\_red**. С помощью графического элемента (ГЭ) **Текст** выведены численные значения четырех каналов, с помощью динамической заливки для ГЭ **Объемный цилиндр** и **Прямоугольник** выполнено отображение уровня заполнения емкости и положение штока регулирующего клапана. С помощью ГЭ **Ползунок** отображены уставки для двух технологических параметров. На ГЭ **Тренд** выведены три кривые основных технологических параметров, там же индицируется открытие/закрытие для двух задвижек. На мнемосхеме ТП также цветом отображается состояние задвижек и определена цветовая индикация наличия/отсутствия потока – динамизация атрибута Заливка для четырех ГЭ **Стрелка**. Сигнализация по четырем параметрам выполнена с использованием видеоклипа. В нижней части экрана с помощью ГЭ **Строка ОТ** выводится последняя запись из файла отчета тревог и, наконец, в правом нижнем углу выводится текущее время с использованием ГЭ **Календарь**.

## Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic



Создать проект системы автоматизации для двух узлов – **консоли TRACE MODE** (операторской станции) и **контроллера WinCon 8000** в **базовой** версии TRACE MODE **6.02.1**. Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется **по сети**. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в консоли – **второй**.

### Проект должен включать:

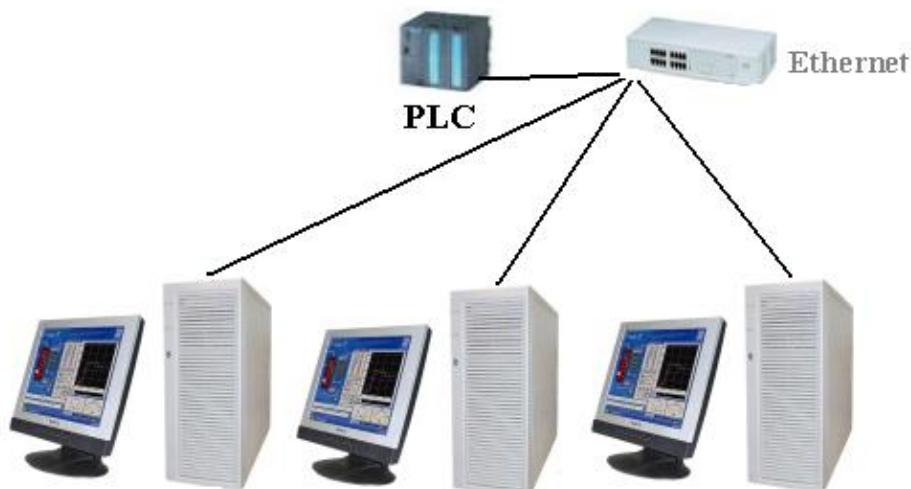
- четыре независимых контура **ПИД-регулирования** (выбор языка программирования и тип исполнительного механизма не регламентируются) параметров ТП (например, уровень) **в контроллере \***;
- мнемосхему с названием ТП, трендами реального времени и средствами задания уставок параметров ТП **на операторской станции**;
- **всплывающие** окна настроек параметров ПИД-регуляторов на операторской станции либо использование для тех же целей **графических слоев** основного экрана;
- сохранение значений параметров ТП (период **1 секунда**) с меткой времени в **СУБД MS Access \*\***.

\* - для имитации реальных параметров ТП использовать встроенную модель **Объект 1-го порядка** (группа **Модели** слоя **Источники/Приемники**). Рекомендуемые параметры модели: коэффициент передачи **1**, постоянная времени **10**. Параметры ТП представляются в **относительных** величинах.

\*\* - файл БД с расширением **mdb** отправляется **вместе** с файлом проекта по E-mail.

*Для выполнения задания второго тура потребуется установить на ПК СУБД MS Access. Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE 6.02.1), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».*

## Задание финального тура. Распределенная система управления



Разработать распределенную систему управления, включающую PLC и три операторских станции с использованием версии TRACE MODE 6.03. В качестве PLC используется устройство **I-8831-MTCP** (ICP DAS).

**Участник 1** работает с установленными в слот 1 модулем I-87013 и в слот 2 – I-8064. К входу первого канала модуля I-87013 подключен датчик TC с градуировкой **Pt100**. Выходы модуля I-8064 (все восемь) введены в цепи управления питанием подсветки символов на левом табло с надписью «TRACE MODE\*». В адресном пространстве PLC измеряемое значение температуры содержится в двухбайтовом входном регистре (**input register**) по адресу **0x0** (**преобразование 0-32767 в 0-100**), дискретные выходы – в битовых ячейках (**Single Coils**) по адресам **0x0-0x7**.

**Участник 2** работает с установленными в слот 3 модулем I-87018 и в слот 4 – I-8064. К входу первого канала модуля I-87018 подключен датчик ТЭП с градуировкой **Type K** (XA). Выходы модуля I-8064 (все восемь) введены в цепи управления питанием подсветки символов на правом табло с надписью «TRACE MODE\*». В адресном пространстве PLC измеряемое значение температуры содержится в двухбайтовом входном регистре (**input register**) по адресу **0x4** (**преобразование – множитель=0.04**), дискретные выходы – в битовых ячейках (**Single Coils**) по адресам **0x8-0xF**.

PLC поддерживает протокол обмена **ModBus/TCP**, IP-адрес PLC – **192.168.2.124**, адрес контроллера 1. Для каждой операторской станции необходимо отображать на графическом экране измеренную температуру в цифровом виде и на тренде, а также создать средства автоматизированного управления подсветкой символов на табло с индикацией текущего состояния. На графическом экране должна быть надпись «Финал 1-го SCADA-чемпионата», логотип TRACE MODE и выведены текущие дата и время.

Победителем будет признан участник, первым включившим все символы на своем табло со всех трех операторских станций.

**\*- символы «Е» на табло запараллелены;**

# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2006 - 2007 г.г.)

## Тип 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы автоматизации технологического объекта в **базовой** версии TRACE MODE **6.05**. Задача системы – контролировать профиль температурного поля по высоте аппарата и **вычислять** среднее значение температуры. В случае **превышения** допустимой величины средней температуры формировать дискретный сигнал отключения нагрева.

Датчики температуры – ТЭП градуировки **XA** (Type K) расположены в восьми зонах аппарата и подключены к входам модуля **I-87018**, установленного в один из слотов корзины **I-87K4**. Модуль дискретного вывода **I-87068** также установлен в слот корзины, отключение нагрева осуществляется замыканием контакта реле – **DO0**. Корзина **I-87K4** соединена с последовательным портом **COM1** операторской станции через автоматический конвертор RS485/232 со следующими настройками: **115200,n,8,1** без управления передачей. Адрес модуля **I-87018** в сети RS485 – **1**, адрес модуля **I-87068** – **2**. Диапазон контролируемых температур – **(0–100°C)**, границы (нижние/верхние предупредительные/аварийные) устанавливаются разработчиком.

Сконфигурировать для операторской станции **отчет тревог** и задать для него занесение сообщений по всем входным и выходным сигналам с помощью соответствующих словарей сообщений.

### На графическом экране должны быть:

- логотип TRACE MODE;
- заголовок с названием процесса;
- дата/время;
- мнемосхема процесса с анимацией;
- тренд среднего значения температуры в аппарате;
- строка отчета тревог.

*Для экспресс-отладки проекта может быть использована привязка стандартного генератора, например, синусоиды к источникам входных сигналов и применение глубины отслеживания привязки равной 2 перед процедурой сохранения проекта для МРВ.*

Примерный вид графического экрана:

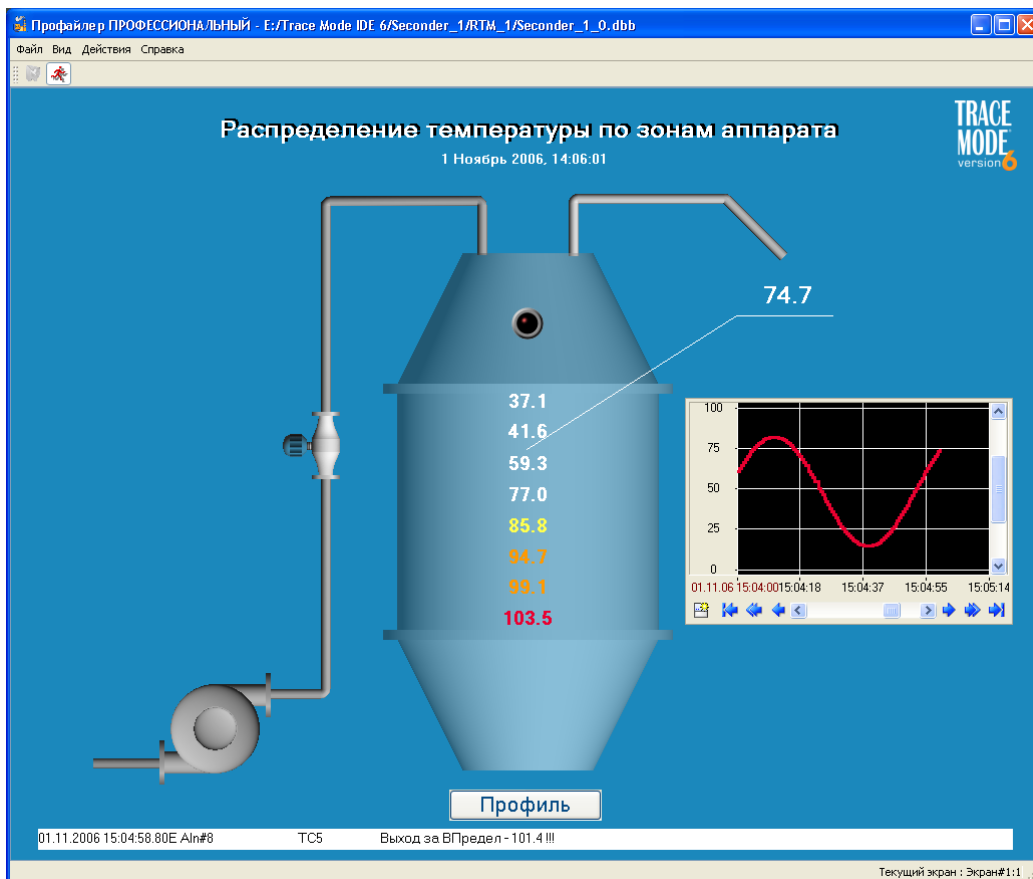


Рис.1 Отображение первого слоя графического экрана.

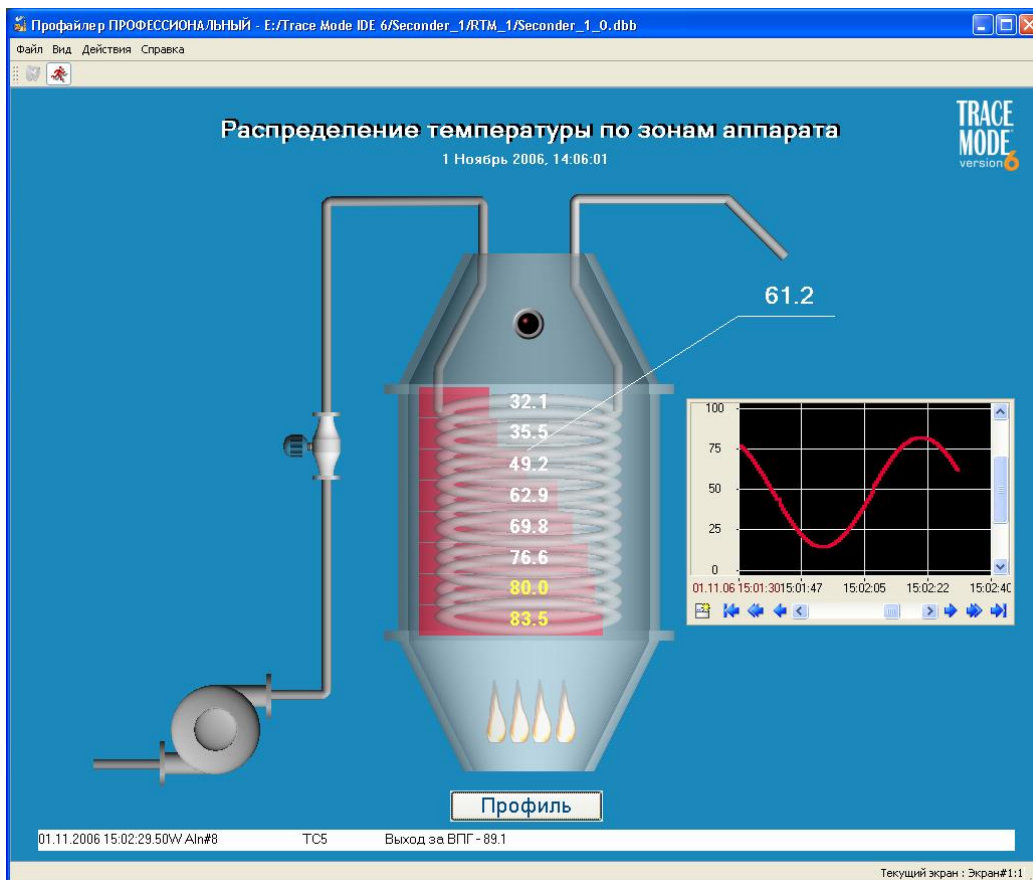


Рис.2 Отображение второго слоя графического экрана.



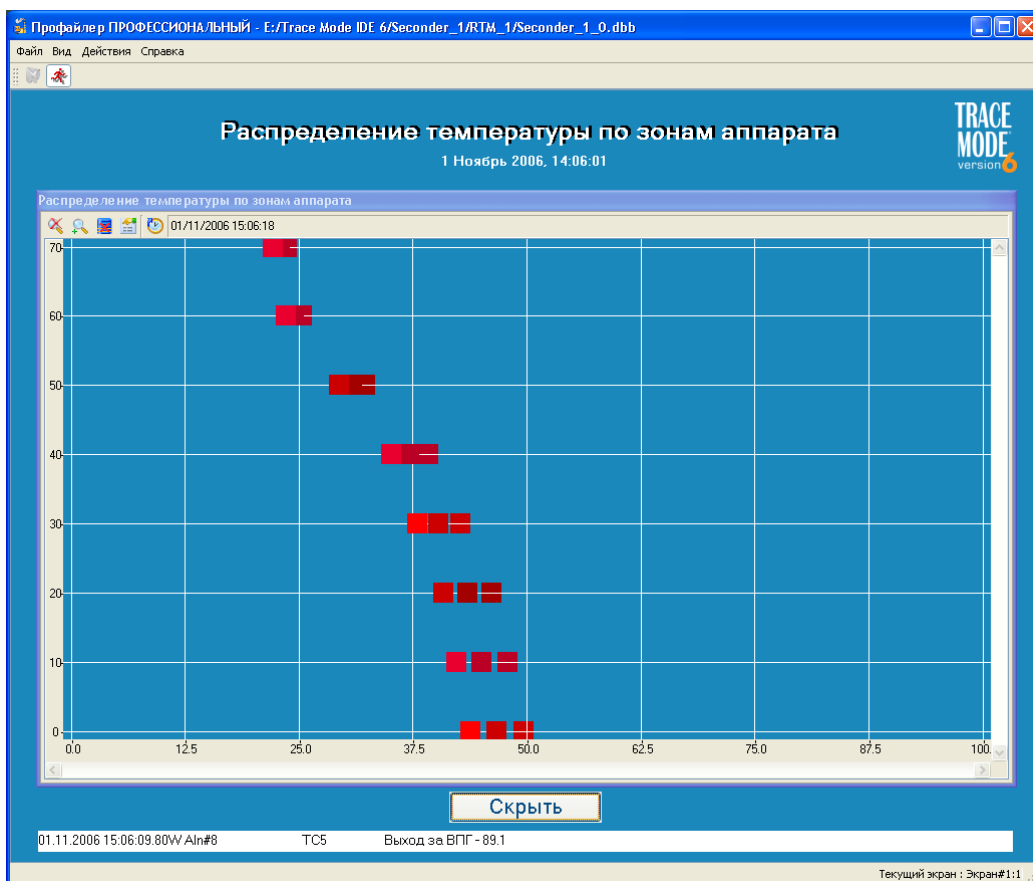


Рис.3 Отображение третьего слоя графического экрана.

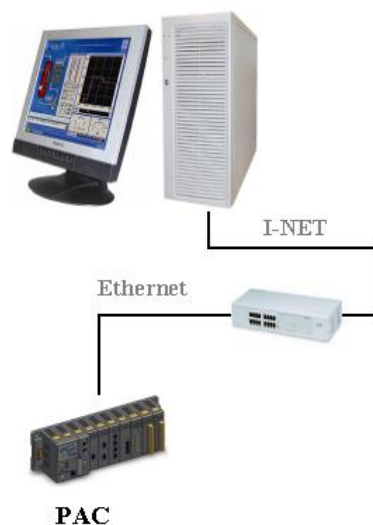
Графический экран использует **три** слоя. В **первом** слое (постоянно отображающемся) с помощью графических элементов (ГЭ) **Текст** отображается наименование технологического процесса, с помощью ГЭ **Дата и время** – системное время, в правом верхнем углу – логотип TRACE MODE. С помощью объемных ГЭ **Насос**, **Клапан**, **Емкость** и **Труба** выполнено отображение технологического аппарата. Размещенный в верхней части емкости стандартный видеоклип индицирует состояние дискретного выхода. В средней части емкости с помощью ГЭ **Текст** отображаются значения измеряемых температур по восьми зонам. Вычисляемое значение средней температуры также выполнено с помощью ГЭ **Текст** и вынесено вправо от емкости. В правой части экрана с помощью ГЭ **Тренд** отображается среднее значение температуры в аппарате. Под емкостью с помощью ГЭ **Кнопка** производится управление видимостью **третьего** слоя, в котором расположен ГЭ **Тренд ХУ**, предназначенный для отображения профиля температуры по высоте аппарата (используются восемь фиксированных отметок: 0, 10, 20...70). В нижней части экрана с помощью ГЭ **Строка ОТ** выводится последняя строка из отчета тревог. Во **втором** слое графического экрана выполнено отображение внутренней структуры технологического аппарата – здесь используются объемные ГЭ с настроенным атрибутом **Прозрачность**. На заднем плане емкости с помощью восьми ГЭ **Прямоугольник** с настроенным атрибутом **Динамическая заливка** выполнено отображение профиля температур по высоте аппарата. В нижней части емкости размещены стандартные видеоклипы, имитирующие процесс нагрева. Управление видимостью второго слоя выполнено с помощью динамизации ГЭ **Емкость**, размещенной в **первом** слое.

#### Методические указания к первому туру.

1. подключение модулей удаленного ввода/вывода по последовательным коммуникациям;

2. разработка алгоритмов обработки данных на языках стандарта **МЭК 61-131/3**;
3. разработка графического интерфейса, использование и управление видимостью слоев графического экрана в реальном времени;
4. настройка отчета тревог узла, использование словарей сообщений;
5. использование глубины отслеживания привязки к источникам/приемникам для проведения отладки проекта без подключения к реальному УСО.

## Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic



Создать проект автоматизированной системы управления позиционированием для двух узлов – узла **МРВ** (операторской станции) и узла **EmbeddedRTM** контроллера WinCon 8000 в **базовой** версии **TRACE MODE 6.04**. Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется **по сети\***.

В **слот 1** контроллера установлен модуль дискретного вывода **I-8064**, с помощью которого производится управление исполнительными механизмами - восемью пневмоцилиндрами,, задающих маршрут движения робота. Операторская станция осуществляет **два** режима работы контроллера. **Первый** – установка и фиксирование состояния пневмоцилиндров по записи, считываемой из БД **MS Access\*\***. **Второй** – управление работой программы, исполняющейся в контроллере, устанавливающей состояние пневмоцилиндров. По команде **СТАРТ** происходит непрерывное последовательное включение на каждом цикле пересчета базы каналов пневмоцилиндров, начиная с первого и заканчивая восьмым, а затем такое же последовательное выключение – начиная с восьмого и заканчивая первым. По команде **СТОП** процесс должен останавливаться, по повторной команде **СТАРТ** – возобновляться. По команде **СБРОС** все пневмоцилиндры должны быть выключены и зафиксированы в выключенном состоянии.

### Проект должен включать:

- мнемосхему с названием технологического процесса;
- логотип **TRACE MODE**;
- системное время;
- средства выбора режима работы контроллера;
- отображение текущего состояния пневмоцилиндров как в виде индикатора, так и с помощью динамизированного изображения\*\*\*;
- **всплывающие** окна настроек параметров режимов на операторской станции либо использование для тех же целей **графических слоев** основного экрана.

\* - при настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в МРВ – **второй**.

\*\* - файл БД с расширением **mdb** отправляется **вместе** с файлом проекта по E-mail.

\*\*\* - запакованный файл с изображениями необходимо «скачать» с сайта.

*Для выполнения задания второго тура потребуется установить на ПК СУБД **MS Access**. Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию **TRACE MODE**), объединенных в сеть, так и на*

*одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».*

Примерный вид графического экрана:



Рис. 1 Режим работы с БД

Графический экран использует **три** слоя. В **первом** слое (постоянно отображающемся) с помощью графических элементов (ГЭ) **Текст** отображается наименование технологического процесса, с помощью ГЭ **Дата и время** – системное время, в правом верхнем углу – логотип TRACE MODE. В левой части экрана используется динамизированное по данным, поступающим из контроллера, изображение (набор файлов в формате **bmp**, введенных в ресурсы проекта) текущего состояния робота. С помощью полупрозрачных объемных ГЭ **Сфера** выполнено отображение каждого дискретного выхода в контроллере. Управление выбором режима работы осуществляется с помощью ГЭ **Кнопка**, с помощью которой выполняется и управление видимостью слоями, в которых расположены средства управления выбранного режима. Во **втором** слое размещены ГЭ **Кнопка** исполнения запроса из БД, отображение считанного из БД состояния пневмоцилиндров и ГЭ **Кнопка** посылки данного значения в контроллер.

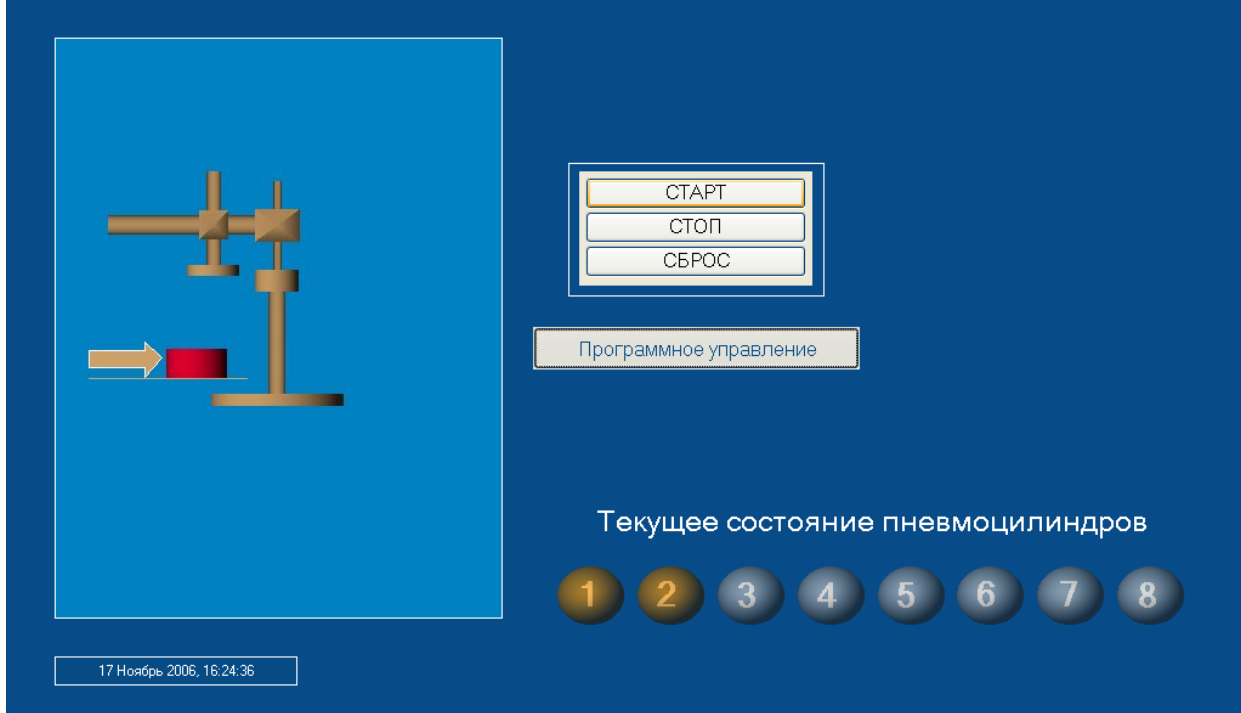


Рис. 2 Управление программой в контроллере

В третьем слое с помощью ГЭ **Группа кнопок** осуществляется управление программой в контроллере – СТАРТ/СТОП/СБРОС.

## Задание финального тура. Резервированная система управления



Разработать резервированную систему управления, включающую PLC и два узла операторских станций – партнеров по резерву с использованием релиза **6.05 TRACE MODE**.

В качестве PLC используется устройство **I-8831-MTCP** (ICP DAS).

**Финалист А** работает с установленными в слот 1 модулем I-87013 и в слот 2 – I-8064. К входу первого канала модуля I-87013 подключен датчик ТС с градуировкой **Pt100**. Выходы модуля I-8064 (все восемь) введены по схеме «И» в цепи управления питанием левого прожектора. В адресном пространстве PLC измеряемое значение температуры содержится в двухбайтовом входном регистре (**input register**) по адресу **0x0** (**преобразование 0-32767 в 0-100**), дискретные выходы – в битовых ячейках (**Single Coils**) по адресам **0x0-0x7**.

**Финалист Б** работает с установленными в слот 3 модулем I-87018 и в слот 4 – I-8064. К входу первого канала модуля I-87018 подключен датчик ТЭП с градуировкой **Type K** (XA). Выходы модуля I-8064 (все восемь) введены по схеме «И» в цепи управления питанием правого прожектора. В адресном пространстве PLC измеряемое значение температуры содержится в двухбайтовом входном регистре (**input register**) по адресу **0x4** (**преобразование – множитель=0.04**), дискретные выходы – в битовых ячейках (**Single Coils**) по адресам **0x8-0xF**.

PLC поддерживает протокол обмена **ModBus/TCP**, IP-адрес PLC – **192.168.10.124**, адрес контроллера **1**.

На операторской станции требуется отображать текущий статус узла, измеренную температуру в цифровом виде и на тренде, а также создать средства автоматизированного управления прожектором с индикацией текущего состояния дискретных выходов. На графическом экране должна быть надпись «**Финал 2-го SCADA-чемпионата**», логотип **TRACE MODE** и выведены текущие дата и время.

Разработанный проект необходимо запустить на обоих узлах, причем на узле в статусе **WORK** выполнить включение прожектора, а затем, отключив данный узел, на резервном (перешедшем из статуса **TRACE** в **WORK**) – отключить прожектор.

Победителем будет признан участник, первым выполнивший данное упражнение.

### Методические указания к финальному туру

1. протокол обмена Modbus/TCP;
2. создание резервов, настройка параметров встроенного алгоритма переключения узлов;
3. синхронизация атрибутов каналов в резервированных узлах.

Чтение данных из **Input Registers** PLC выполняется с помощью команды **Rin\_Word(4)**;

Формирование дискретных выходов выполняется индивидуально с помощью команд **W\_SingleCoil(5)**, либо групповым образом командой **W\_Byte(15)**;

Чтение дискретных выходов выполняется с помощью команды **Rout\_Byte(1)**;

Настройка параметров встроенного алгоритма переключения резервов (периодов и таймаутов) задается во вкладке **Дополнительно** бланка редактирования узла.

Синхронизация данных реального времени, связанных с аппаратными Источниками/Приемниками настраивается с помощью задания масок переключения режимов для системной переменной **@Input\_Output** во вкладке **Отчет тревог/Дамп/Параметры** бланка редактирования узла, периодом послышки сообщения о присутствии в сети (вкладка **Дополнительно**) и выставлением флага **READ** для дампа во вкладке **Архивация** бланка редактирования канала (сам файл дампа при этом можно не создавать).

Синхронизация каналов не связанных с аппаратурой ввода/вывода использует описанный выше механизм с предварительной привязкой данных каналов с **источниками**, создаваемых в группе **Источники/Приемники/Генераторы**.

# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2007 – 2008 г.г.)

## Тип 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы автоматизации технологического объекта в **базовой** версии TRACE MODE **6.05.1**. Задача системы – контролировать параметры товарного парка жидкого продукта – уровень и температуру в восьми емкостях.

Датчики, установленные в каждой емкости - уровня (1 шт.) и температуры (7 шт., расположенные в четырех зонах по высоте емкости) имеют унифицированный выходной сигнал (0 – 10 В) и подключены к входам восьми модулей **ADAM-5017**, установленных в слоты контроллера **ADAM-5000E**. Контроллер **ADAM-5000E**, имеющий адрес **1** в сети RS485, соединен с последовательным портом **COM1** операторской станции через *автоматический* конвертор RS485/232 со следующими настройками: **19200,n,8,1** без управления передачей.

Диапазон контролируемых уровней – **(0-100%)**, температур – **(0-100°C)**, границы (нижние/верхние предупредительные/аварийные) как для уровня, так и для температур устанавливаются разработчиком.

Сконфигурировать для операторской станции **отчет тревог** и задать для него занесение сообщений по всем входным и выходным сигналам с помощью соответствующих **словарей сообщений**.

### На графическом экране должны быть:

- логотип TRACE MODE;
- заголовок с названием процесса;
- дата/время;
- мнемосхема процесса;
- строка отчета тревог.

*Для экспресс-отладки проекта может быть использована привязка стандартного генератора, например, синусоиды к источникам входных сигналов и применение глубины отслеживания привязки равной 2 перед процедурой сохранения проекта для MPB.*

Примерный вид графического экрана:



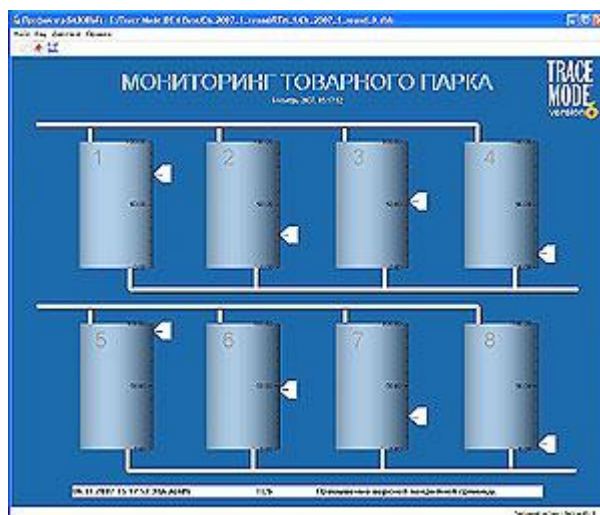


Рис.1 Отображение основного (первого) слоя графического экрана.

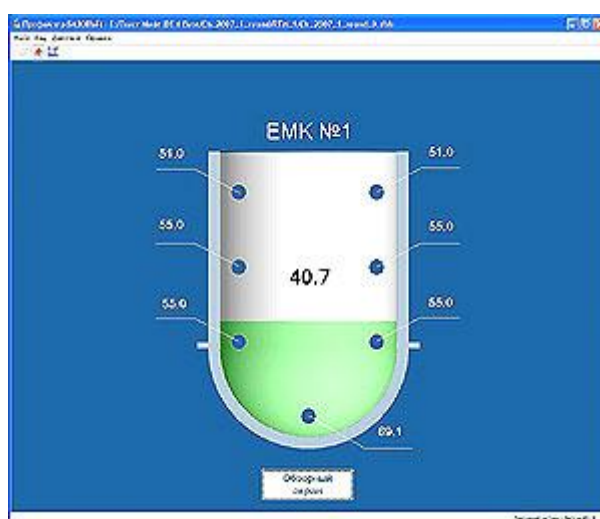


Рис.2 Отображение второго слоя графического экрана.

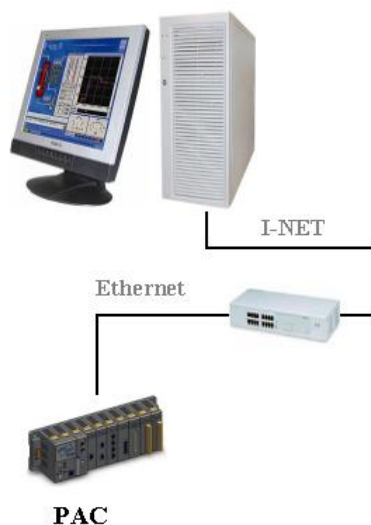
Графический экран использует **три** слоя. В **первом** слое (постоянно отображающемся) с помощью графических элементов (ГЭ) **Текст** отображается наименование технологического процесса, с помощью ГЭ **Дата и время** – системное время, в правом верхнем углу – **логотип** TRACE MODE. С помощью объемных ГЭ **Емкость** и **Труба** выполнено отображение товарного парка. Измеренные значения уровней в емкостях отображаются с помощью ГЭ **Ползунок** и вынесены вправо от емкостей. В нижней части экрана с помощью ГЭ **Строка ОТ** выводится последняя строка из отчета тревог. Во **втором** и **третьем** слоях графического экрана выполнено отображение внутренней структуры соответственно первой и второй емкостей – здесь используются объемные ГЭ **Емкость** с настроенным атрибутом **Прозрачность**. На заднем плане емкости с помощью плоского ГЭ **Овал** с настроенным атрибутом **Динамическая заливка** выполнено отображение уровня продукта. Измеренные значения температур внутри емкости отображаются с помощью ГЭ **Текст**. Управление видимостью второго и третьего слоев выполнено с помощью динамизации ГЭ **Емкость 1** и **2**, размещенных в **первом** слое и ГЭ **Кнопка** в соответствующих слоях.

#### Методические указания к первому туру.

6. подключение модулей удаленного ввода/вывода по последовательным коммуникациям;

7. разработка графического интерфейса с помощью графических объектов, использование и управление видимостью слоев графического экрана в реальном времени;
8. настройка отчета тревог узла, использование словарей сообщений;
9. использование глубины отслеживания привязки к источникам/приемникам для проведения отладки проекта без подключения к реальному УСО.

## Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic



Создать в **базовой** версии TRACE MODE **6.05.1** проект автоматизированной системы мониторинга с резервированием УСО для ответственных применений, включающую два узла – узел **RTM** (операторская станция под управлением ОС Windows XP) и узел **MicroRTM** - контроллер с ОС MS DOS. В слоты контроллера установлены две платы аналогового ввода AI16-5A, одна из которых с базовым адресом ввода/вывода 0x150 является основной, вторая с базовым адресом 0x170 – резервной. К каждой плате подключено 256 датчиков технологических параметров, имеющих выходной диапазон (0-10) В. Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется **по сети\***.

Контроллер осуществляет непрерывный опрос всех подключенных к нему сигналов от датчиков, а в случае отказа хотя бы одного из входов платы AI 15-5A необходимо выполнить переключение на резервную плату. Момент времени переключения и текущий базовый адрес ввода/вывода платы автоматически фиксируется узлом MPB в реляционную базу данных **MS Access**. Операторская станция также должна иметь средства просмотра любого из 256 технологических параметров на тренде, сохранять их в СПАД-архиве, а также контролировать на графическом экране текущий базовый адрес платы AI 16-5A, время последнего переключения на резервную плату, статус и IP-адрес контроллера, ошибки обмена данными с контроллером по сети и ошибки помещения данных в СПАД.

### Проект должен включать:

- **название** проекта;
- **логотип** TRACE MODE;
- системное **время**;
- **тренд** для просмотра реальных и архивных значений всех технологических параметров;
- **всплывающее** окно для вывода диагностической информации на операторской станции либо использование для тех же целей **графических слоев** основного экрана.

\* - при настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в MPB – **второй**.

\*\* - файл БД с расширением **mdb** отправляется **вместе** с файлом проекта по E-mail.

Для выполнения задания второго тура потребуется установить на ПК СУБД MS Access. Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».

Примерный вид графического экрана:

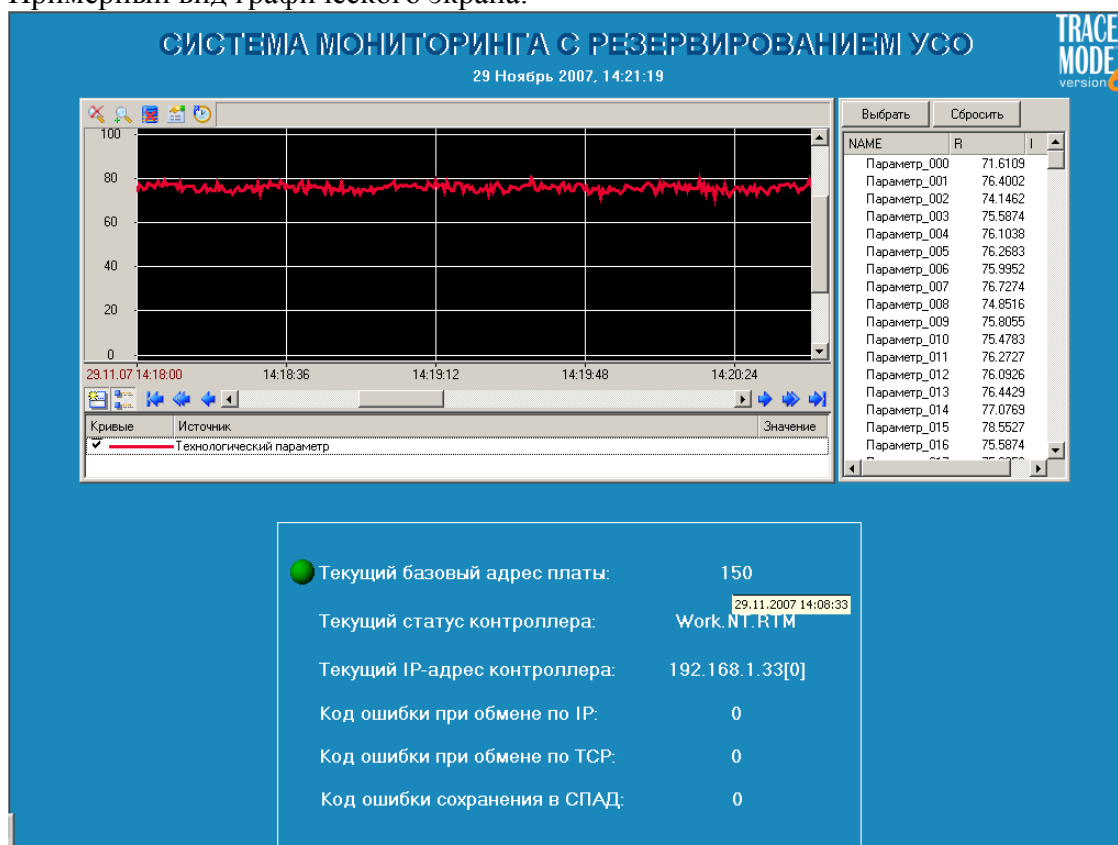


Рис. 3 Экран узла RTM

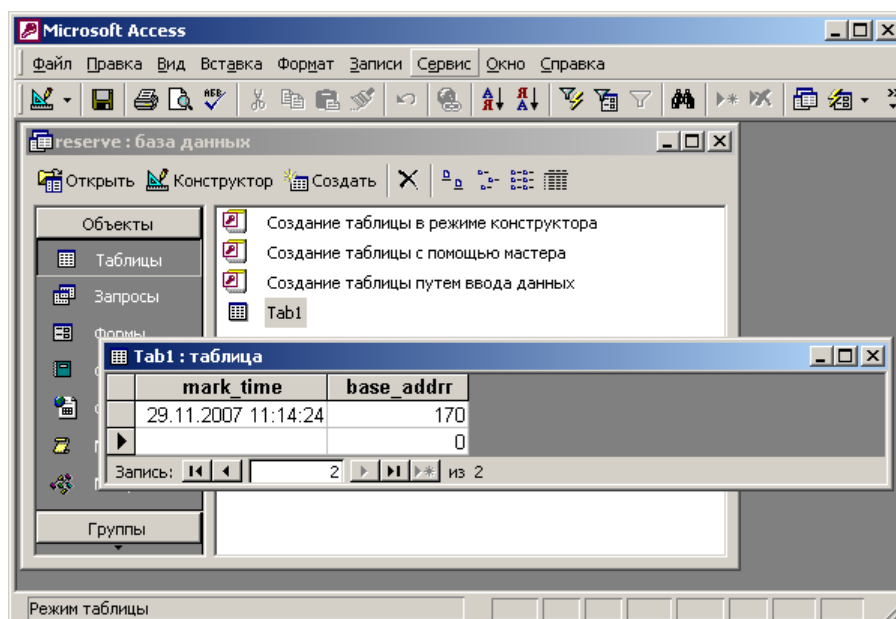


Рис. 4 Запись в СУБД MS Access о моменте переключения на резервную плату

Текущий базовый адрес платы:	150
Текущий статус контроллера:	Work. NTCPU
Текущий IP-адрес контроллера:	192.168.1.33[0]

**Рис. 5** Всплывающая подсказка с меткой времени перехода на резерв

## **Задание финального тура. Система управления с использованием Интранет/Интернет-доступа**



Разработать систему управления, включающую PLC и три узла операторских станций – с использованием TRACE MODE DATA CENTER.

В качестве PLC используется устройство **I-8831-MTCP** (ICP DAS).

**Финалист А** работает с установленными в слот 1 модулем I-87013 и в слот 2 – I-8064. К входу первого канала модуля I-87013 подключен датчик ТС с градуировкой **Pt100**. Выходы модуля I-8064 (все восемь) введены по схеме «И» в цепи управления питанием левого прожектора. В адресном пространстве PLC измеряемое значение температуры содержится в двухбайтовом входном регистре (**input register**) по адресу **0x0** (**преобразование 0-32767 в 0-100**), дискретные выходы – в битовых ячейках (**Single Coils**) по адресам **0x0-0x7**.

**Финалист Б** работает с установленными в слот 3 модулем I-87018 и в слот 4 – I-8064. К входу первого канала модуля I-87018 подключен датчик ТЭП с градуировкой **Type K** (ХА). Выходы модуля I-8064 (все восемь) введены по схеме «И» в цепи управления питанием правого прожектора. В адресном пространстве PLC измеряемое значение температуры содержится в двухбайтовом входном регистре (**input register**) по адресу **0x4** (**преобразование – множитель=0.04**), дискретные выходы – в битовых ячейках (**Single Coils**) по адресам **0x8-0xF**.

PLC поддерживает протокол обмена **ModBus/TCP**, IP-адрес PLC – **192.168.10.124**, адрес контроллера **1**.

На первом ПК требуется разработать и запустить узел **RTM** для приема данных о температуре и организации управления прожектором, а также настроить и запустить **TRACE MODE DATA CENTER**. На встроенных консолях в браузере Internet Explorer на двух остальных ПК - отображать измеренную температуру в цифровом виде и на тренде, а также реализовать автоматизированное управление прожектором. На графическом экране консоли должна быть надпись «**Финал 3-го SCADA-чемпионата**» и логотип **TRACE MODE**.

Победителем будет признан участник, первым отобразивший температуру на обоих браузерах и включивший прожектор на последнем ПК.

### **Методические указания к финальному туру**

4. протокол обмена Modbus/TCP;
5. разработка узлов Embedded Console;
6. использование и настройка TRACE MODE DATA CENTER.

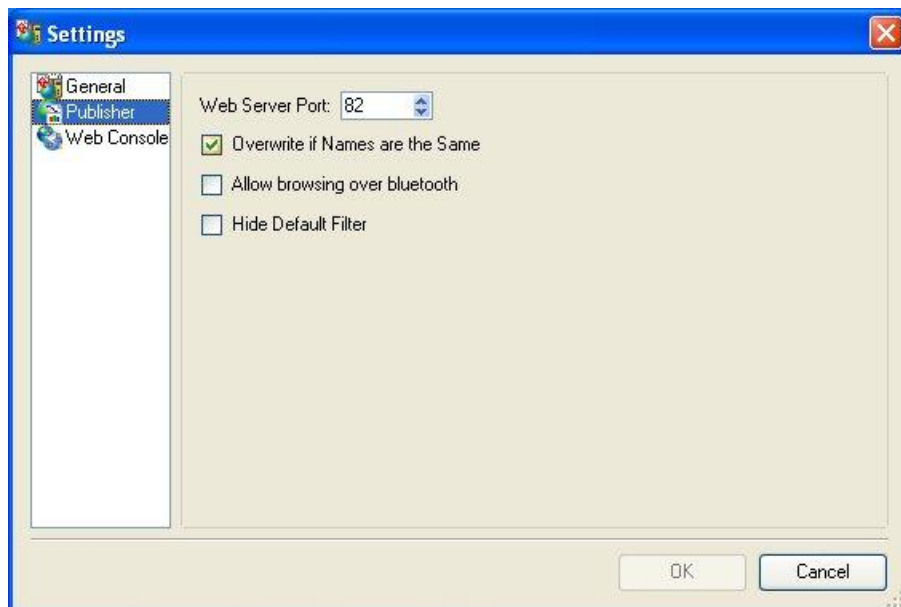
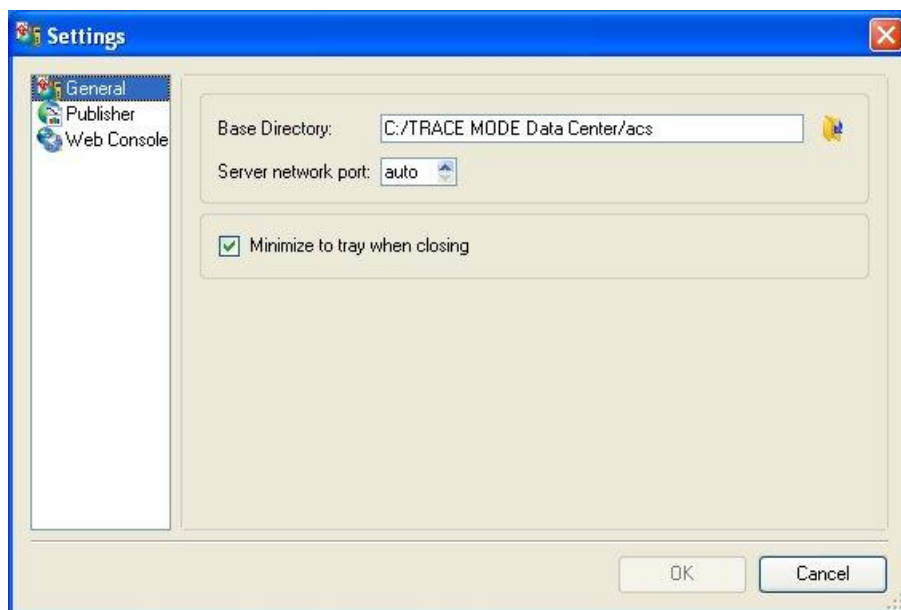
Чтение данных из **Input Registers** PLC выполняется с помощью команды **Rin\_Word(4)**;  
Формирование дискретных выходов выполняется индивидуально с помощью команд **W\_SingleCoil(5)**, либо групповым образом командой **W\_Byte(15)**, что предпочтительней;

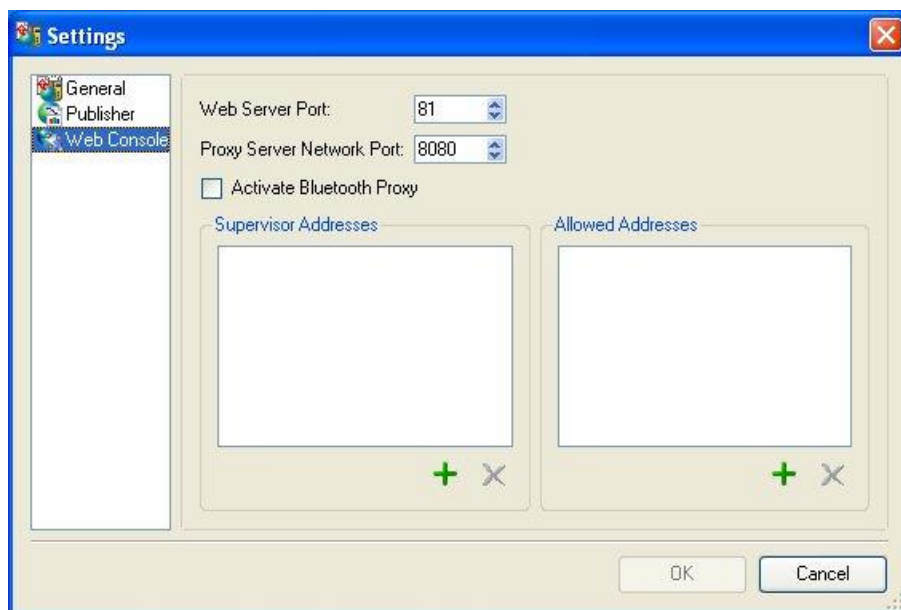
Чтение дискретных выходов выполняется с помощью команды **Rout\_Byte(1)**;

Следует обратить внимание, что графические панели в узлах **Embedded Console** могут быть привязаны к *любым* атрибутам каналов узла **RTM** на котором запущен DATA CENTER, однако для этого узла должен быть **обязательно** задан корректный **IP-адрес**.

Для подключения браузеров к TRACE MODE DATA CENTER **необходимо** установить на ПК виртуальную JAVA-машину ([www.sun.com](http://www.sun.com)).

Типовые настройки TRACE MODE DATA CENTER:





С данными настройками, например, если IP-адрес узла с запущенным DATA CENTER 192.168.10.100, то в браузере следует набрать – <http://192.168.10.100:81/>



# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2008 - 2009 г.г.)

## Тип 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы контроля доступа здания в **базовой** версии TRACE MODE 6.06. Задача системы – контролировать восемь помещений расположенных по четыре на двух этажах (этаж «А» – помещения А1, А2, А3, А4 и этаж «Б» – помещения Б1, Б2, Б3, Б4). Датчики, установленные в каждом контролируемом помещении – контактные, емкостные, оптические и др., объединены по логической схеме **ИЛИ** и подключены к дискретным входам (соответственно X0, X1 ... X7) программируемого логического контроллера **Mitsubishi MELSEC FX2N-16MR**. Принудительное включение света на этаже «А», этаже «Б», прилегающей к зданию территории, а также включение звуковой сигнализации внутри здания реализуются замыканием силовых линий с помощью дискретных выходов контроллера (соответственно Y0, Y1, Y2 и Y3). Контроллер, имеющий номер станции по умолчанию (SN=0), соединен с последовательным портом **COM3** операторской станции через коммуникационный модуль **FX2n-232-BD**, установленный в контроллер, со следующими настройками: **9600,e,7,1 без управления передачей**.

*Текущее состояние дискретных входов контроллера осуществляется с помощью чтения регистров типа **[X]Inputs(I/O)**, управление дискретными выходами – записью в регистры типа **[Y]Outputs(I/O)**. Необходимо обратить **особое** внимание на **формат**, используемый TRACE MODE для работы с указанными типами регистров контроллера!*

Продублировать включение звуковой сигнализации непрерывным проигрыванием произвольного звукового файла.

Сконфигурировать для операторской станции **отчет тревог** и задать для него занесение сообщений по всем входным и выходным сигналам с помощью соответствующих словарей сообщений.

### На графическом экране должны быть:

- логотип TRACE MODE;
- заголовок с названием системы;
- дата/время;
- мнемосхема;
- строка отчета тревог.

*Для экспресс-отладки проекта может быть использована привязка стандартного генератора, например, бегущей единицы к источнику входных сигналов и применение*

глубины отслеживания привязки равной 2 перед процедурой сохранения проекта для MPB.

Примерный вид графического экрана:



Рис.1 Отображение основного (первого) слоя графического экрана.

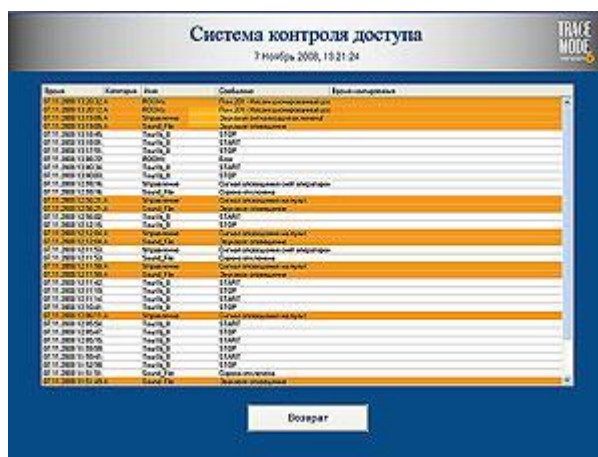


Рис.2 Отображение второго слоя графического экрана.

Графический экран использует **три** слоя. В **первом** слое (постоянно отображающемся) с помощью графических элементов (ГЭ) **Текст** отображается наименование системы, с помощью ГЭ **Дата и время** – системное время, в правом верхнем углу – **логотип** TRACE MODE.

Во **втором** слое выполнено отображение всех контролируемых помещений, причем срабатывание датчика (датчиков) отображается с помощью проигрывания ГЭ **Видеоклип**. Кнопки управления освещением и звуковой сигнализацией выполнены с помощью соответствующего ГЭ – **Кнопка**. В нижней части экрана с помощью ГЭ **Строка ОТ** выводится последняя строка из отчета тревог. Управление видимостью слоями **вторым** и **третьим** реализуется с помощью ГЭ **Кнопка**, расположенным во втором слое. В третьем слое с помощью ГЭ **ОТ узла** отображается все содержимое отчета тревог.

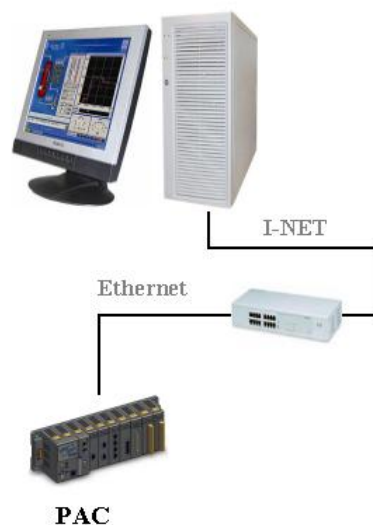
В письме, отправляемыми участниками соревнования, должны быть вложено **три** файла – проекта (prj), конфигурационный файл FXNet.cfg и звуковой файл (wav).

#### Методические указания к первому туру.

10. подключение модулей удаленного ввода/вывода по последовательным коммуникациям;

11. разработка графического интерфейса с помощью графических объектов, использование и управление видимостью слоев графического экрана в реальном времени;
12. настройка отчета тревог узла, использование словарей сообщений;
13. использование глубины отслеживания привязки к источникам/приемникам для проведения отладки проекта без подключения к реальному УСО.

## Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic



Создать в **базовой** версии TRACE MODE **6.06** проект автоматизированной системы управления расходомерной поверочной установкой (реализующей объёмный метод поверки расходомеров), включающей два узла – узел **EmbeddedRTM** (контроллер с ОС Windows CE) и узел **Console** (операторская станция под управлением ОС Windows XP). Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется **по сети\***. Установка состоит из:

- мерной емкости объемом **100** условных объемных единиц (у.о.е.) с установленными *сигнализаторами* уровня **верхним** и **нижним**, срабатывающими при величине объема в мерном баке соответственно **90** и **10** у.о.е.;
- «**идеальной**» задвижки (срабатывает мгновенно), обеспечивающей в открытом положении расход из мерной емкости **2.5 у.о.е./с**;
- посадочного места для установки поверяемого расходомера;
- трубопровода, соединяющего описанные выше элементы.

В *исходном* состоянии установки мерная емкость пуста, задвижка находится в *закрытом* положении. **Алгоритм** работы установки заключается в следующем:

- при подаче команды **СТАРТ** с операторской станции происходит *заполнение* мерной емкости до максимального объема;
- *открывается* задвижка;
- после *срабатывания* **верхнего** сигнализатора мгновенные значения с поверяемого расходомера начинают *интегрироваться*;
- после *срабатывания* **нижнего** сигнализатора фиксируется *накопленный объем*, прошедший через расходомер, а также рассчитывается *относительная погрешность* выполненного измерения;
- при подаче команды **СТОП** с операторской станции задвижка *закрывается*.

Для того, чтобы иметь возможность сопоставлять результаты проводимых измерений, необходимо скачать файл пользовательской библиотеки **tmdevenv.tmul**, содержащий в библиотеке *SCADA\_Champ\_Tour2* объект с именем *Installation*, в слое **Шаблоны\_программ** которого находится программа **FLOW**, формирующая величину расхода, нормально распределенную около значения, равного **2.5 у.о.е./ед.времени**.

*Необходимо смоделировать* процесс проведения поверки расходомера с получением результатов измерений.

### Проект должен включать:

- название проекта;

- логотип TRACE MODE;
- системное время;
- **мнемосхему** расходомерной поверочной установки;
- **кнопку** управления процессом поверки.

\* - при настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в консоли – **второй**.

*Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».*

Примерный вид графического экрана:

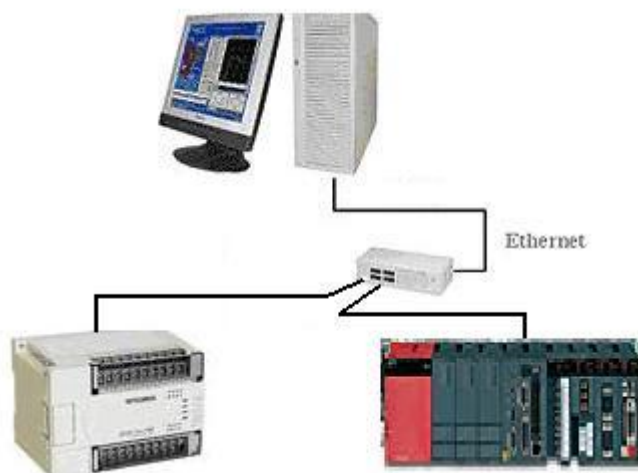


Рис. 6 Динамика



Рис. 7 Статика

## **Задание финального тура. Распределённая система управления.**



Необходимо разработать систему управления, включающую один узел операторской станции и два PLC. Связь между операторской станцией и PLC ведётся по **MC-протоколу** (MELSEC Communication protocol).

В качестве *первого* PLC используется контроллер **Mitsubishi MELSEC FX3U-16M** с подключенными модулями ввода/вывода **FX3U-ADP**, **FX2N-5A** и модулем Ethernet **FX3U-ENET**. IP-адрес контроллера **192.168.10.218**, порт, через который происходит обмен данными, **5551**. Значение **температуры**, измеряемой датчиком, выведенным на переднюю панель стенда (далее *стенд*), содержится в регистре **D8260** – **[D]Data/FileRegisters(I/O)** (для перехода к градусам **Цельсия** необходимо содержимое регистра поделить на 10). Состояние дискретных входов **X0, X1...X5** – **[X]Inputs(I/O)** задаются с помощью расположенных на стенде выключателей. Состояние дискретных выходов **Y0, Y1...Y5** – **[Y]Outputs(I/O)** отображается на стенде с помощью светодиодов.

В качестве *второго* PLC используется модульный контроллер **Mitsubishi MELSEC System Q**, включающий модуль процессора **Q02HCPU**, модуль Ethernet **QJ71E71**, модуль дискретного ввода **QX80**, модуль дискретного вывода **QY10**, модуль аналогового ввода **Q64AD** и модуль аналогового вывода **Q64DAN**. IP-адрес контроллера **192.168.10.84**, порт, через который происходит обмен данными, **5002**. Значение **частоты входных импульсов**, задаваемой потенциометром, выведенным на стенд, содержится в регистре **D113** (для перехода к **герцам** необходимо содержимое регистра поделить на 10). Состояние дискретных входов **X20, X21...X25** задаются с помощью расположенных на стенде выключателей. Состояние дискретных выходов **Y30, Y31...Y35** отображается на стенде с помощью светодиодов.

**ВНИМАНИЕ!** *Индексация входных и выходных дискретных регистров (соответственно X и Y) ведётся в шестнадцатеричном формате, а задаётся в TRACE MODE в десятичном.*

На операторской станции требуется разработать и запустить узел **RTM** для приема данных о температуре, частоте и состоянии дискретных входов и выходов с обоих PLC. В случае установки дискретного входа **X0** на стенде с PLC FX3U в состояние «1» необходимо автоматически одновременно включить все дискретные выходы **Y30, Y31...Y35** на стенде с PLC System Q, а в случае установки дискретного входа **X20** на

стенде с PLC System Q в состояние «1» необходимо автоматически одновременно включить все дискретные выходы **Y0, Y1...Y5** на стенде с PLC FX3U. Сброс - перевод в состояние «0» **X0** должен автоматически сбрасывать **Y30, Y31...Y35**, а сброс **X20** – соответственно сбрасывать **Y0, Y1...Y5**.

На графическом экране операторской станции необходимо отображать значения температуры и частоты в цифровом виде и на тренде, а также состояние дискретных входов и выходов, задаваемых и отображаемых на панелях обоих стендов с PLC. На графическом экране *обязательно* должна быть надпись «**Финал SCADA-чемпионата 2009-го года**» и логотип **TRACE MODE**.

**Победителем** будет признан участник, *первым корректно отобразивший* принимаемые из PLC параметры и *продемонстрировавший* работу **алгоритма** управления дискретными выходами.

## Методические указания к финальному туру

**Поддержка МС-протокола включена в TRACE MODE начиная с релиза 6.07.**

Для контроллеров Mitsubishi MELSEC System Q и FX3U при работе по сети в ИС создается группа **Mitsubishi\_FXNet\_Group**, где:

в поле "Дополнительно" указывается **<IP\_address:Port>** контроллера, например, 192.168.2.122:5122

в этом случае поля **Порт** и **Номер станции** не используются.

При операциях чтения содержимого регистров типа **X** (дискретные входы) и чтения/записи регистров типа **Y** (дискретный вывод) с помощью одного Источника/приемника можно вести запись/чтение блоками по **16** элементов.

Ниже приведен бланк редактирования дискретного вывода диапазона **Y30...Y3F** и чтения регистра данных **D100**:

SAVE\_Y30\_Y3F

Основные

Имя: SAVE\_Y30\_Y3F

Кодировка: Tw0

Комментарий:

Справка

Параметры

Порт:

Номер станции: SN=00h

Номер регистра: 48

Тип регистра: [Y]Outputs(I/O)

Направление: Output

Дополнительно: 192.168.2.84:5002



READ\_D100

Основные

Имя READ\_D100

Кодировка TW0

Комментарий

Справка

Параметры

Порт

Номер станции SN=00h

Номер регистра 100

Тип регистра [D]Data/FileRegister

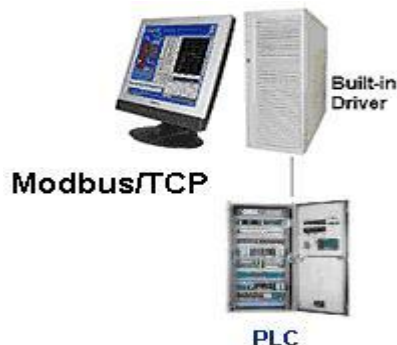
Направление Input

Дополнительно 192.168.2.84:5002



# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2009 – 2010 г.г.)

## Тип 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект **системы мониторинга** разделительного (обогащительного) производства в базовой версии **TRACE MODE 6.06.3**. Процесс обогащения, т.е. отделения полезного продукта от других производится с помощью специальным образом скомпонованных разделительных элементов, образующих в рамках каскада несколько разделительных ступеней. Количество элементов в каскаде – **100**, всего каскадов для получения продукта



нужного обогащения – **5**. В качестве разделительных элементов выступают высокооборотные противоточные центрифуги, скорость вращения которых (в оборотах за секунду) измеряется специализированным контроллером с протоколом обмена **Modbus/TCP**. Адрес контроллера – **1**, его **IP-адрес** – **192.168.10.100**. Количество запрашиваемых у контроллера данных – **500**. Все данные расположены в двухбайтовых входных регистрах (**input registers**) с

указанными ниже смещениями.

**Каскад 1:** 30001-30100 (соответствует параметру **Канал** в TRACE MODE как **0x0-0x63**);

**Каскад 2:** 30101-30200 (**0x64-0xc7**);

**Каскад 3:** 30201-30300 (**0xc8-0x12b**);

**Каскад 4:** 30301-30400 (**0x12c-0x18f**);

**Каскад 5:** 30401-30500 (**0x190-0x1f3**).

Необходимо каждую секунду вычислять **среднюю скорость** вращения центрифуг для каждого разделительного каскада. **Пределы** изменения средней скорости: **0-2000**, **аварийные границы:** **1400-1800**, **предупредительные границы:** **1500-1650**. **Сконфигурировать** для узла **отчет тревог** и заносить в него сообщения по всем расчетным параметрам.

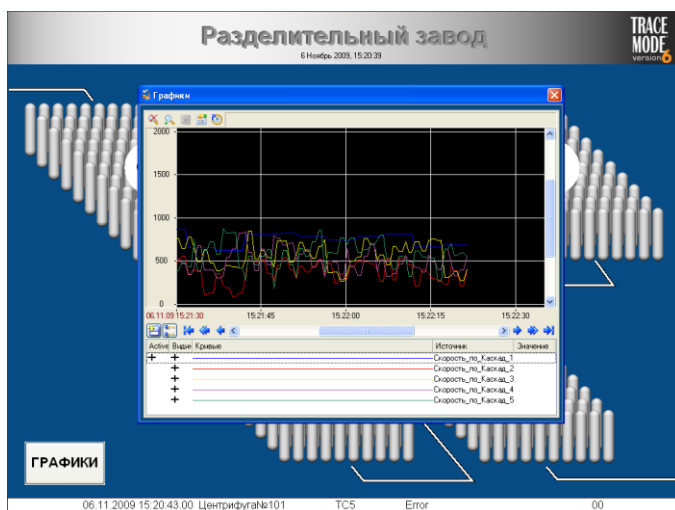
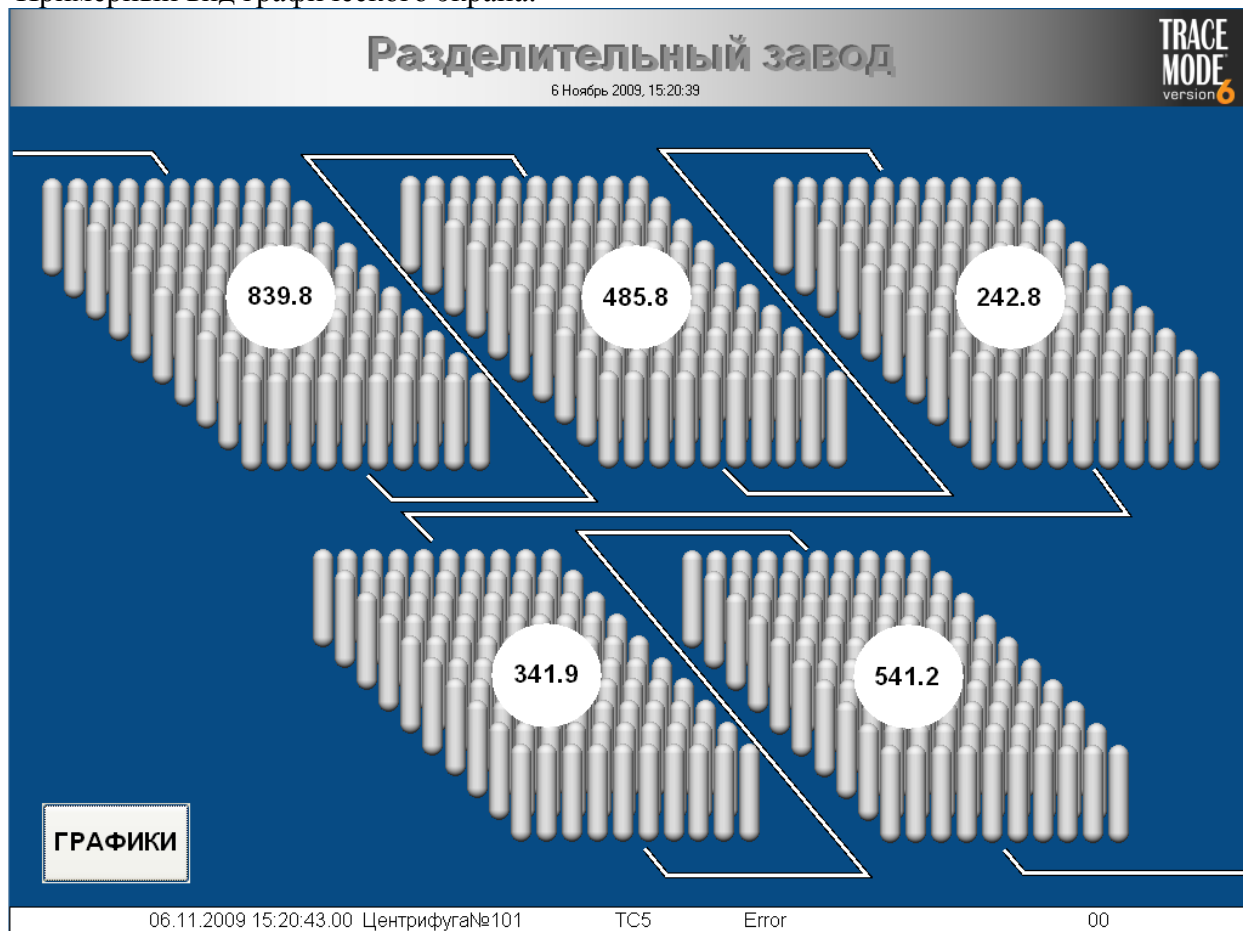
**На графическом экране должны быть\*:**

- заголовок с названием процесса (ТП);
- логотип TRACE MODE;
- мнемосхема ТП с отображением величин расчетных параметров;
- вызов тренда расчетных параметров ТП;
- строка отчета тревог.

\* - при разработке графического экрана рекомендуется использовать графические объекты.

Для экспресс-отладки проекта могут оказаться полезными симулятор ModBus-Slave устройства, например, <http://www.win-tech.com/demos/modsim32.zip> (251 КБ). Однако следует учесть, что время непрерывной работы данного симулятора ограничено тремя минутами.

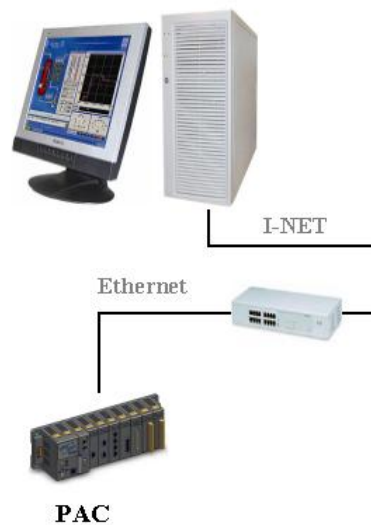
Примерный вид графического экрана:



Здесь мнемосхема ТП выполнена с помощью графических объектов, изображающих разделительный каскад (объемный ГЭ **Емкость**) с отображением средней скорости вращения центрифуг – при помощи ГЭ **Эллипс** и **Текст**. В нижней части экрана с помощью ГЭ **Строка ОТ** выводится последняя запись из файла отчета тревог и, наконец, в левом нижнем углу с помощью ГЭ **Кнопка** вызывается всплывающее окно, содержащее ГЭ **Тренд** с отображением графиков изменения средней скорости

по всем пяти разделительным каскадам.

## Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic



Создать в базовой версии TRACE MODE 6.06.3 проект автоматизированной системы управления испытательным стендом, включающей два узла – узел EmbeddedRTM (контроллер с ОС Windows CE) и узел Console (операторская станция под управлением ОС Windows XP). Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется по сети\*.

Стенд предназначен для испытаний электропривода регулирующих клапанов. Назначение создаваемой системы - задавать циклограмму включения электропривода с помощью двух дискретных выходов контроллера, управляющих соответственно прямым и обратным ходом (включение – логическая «1», выключение – «0»). Формирование циклограммы должно выполняться непосредственно в контроллере, а с консоли необходимо задавать параметры циклограммы и визуализировать ее вид на графическом экране. Со стороны консоли также необходимо непрерывно контролировать наличие связи с контроллером с отображением на экране.

Параметры, задаваемые для циклограммы и отображаемые на графическом экране:

- время работы (задается в секундах и определяет время включения привода, как для прямого, так и обратного хода);
- время паузы (задается в секундах и определяет время отключения привода между последовательными включениями привода, как при прямом, так и при обратном ходе);
- включений (параметр определяет количество включений, как при прямом, так и обратном ходе в рамках одного цикла);
- циклов (количество циклов испытаний электропривода).

Цикл управления электроприводом содержит последовательность формирования команд включения (на время работы), отключения (на время паузы) заданное количество раз сначала для прямого хода, а затем такую же последовательность для обратного.

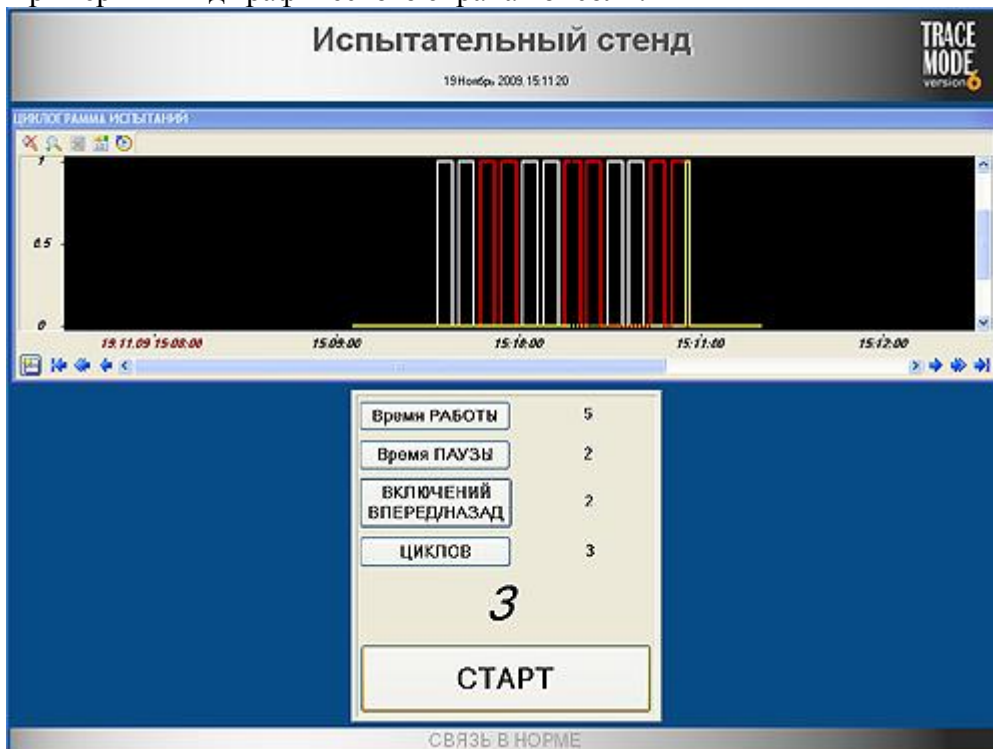
### Проект должен включать:

- **название** проекта;
- **логотип** TRACE MODE;
- **системное время**;
- **тренд** для отображения циклограммы;
- количество выполненных **циклов**;
- **кнопку** управления процессом испытаний.

\* - при настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в консоли – **второй**.

*Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».*

Примерный вид графического экрана консоли:



Здесь приведена циклограмма испытаний со следующими параметрами:

- время включения привода – 5 секунд;
- пауза – 2 секунды;
- включений – 2 (белая линия – прямой, красная – обратный ход);
- циклов – 3 (желтая линия – сигнал окончания испытаний).

## Задание финального тура. АСТУЭ.



Необходимо на основе проекта *final\_2010.prj* (УСПД на базе контроллера WinPac, опрашивающее по GSM счетчик электрической энергии CE301) разработать автоматизированную систему технического учета энергии (АСТУЭ), включающую одну операторскую станцию. Связь между операторской станцией и УСПД ведётся по **сети**.

На операторской станции требуется разработать и запустить узел монитора реального времени (**RTM**) для приема данных о потребленной электрической энергии (кВт·час) и вычисления *оценки* мощности потребления (кВт) подключенной к счетчику нагрузки с учетом *реальных* меток времени получения данных о потреблении энергии. Необходимо сохранять получаемые и вычисляемые данные в СПАД-архиве.

На графическом экране операторской станции необходимо отображать значения энергии и мощности, как в цифровом виде, так и на тренде. На графическом экране *обязательно* должна быть надпись «**Финал SCADA-чемпионата 2010-го года**», логотип **TRACE MODE** и логотип организации-финалиста.

**Победителем** будет признан участник, *первым корректно отобразивший* принимаемые от УСПД параметры и *вычисливший* мощность потребления подключенной нагрузки. Сигнал о выполнении задания – поднятие вверх руки участника финала.

# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2010 – 2011 г.г.)

## Тип 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы мониторинга трубопровода в базовой версии TRACE MODE **6.07**. Датчики с входными дискретными (**DI**, сигнализаторы) и аналоговыми (**AI**, давление, расход) сигналами обрабатываются **PLC**, подключенным к последовательному порту операторской станции. На операторской станции сконфигурирован локальный OPC-сервер. Количество запрашиваемых OPC-сервером у PLC сигналов: **DI – 8, AI – 4**.

Данные в PLC соответствуют:

DI: положение задвижек (логический «0» – закрыта, логическая «1» – открыта);

AI: давление в подземных емкостях (3 шт.) и прокачиваемый объем. Все аналоговые параметры считываются из OPC-сервера в относительных величинах. Границы (нижние/верхние предупредительные/аварийные) для всех аналоговых параметров устанавливаются разработчиком. Сконфигурировать для операторской станции отчет тревог и задать для него занесение сообщений по всем DI и AI с помощью словарей для HEX16 и FLOAT.

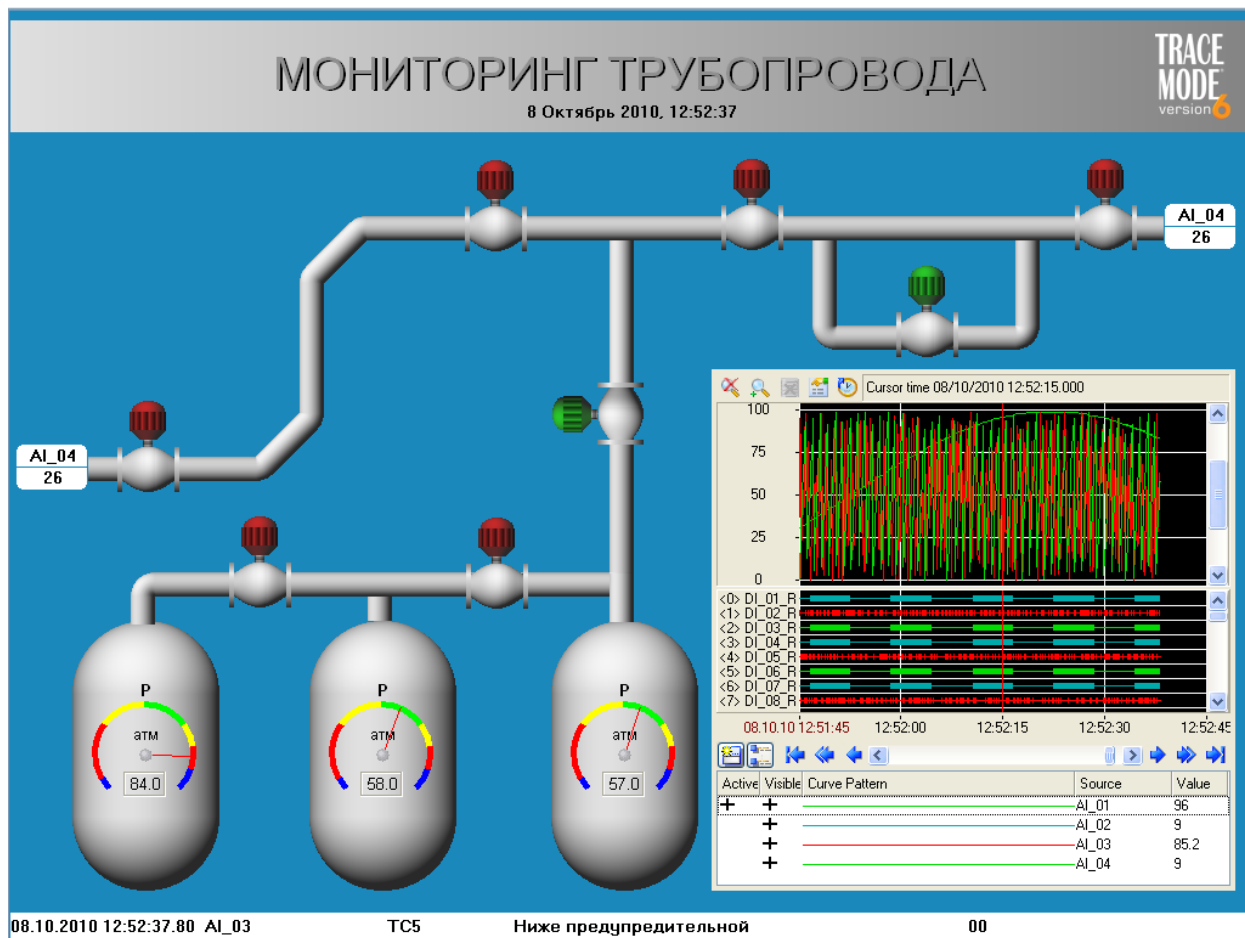
### На графическом экране должны быть:

- заголовок с названием технологического процесса (ТП);
- мнемосхема ТП;
- тренд параметров ТП (аналоговых и дискретных);
- строка отчета тревог.

Для разработки и экспресс-отладки проекта необходимо скачать и установить бесплатный OPC-сервер по ссылке [ftp://ftp.icpdas.com/pub/cd/8000cd/napdos/napopcsvr/napopc\\_st\\_da\\_server.exe](ftp://ftp.icpdas.com/pub/cd/8000cd/napdos/napopcsvr/napopc_st_da_server.exe) и конфигурационный файл champ2011.tdb, с помощью которого выполняется имитация сигналов технологических параметров в OPC-сервере.

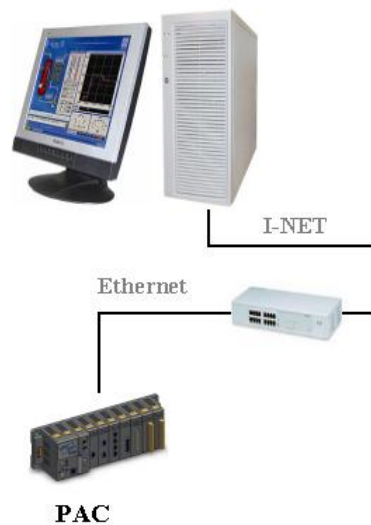


Примерный вид графического экрана:



Здесь мнемосхема ТП выполнена с помощью объемных графических элементов – **Клапан** (отредактирован вид и добавлена динамизация атрибута Привод), **Емкость** и **Труба**. С помощью графического элемента (ГЭ) **Канал** выведено численное значение величины прокачиваемого объема. ГЭ **Стрелочный прибор** (отредактирован вид и удалены заливка и контур) использован для отображения величин давлений в хранилищах. На ГЭ **Тренд** выведены все кривые технологических параметров, там же индицируется открытие/закрытие всех задвижек. В нижней части экрана с помощью ГЭ **Строка ОТ** выводится последняя запись из файла отчета тревог и, наконец, в верхней части экрана выводится текущее время с использованием ГЭ **Дата и время**.

## Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic



Создать проект системы, эмулирующей алгоритм управления обычным грузопассажирским лифтом в базовой версии TRACE MODE 6.07.

Проект *должен* содержать два узла – консоль TRACE MODE (*Console* - операторская станция, необходима для симуляции возможных действий граждан как находящихся на этажах, так и в кабине лифта) и контроллер с ОС Windows CE (*EmbeddedRTM* - реализует алгоритмы управления дверями лифта, двигателем лебедки лифта, органами управления лифтом, размещенных на этажах и в кабине лифта в зависимости от действий граждан).

Количество **этажей** – **5**, количество **кнопок вызова лифта** на каждом из этажей – **1**, количество **кнопок в кабине лифта** – **5**.

Команды управления **дверьми** лифта: «0» - ЗАКРЫТЫ, «1» - ОТКРЫТЫ.

Команды управления **двигателем лебедки лифта**: «0» - ОСТАНОВ, «1» - ВВЕРХ, «2» - ВНИЗ. *Скорость движения кабины лифта постоянная, двери лифта на этажах открыты в течение 5 секунд.*

**Начальные условия** – кабина лифта находится на первом этаже, двери открыты.

### Алгоритм управления лифтом:

*При нажатии кнопки вызова лифта на этаже происходит следующее. Если кабина лифта находится на этаже, с которого поступил вызов, то двери кабины открываются. Если кабина лифта находится на другом этаже, то подаются команды на закрытие дверей и перемещение кабины на этаж вызова. Достигнув нужного этажа, подаются команды на останов кабины и открытие дверей.*

*При нажатии кнопки этажа на панели управления, расположенной в кабине, закрываются двери, и кабина лифта отправляется на этаж, кнопка которого нажата.*

*После прибытия на требуемый этаж двери кабины открываются для выхода граждан. После оговоренной в задании временной паузы двери кабины лифта закрываются, и кабина стоит до тех пор, пока не будет нажата кнопка вызова с любого этажа.*

**Обмен данными** между контроллером и операторской станцией осуществляется **по сети**. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в консоли – **второй**.

### На графическом экране операторской станции должны быть:

- логотипы TRACE MODE и организации участника чемпионата;
- заголовок с названием технологического процесса (ТП);
- мнемосхему ТП со средствами **контроля** (текущее состояние дверей лифта, двигателя лебедки лифта, этаж, где находится кабина лифта, нажатая кнопка на



этаже/в кабине лифта) и **управления** (кнопки вызова кабины лифта на этажах и кнопки выбора этажа на панели управления в кабине лифта).

**Работоспособным будет признан проект, позволяющий неоднократно выполнить типовую последовательность действий: вызов кабины лифта с произвольного этажа и перемещение на произвольный же этаж.**

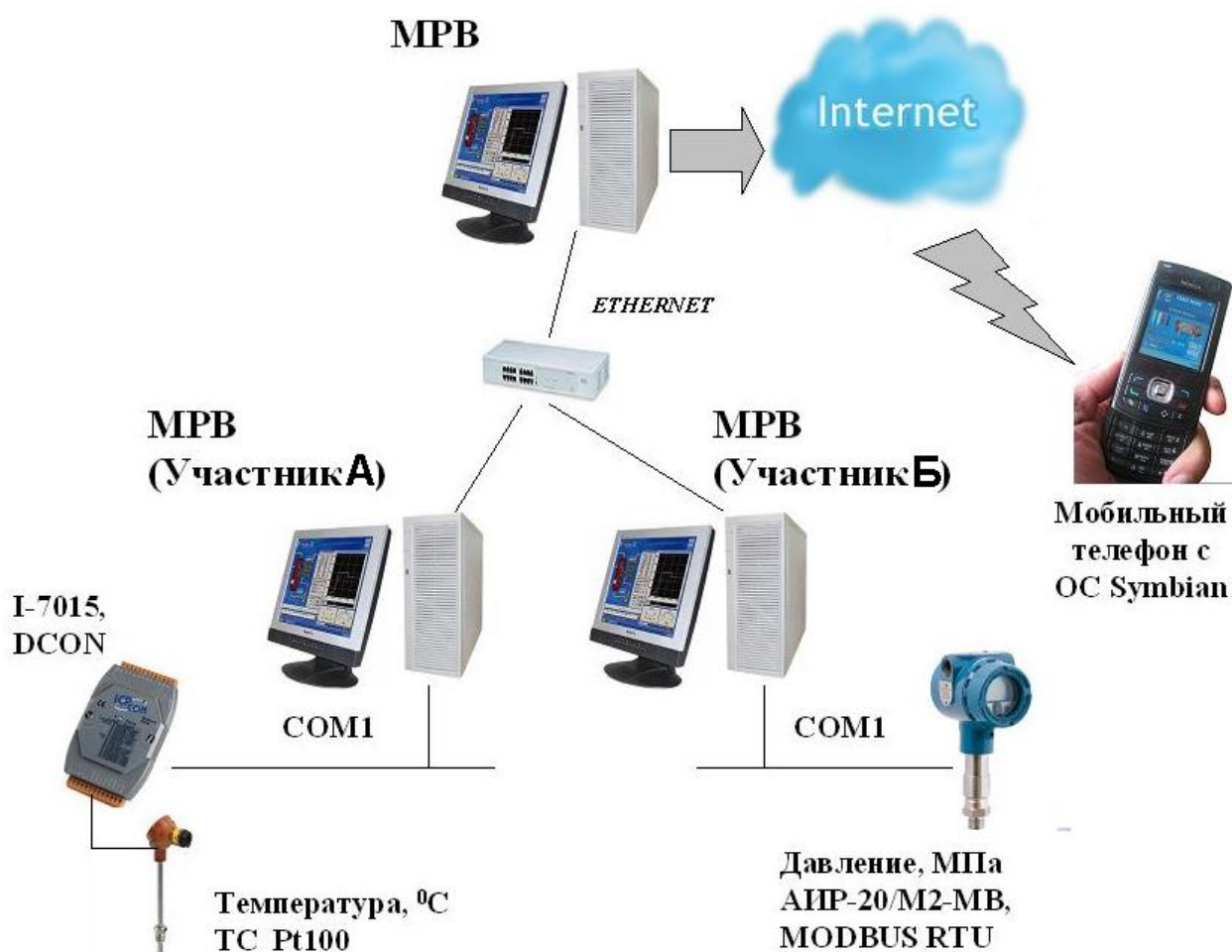
*Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE 6.07), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».*

Примерный вид графического экрана:



В верхней части экрана на подложке из ГЭ **Градиент** выводится название ТП, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием ГЭ **Дата и время**. В левой части экрана выполнена схематичная отрисовка этажей здания с расположенными кнопками вызова лифта (ГЭ **Выключатель**) и индикаторами положения кабины лифта на этаже (ГЭ **Текст**). В центральной части экрана с помощью ГЭ **Стрелка** отображается направление движения кабины лифта, а с помощью ГЭ **Текст** – состояние дверей лифта. В правой части экрана представлена панель управления, расположенная в кабине лифта – ГЭ **Рамка** и ГЭ **Выключатель** и **Текст**.

## Задание финального тура. МЕТЕОСТАНЦИЯ.



Необходимо на основе проекта *final\_2011.prj* (сервер метеорологических данных с подключенным к нему через интернет мобильным телефоном) завершить разработку автоматизированной системы метеостанции путем добавления операторской станции. Связь между операторской станцией и сервером ведётся по **сети**.

Участник А разрабатывает операторскую станцию, принимающую данные о температуре окружающего воздуха (датчик ТС с градуировкой Pt100 подключен по двухпроводной схеме к первому каналу модуля I-7015, модуль I-7015 имеет номер 5 в сети RS-485 и следующие параметры связи: 1200,n,8,1, опрос модуля производится по протоколу DCON, формат принимаемых данных – «инженерный»). Данные о температуре окружающего воздуха в градусах Цельсия необходимо передать в канал Температура сервера метеорологических данных.

Участник Б разрабатывает операторскую станцию, принимающую данные об атмосферном давлении (измерительный преобразователь давления АИР-20/М2-МВ имеет номер 7 в сети RS-485 и следующими параметрами связи: 1200,e,8,1, опрос модуля производится по протоколу MODBUS RTU, измеренное значение величины давления располагается по адресу 0x10 в области Holding Registers устройства как плавающее число по стандарту IEEE754, размерность МПа). Данные об атмосферном давлении в МПа необходимо передать в канал Давление сервера метеорологических данных.

На графическом экране операторской станции необходимо отображать значение измеренного метеорологического параметра, как в цифровом виде, так и на тренде. Так же

на экране *обязательно* должна быть надпись «**Финал SCADA-чемпионата 2011-го года**» и логотип **TRACE MODE**.

**Победителем** будет признан тот участник, который *первым получит корректные данные о «своем» метеорологическом параметре и успешно передаст их в сервер*. Контроль полученных данных ведется на сервере *начального* проекта и мобильном телефоне, время получения данных фиксируется в отчете тревог сервера с точностью 0.1 секунды.

# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2011 – 2012 г.г.)

## Тип 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы контроля энерговыделения в рабочих каналах ядерного реактора в *базовой* версии TRACE MODE 6.07.7.

Системой контролируются:

- **19** сигналов от датчиков **температуры** на входах в рабочие каналы (генераторы синусоиды в диапазоне **20÷30** град. С);
- **19** сигналов по **температуре** на выходах из каналов (генераторы синусоиды в диапазоне **75÷90** град. С);
- **19** сигналов от **расходомеров** установленных на выходах рабочих каналов (генераторы случайного числа в диапазоне **15÷55** м3/час);

**Энерговыделение** в каждом из 19-ти каналов рассчитывается по формуле:

$$E = 33.3 * \frac{T_{out} - T_{in}}{Q}, \text{ где}$$

*E* – энерговыделение;

*T<sub>out</sub>* – температура на выходе из рабочего канала;

*T<sub>in</sub>* – температура на входе в рабочий канал;

*Q* – расход.

Пределы и границы для вычисленных значений энерговыделений:

- *верхний предел 85;*
- *верхняя аварийная граница 75;*
- *верхняя предупредительная граница 70;*
- *нижняя предупредительная граница 30;*
- *нижняя аварийная граница 20;*
- *нижний предел 5*

Сконфигурировать для операторской станции **отчет тревог** и задать для него занесение сообщений **по пересечениям внутренних границ и пределов** для всех энерговыделений в рабочих каналах с помощью **словаря сообщений**.

### На графическом экране должны быть:

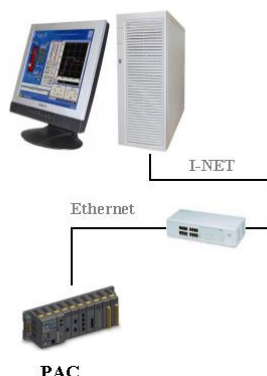
- логотип TRACE MODE и организации участника чемпионата;
- заголовок с названием технологического процесса (ТП);
- мнемосхема ТП;
- строка отчета тревог.

Примерный вид графического экрана:



Здесь мнемосхема ТП выполнена с помощью объемных графических элементов **Конус** и **Сфера**. С помощью графического элемента (ГЭ) **Текст** выведено численное значение величины энерговыделение с указанием цветом текущего **интервала**. В нижней части экрана с помощью ГЭ **Строка ОТ** выводится последняя запись из файла отчета тревог и, наконец, в верхней части экрана установлен логотип TRACE MODE и выводится текущее время с использованием ГЭ **Дата и время**.

## Тип 2. SCADA/HMI + Soft Logic



Требуется создать проект автоматизированной системы, управляющей технологическим процессом получения химического продукта АБЦ, в базовой версии **TRACE MODE 6.07.7**.

Проект должен содержать два узла:

- **EmbeddedRTM** (контроллер), предназначен для непосредственного управления технологическим процессом.
- **RTM** (операторская станция), предназначен для выдачи команд управления и отображения протекания технологического процесса на графическом экране (мнемосхеме).

### Описание технологического процесса (ТП):

ТП получения продукта АБЦ включает четыре стадии, разделенные на два этапа – СМЕШИВАНИЕ (стадия 1) и ТЕРМООБРАБОТКА (стадии 2, 3 и 4):

1. **Смешивание.** Выполнять смешивание химических компонентов **А**, **Б** и **Ц** из соответствующих емкостей в промежуточной емкости (все четыре емкости - модели *TRACE MODE Резервуар*) в соотношении **4:2:1**;
2. **Термообработка.** После перекачки компонентов в промежуточную емкость осуществлять непрерывную равномерную подачу смеси компонентов **А**, **Б** и **Ц** из промежуточной емкости в химический реактор (модель *TRACE MODE Печь*) и нагревать там подаваемую смесь до температуры **100° С** с допустимыми отклонениями **+15° С** и **-10° С**;
3. после завершения полной выгрузки смеси компонентов **А**, **Б** и **Ц** из промежуточной емкости в реактор приступить к незамедлительной термостабилизации содержимого реактора в течение **одной минуты ±1 с** при температуре **100±3°С**;
4. приступить к охлаждению реактора

**ВНИМАНИЕ!** Несоблюдение описанной технологии неизбежно приведет к порче продукта.

### Исходные данные:

Компоненты **А**, **Б** и **Ц** в количестве **300 условных объёмных единиц** (у.о.е.) каждого содержатся в емкостях вместимостью **350** у.о.е. Скорости расхода из емкостей составляют **20, 10 и 5** у.о.е./с соответственно.

Промежуточная емкость для смешивания компонентов **А**, **Б** и **Ц** имеет вместимость **500** у.о.е. Скорость поступления в промежуточную емкость составляет **35**, а скорость расхода **5** у.о.е./с.

Температура компонентов и их смеси равна **25°С**, плотности компонентов и их смеси принимаются равными **1**.

Отводимое естественным образом из реактора тепло составляет **33.3 условных единиц теплоты** (у.е.т.) в секунду, подводимое в реактор тепло и отводимое (принудительное охлаждение) – до **1000** у.е.т./с

**Необходимо получить 350 условных массовых единиц (у.м.е.) химического продукта АБЦ.**



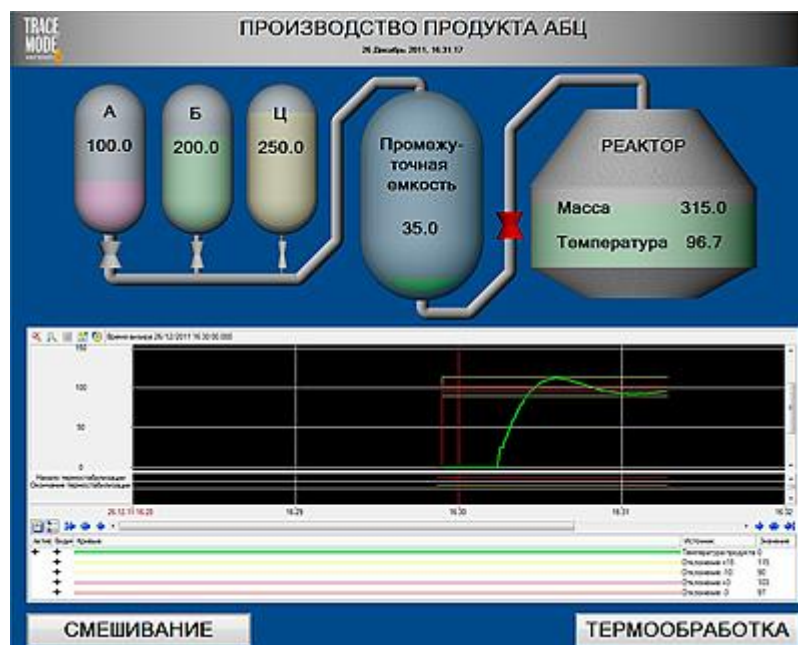
**Обмен данными** между контроллером и операторской станцией осуществляется **по сети**. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в операторской станции – **второй**.

**На графическом экране операторской станции должны быть:**

- логотип TRACE MODE;
- заголовок с названием;
- **мнемосхема ТП** с величинами объёмов компонентов и их смеси в емкостях и реакторе;
- **тренд температуры** в реакторе

Отладку проекта можно производить как **на двух ПК** (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор (hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».

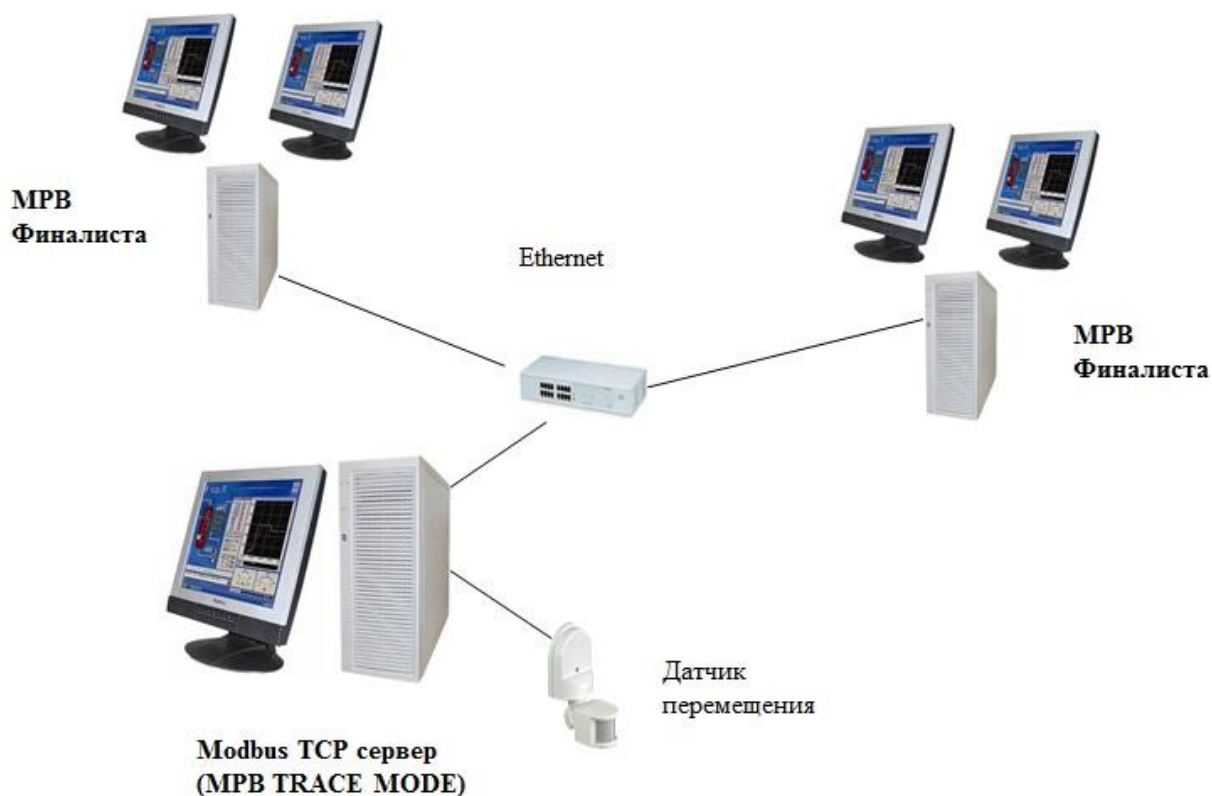
Примерный вид графического экрана:



В верхней части экрана на подложке - **графический элемент (ГЭ) Градиент** выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием **ГЭ Дата и время**. В средней части экрана выполнена мнемосхема ТП с помощью объёмных **ГЭ Емкость, Труба, Клапан, Цилиндр** и **Конус**. Значения технологических параметров – объёмы, масса и температура отображаются с помощью **ГЭ Текст**. Кроме того, объёмы компонентов и их смеси показаны с помощью *гистограмм*, размещенных за объёмными **ГЭ** с *ненулевой* прозрачностью. В центральной части экрана с помощью **ГЭ Тренд** отображаются температура продукта в реакторе, уставки по температуре и отметки начала и окончания режима термостабилизации. В нижней части экрана расположены **ГЭ Кнопки**, первая - **СМЕШИВАНИЕ** для запуска первой стадии ТП, вторая – **ТЕРМООБРАБОТКА** для трех последующих.



## Задание финального тура. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ.



Необходимо выполнить разработку автоматизированной системы технического зрения для наблюдения за перемещающимся объектом.

Данные о перемещении объекта фиксируются *оптическим датчиком*, имеющим выходной диапазон  $\{1 \div 3\}$  В. Напряжение с датчика снимается модулем аналогового ввода и передается в MPB TRACE MODE с периодом **10 мс**. MPB TRACE MODE работает в режиме *сервера Modbus TCP* с адресом **1** и IP-адресом **192.168.10.100**. Величина перемещения находится в области **Holding Registers** сервера как *число с плавающей точкой* (стандарт IEEE754) по адресу **40003** (настройка Канал 0x2).

Участники финала разрабатывают проект операторской станции, принимающей с максимально возможным темпом данные о перемещении объекта от сервера Modbus TCP. На графическом экране операторской станции *необходимо* отображать значение измеренного перемещения с помощью *стрелочного прибора*, а также выполнить непосредственно визуализацию *перемещения объекта*, используя возможности двухмониторного экрана, т.е. траектория возможного перемещения объекта должна проходить по обоим подключенным к операторской станции мониторам. Так же на экране *обязательно* должна быть выполнена надпись «Финал SCADA-чемпионата 2012-го года», Ф.И.О. участника и логотип **TRACE MODE**.

**Победителем** будет признан тот участник, который *первым* получит корректные данные об объекте от сервера и одновременно продемонстрирует на экранах реальное перемещение объекта.

# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2012 – 2013 г.г.)

## Тип 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы управления фейерверком (пиротехническими ракетами) в базовой версии TRACE MODE **6.08**.

Количество пиротехнических ракет – **4**, пуск должен осуществляться как индивидуально для любой из четырех в произвольном порядке, так и залпом.

Процедура пуска ракет осуществляется *устройством связи с объектом (УСО)*, подключенным к последовательному порту ПК (операторской станции), протокол обмена – **Modbus/RTU**. В операторской станции для связи с УСО используется последовательный порт **COM1** со следующими настройками: **115200,n,8,1** без управления передачей. Адрес УСО - **1**. Количество управляющих дискретных выходных сигналов (**coils**) в УСО – **4**. Смещение **coils** в области памяти УСО **0, 1, 2** и **3**, а установка указанных дискретных выходных сигналов в состояние **логической 1** осуществляет пуск ракеты (соответственно 1-ой, 2-ой, 3-ей и 4-ой).

Необходимо сконфигурировать для операторской станции **отчет тревог** и фиксировать в нём факт пуска ракет.

### На графическом экране должны быть:

- заголовок с названием процесса;
- мнемосхема процесса;
- средства осуществления индивидуального и залпового пуска ракет;
- строка отчета тревог.

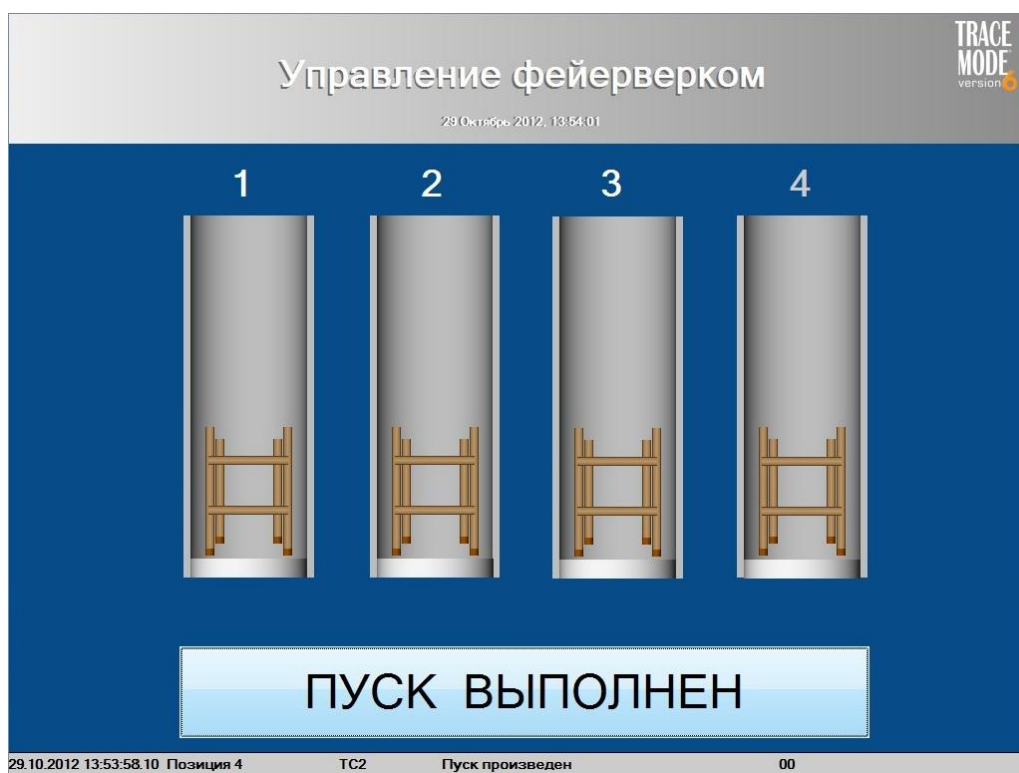
При разработке графического экрана рекомендуется использовать библиотечные графические объекты.

*Для экспресс-отладки проекта могут оказаться полезными нуль-модемный кабель и симулятор ModBus-Slave устройства, например, <http://www.win-tech.com/demos/modsim32.zip> (251 КБ). Однако следует учесть, что время непрерывной работы данного симулятора ограничено тремя минутами.*

**Примерный вид графического экрана:**

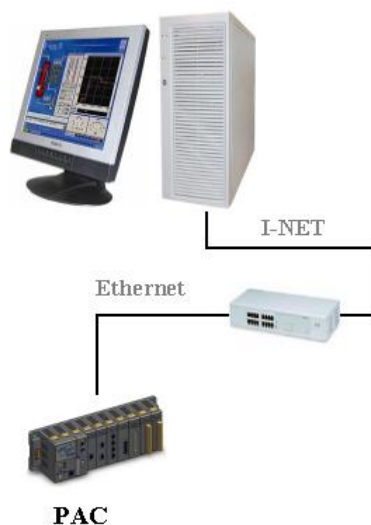


И



Здесь мнемосхема процесса выполнена с помощью ГЭ **Объёмный цилиндр** и библиотечного графического объекта – **industrial\_2** (отредактирована верхняя часть и добавлено название пиротехнической ракеты **Салют**). Для управления пуском ракет применены ГЭ **Кнопка**. В нижней части экрана с помощью ГЭ **Строка ОТ** выводится последняя запись из файла отчета тревог и, наконец, в верхней части графического экрана на фоне ГЭ **Градиент** указано название процесса, расположен логотип TRACE MODE и по центру выводится текущее время с использованием ГЭ **Дата и время**.

## Тип 2. SCADA/HMI + SoftLogic



Требуется создать проект автоматизированной системы **дозирования** жидкого продукта в базовой версии **TRACE MODE 6.08**.

Проект должен содержать **два** узла:

- **EmbeddedRTM** (контроллер), предназначен для непосредственного управления технологическим процессом.
- **RTM** (операторская станция), предназначен для выдачи команд управления и отображения протекания технологического процесса на графическом экране (мнемосхеме).

### Описание технологического процесса (ТП):

Дозируемый жидкий продукт находится в технологической емкости. В нижней части технологической емкости находится сливное отверстие, под которым устанавливается тарная емкость для наполнения продуктом. Открытие/закрытие сливного отверстия осуществляется клапаном. Оператор задает величину требуемого объема продукта и дает команду на наполнение тарной емкости.

**ВНИМАНИЕ!** Используемые в задании емкости и клапан – модели TRACE MODE, соответственно Резервуар и Клапан.

### Исходные данные:

Продукт в количестве **50000 условных объемных единиц** (у.о.е.) содержится в емкости вместимостью **55000** у.о.е. Максимальная скорость расхода из емкости составляют **100** у.о.е./с. Вместимость тарной емкости **12000** у.о.е.

Время хода клапана составляет **10** секунд, управление клапаном **потенциальное**.

*Необходимо выполнять отпуск продукта из технологической в тарную емкость в диапазоне объемов **2000 ÷ 10000** у.о.е. с относительной погрешностью не более **1.5%**.*

**ВНИМАНИЕ!** Текущее положение модели клапана определять как процент закрытия.

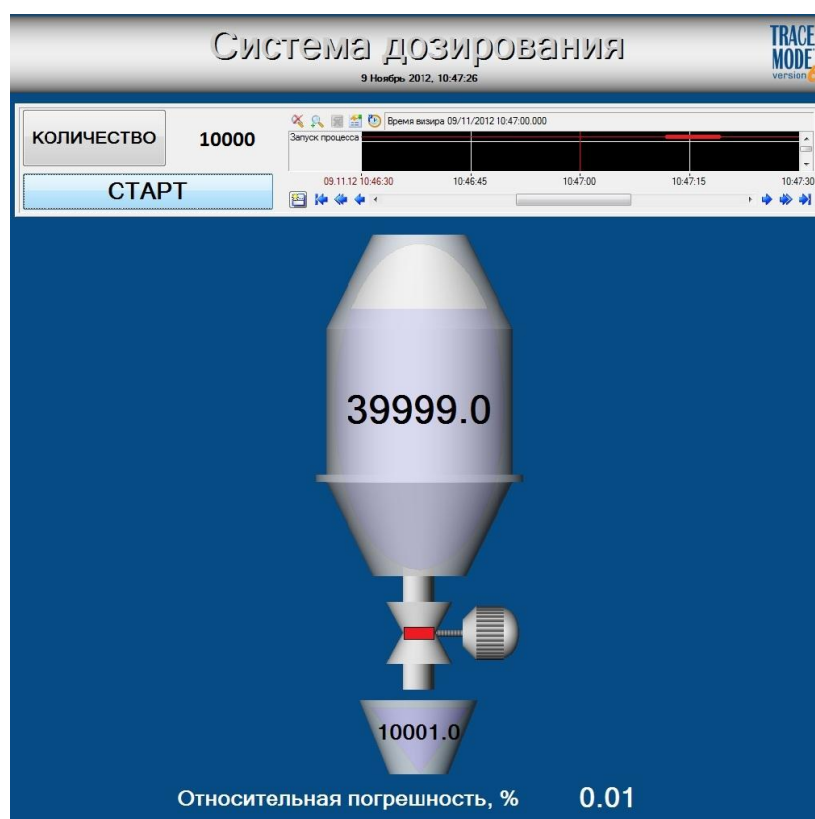
**Обмен данными** между контроллером и операторской станцией осуществляется **по сети**. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в операторской станции – **второй**.

**На графическом экране операторской станции должны быть:**

- логотип TRACE MODE;
- заголовок с названием ТП;
- **мнемосхема ТП** с величинами задания, объемов продуктов в емкостях, текущим положением клапана и величиной относительной погрешности заполнения тарной емкости;
- **тренд** сигнала начала процесса дозирования;
- **средства** задания требуемого количества отпускаемого продукта и запуска процесса дозирования

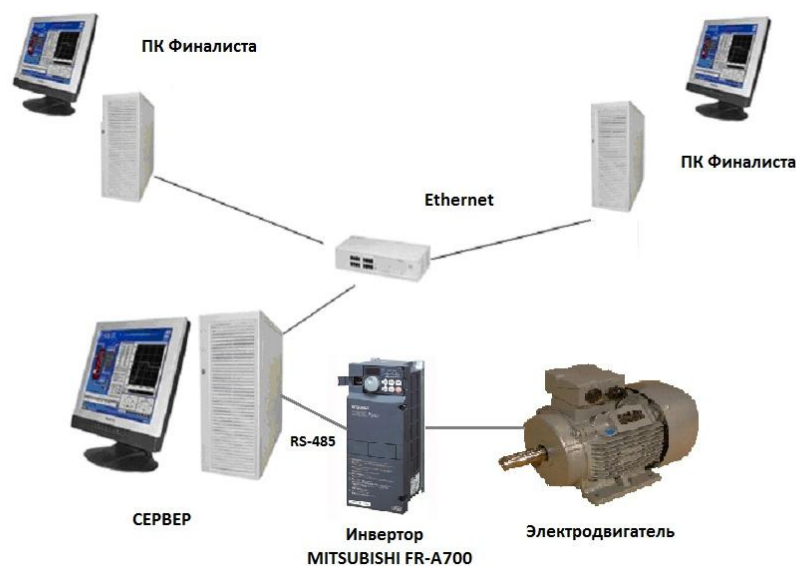
Отладку проекта можно производить как **на двух ПК** (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор (hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».

Примерный вид графического экрана:



В верхней части экрана на подложке - **графический элемент (ГЭ) Цилиндр** выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием **ГЭ Дата и время**. Ниже расположены **ГЭ Кнопки**, первая - **Количество** для задания величины отпускаемого продукта (отображение введенного значения выполняется с помощью **ГЭ Текст** находящейся справа), вторая – **СТАРТ** для запуска процесса дозирования. **ГЭ Тренд** предназначен для фиксации на экране момента старта процесса дозирования. В средней части экрана выполнена мнемосхема ТП с помощью объемных **ГЭ Емкость, Труба, Клапан, Цилиндр** и **Конус**. Значения технологических параметров отображаются с помощью **ГЭ Текст**. Кроме того, объемы продукта в емкостях показаны с помощью *гистограмм*, размещенных за объемными **ГЭ** с *ненулевой* прозрачностью, а положение клапана – с помощью гистограммы прямоугольной формы.

## Задание финального тура. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ.



Необходимо выполнить разработку автоматизированной системы управления электродвигателем.

Непосредственное управление электродвигателем осуществляется инвертором **MITSUBISHI FR-A700**. Команды для задания параметров вращения вала двигателя (частота вращения) и управление режимами работы двигателя (вперед/назад/стоп) формируются сервером – **монитором реального времени (МРВ) TRACE MODE**, подключенному к инвертору по интерфейсу **RS-485** с протоколом обмена **MODBUS RTU**.

В группе каналов **For Remote Control сервера** созданы каналы:

- **Set\_Invertor\_Status** – для задания текущего режима работы двигателя (**1** – стоп, **2** – вперед, **4** – назад);
- **Get\_Current\_Frequency** – текущая частота вращения вала двигателя;
- **Задание частоты** – для задания частоты вращения вала двигателя (**0-100** Гц)

Участники финала, взяв за основу проект сервера, разрабатывают *клиентский узел (Console)* для управления электродвигателем. На графическом экране ПК *необходимо задавать частоту вращения вала двигателя, выполнять команды управления двигателем* и с помощью **ГЭ Тренд отображать текущую частоту** вращения вала двигателя. Так же на экране *обязательно* должна быть выполнена надпись «**Финал SCADA-чемпионата 2013-го года**», *Ф.И.О. участника* и логотип **TRACE MODE**.

**Участник 1** должен запустить двигатель с параметрами: **f=37.73 Гц, вперед.**

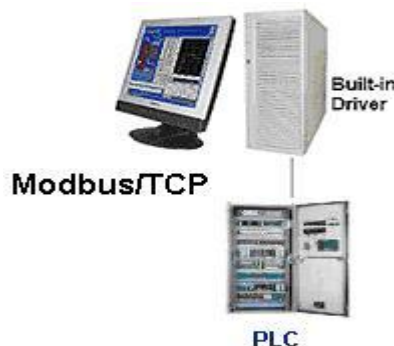
**Участник 2** должен запустить двигатель с параметрами: **f=73.37 Гц, назад.**

**Победителем** будет признан тот участник, который *первым* запустит двигатель с заданными параметрами.



# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2013 – 2014 г.г.)

## Тип 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект **системы управления** испытательного вибростенда в базовой версии **TRACE MODE 6.09**. Процесс испытания оборудования выполняется с помощью приложения *гармонических (синусоидальных)* или *случайных* колебаний к платформе



стенда в горизонтальной плоскости. Непосредственным управлением стендом, т.е. заданием величины и направлением движения платформы занимается специализированный контроллер с протоколом обмена **Modbus/TCP**. Адрес контроллера – **1**, его **IP-адрес** – **192.168.10.100**. Приемный двухбайтовый регистр контроллера – **HOLDING REGISTER** имеет адрес **0001**. Полному диапазону перемещений платформы от крайнего левого до крайнего правого положений соответствует диапазон кодов (**0 ÷ 4095**). Период выдачи управляющих команд стенду – **10 мс**.

Разрабатываемая система должна реализовывать следующие действия:

- выбор одного из двух возможных типов колебаний (гармонические/случайные);
- изменение амплитуды колебаний в диапазоне (**0 ÷ 100**)% ;
- запуск/останов стенда.

### На графическом экране должны быть:

- заголовок с названием проекта;
- логотип TRACE MODE;
- мнемосхема со средствами управления стендом и визуализацией колебаний;
- тренд формируемых колебаний.

Для экспресс-отладки проекта могут оказаться полезными симулятор *ModBus-Slave* устройства, например, <http://www.win-tech.com/demos/modsim32.zip> (251 КБ). Однако следует учесть, что время непрерывной работы данного симулятора ограничено тремя минутами.



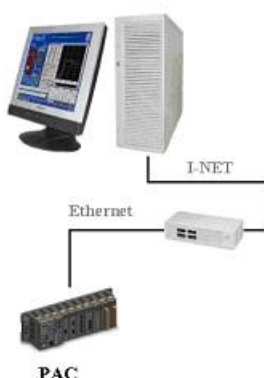
## Тип 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC



Требуется создать в базовой версии **TRACE MODE 6.09** проект автоматизированной системы поддержания уровня жидкого продукта.

Проект должен содержать два узла:

- **EmbeddedRTM** (контроллер), предназначен для непосредственного управления технологическим процессом.
- **RTM** (операторская станция), предназначен для выдачи команд управления и отображения протекания технологического процесса на графическом экране (мнемосхеме).



### Описание технологического процесса (ТП):

Жидкий продукт нагнетается в технологическую емкость через два патрубка. На обоих патрубках установлены входные задвижки. В нижней части технологической емкости находится сливной патрубок, оснащенный выходной задвижкой. Оператор имеет возможность задавать величину поддерживаемого уровня продукта в технологической емкости и управлять входными задвижками. Управление выходной задвижкой осуществляется контроллером в автоматическом режиме.

**ВНИМАНИЕ!** Используемые в задании емкость и задвижки – модели TRACE MODE, соответственно Резервуар и Задвижка.

**Исходные данные:**

Вместимость технологической емкости **10000** условных объёмных единиц (у.о.е.).

Максимальная скорость поступления продукта в технологическую емкость через входные патрубки составляет соответственно **40** и **80** у.о.е./с. Время хода входных задвижек соответственно **10** и **20** с.

Максимальная скорость расхода из емкости через выходной патрубок составляют **300** у.о.е./с, время хода выходной задвижки – 0.5 с.

Уровень заполнения технологической емкости в относительных единицах (отн. ед.) *рассчитывается как одна сотая* от текущего объема продукта находящегося в емкости.

Управление задвижками **потенциальное**. В начальном положении **входные задвижки закрыты**, технологическая емкость **пуста**.

**Алгоритм работы системы:**

1. оператор задает произвольную величину уровня заполнения жидким продуктом технологической емкости в диапазоне (**5 ÷ 95**) отн. ед;
2. оператор открывает в *произвольном порядке* входные задвижки для заполнения емкости продуктом;
3. контроллер управляет выходной задвижкой для поддержания заданного оператором уровня с погрешностью не более **±5** отн. ед;
4. оператор управляет входными задвижками и изменяет величину поддерживаемого уровня:
  - с целью уменьшения уровня заполнения емкости - *при любом положении* входных задвижек;
  - с целью увеличения уровня заполнения емкости - *при любой одной или обеих открытых* входных задвижках.

**ВНИМАНИЕ!** Текущее положение задвижки в модели следует определять через процент закрытия.

**Обмен данными** между контроллером и операторской станцией осуществляется **по сети**. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в операторской станции – **второй**.

**Проект должен включать:**

- **название** проекта;
- **логотип** TRACE MODE;
- **системное время**;
- **тренд** уровня заполнения технологической емкости;
- **средства** для задания и индикации уровня ;
- **средства управления входными задвижками с индикацией** их текущего состояния;
- **средства индикации** текущего состояния выходной задвижки.

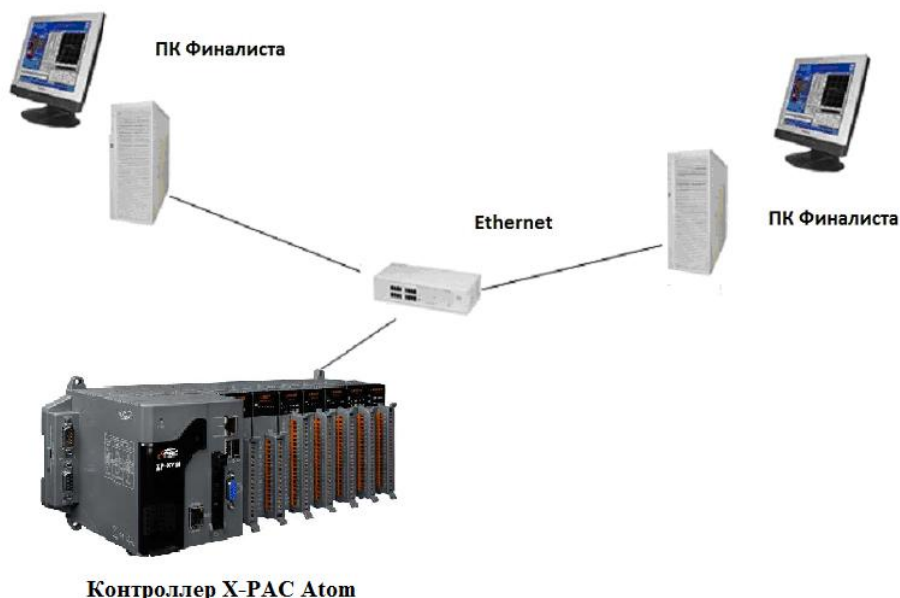
*Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение*

*адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».*

**Примерный вид графического экрана (см. выше):**

В верхней части экрана на подложке (**графический элемент (ГЭ) Цилиндр**) выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием **ГЭ Дата и время**. Ниже расположен **ГЭ Тренд** с отображением четырех кривых – задания величины уровня, текущее значение уровня, максимально и минимально допустимые значения уровня. Под трендом отрисована мнемосхема процесса: объемный полупрозрачный **ГЭ Цилиндр** как технологическая емкость, на нее с помощью **ГЭ Текст** выводятся значения величины задания уровня, текущее значение уровня, максимально и минимально допустимые значения уровня. За цилиндром находится **ГЭ Прямоугольник** с настроенной *динамической заливкой* для отображения величины текущего уровня. С помощью объемных **ГЭ Труба** выполнены входные и выходной патрубки. Для отображения на мнемосхеме задвижек использован объемный **ГЭ Клапан**. Для **выходной задвижки** с помощью **ГЭ Текст**, настроенных как *текстовые индикаторы*, отображаются сигналы конечных выключателей и текущая команда управления задвижкой. Управление входными задвижками выполнено с использованием **ГЭ Группа кнопок**. Индикация движения жидкого продукта по патрубкам выполнено с помощью **ГЭ Поток**. Ну и, наконец, **ГЭ Кнопка** применена для задания произвольного значения уровня заполнения технологической емкости.

## ***Задание финального тура. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БУНКЕРОМ***



Необходимо выполнить разработку автоматизированной системы управления бункером.

В базе каналов TRACE MODE узла EmbeddedRTM (контроллер X-PAC с ОС WINDOWS XP Embedded), работающего под управлением исполнительного модуля Micro TRACE MODE 6.09, создано два бункера из моделей TRACE MODE **Резервуар** и **Задвижка** - **Бункер А** и **Бункер Б**. Финалистам необходимо разгрузить «свой» бункер, подав команду на открытие задвижки. Изначально оба бункера полностью, т.е. на 100% заполнены, а пустым бункером считается тот, в котором текущее заполнение составляет менее 1%.

В группе каналов **БУНКЕР А** узла EmbeddedRTM созданы каналы:

- **Бункер А** – текущее заполнение Бункера А в %;
- **Команда управления Бункером А** – для управления задвижкой Бункера А (**1 – открыть**);

В группе каналов **БУНКЕР Б** узла EmbeddedRTM созданы каналы:

- **Бункер Б** – текущее заполнение Бункера Б в %;
- **Команда управления Бункером Б** – для управления задвижкой Бункера Б (**1 – открыть**);

Участники финала, взяв за основу проект, созданный для узла *контроллера*, разрабатывают *серверный узел (RTM)* для управления бункером. На графическом экране ПК необходимо **выполнять команду управления задвижкой бункера** с помощью **ГЭ Кнопка**, **фиксировать** в отчете тревог и на **ГЭ Строка ОТ** прохождение команды управления задвижкой в контроллер, с помощью **ГЭ Текст**, **ГЭ Тренд**, а также, используя **объемный ГЭ Емкость** с настроенной *динамической заливкой* отображать **текущее** заполнение бункера. Так же на экране **обязательно** должна быть выполнена надпись «**Финал SCADA-чемпионата 2014-го года**», *Ф.И.О. участника* и логотип **TRACE MODE**.

**Участник 1** управляет Бункером А.

**Участник 2** управляет Бункером Б.

**Победителем** будет признан тот участник, который *первым* разгрузит бункер.

## Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2014 – 2015 г.г.)

### Тип 1. SCADA/HMI + PLC



Создать в базовой версии **TRACE MODE 6** программное обеспечение для резервного пульта управления движением судна. Процесс управления судном заключается в задании *азимута* и *скорости* движения. Исполнительными механизмами судна управляет



специализированный контроллер с протоколом обмена **Modbus RTU**. Адрес контроллера – **1**, параметры последовательного порта – **115200,n,8,1**. Приемные двухбайтовые регистры контроллера – **HOLDING REGISTER**: по *азимуту* – адрес **0001**, по *скорости* – **0002**. На ПК

используется последовательный порт **COM1**. Передача данных в контроллер должна осуществляться одной транзакцией (*для специалистов, для студентов можно двумя*).

Разрабатываемая система должна давать возможность производить следующие действия:

- выбор азимута из фиксированного списка: **N** ( $0^0$ ), **NE** ( $45^0$ ), **E** ( $90^0$ ), **SE** ( $135^0$ ), **S** ( $180^0$ ), **SW** ( $225^0$ ), **W** ( $270^0$ ), **NW** ( $315^0$ );
- выбор скорости из фиксированного списка: **СТОП** (0 узлов), **ТОВСЬ** (3 узла), **МАЛЫЙ** (7 узлов), **СРЕДНИЙ** (15 узлов), **ПОЛНЫЙ** (25 узлов), **САМЫЙ ПОЛНЫЙ** (30 узлов);
- передачу выбранных значений азимута и скорости в контроллер.

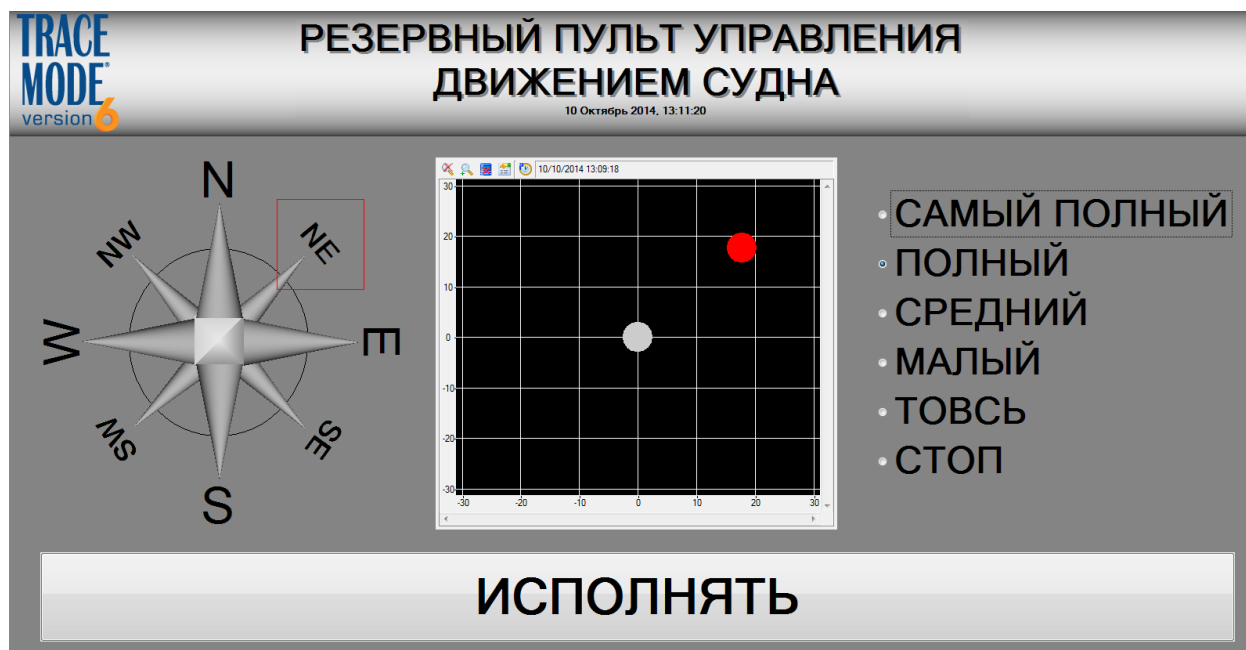
**На графическом экране должны быть:**

- заголовок с названием проекта;
- логотип TRACE MODE;
- средства задания параметров движения судна;
- индикатор направления и скорости движения судна.

*Для экспресс-отладки проекта могут оказаться полезными два последовательных порта на одном ПК, нуль-модемный (кросс-) кабель и симулятор Modbus-Slave устройства, например, <http://www.win-tech.com/demos/modsim32.zip> (251 КБ). Однако следует учесть, что время непрерывной работы данного симулятора ограничено тремя минутами.*

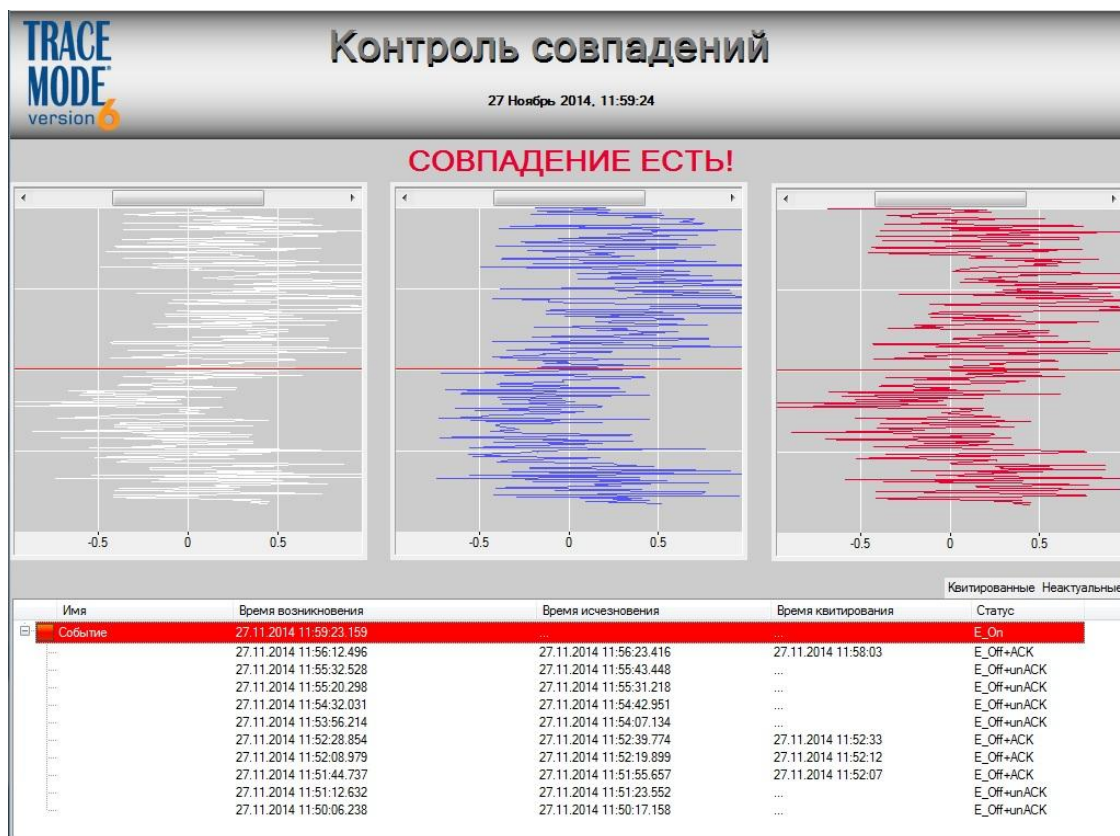
**Примерный вид графического экрана:**

В верхней части экрана на подложке (**графический элемент (ГЭ) Цилиндр**) выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием ГЭ Дата и время. Ниже слева расположена роза ветров, на которой с помощью ГЭ Текст производится выбор фиксированных значений азимутов движения судна. Ниже справа расположен выполненный с помощью ГЭ Группа кнопок машинный телеграф для выбора фиксированных значений скоростей движения судна. Ниже по центру расположен ГЭ Тренд XY с отображением двух точек: фиксированная по центру тренда белая точка указывает текущее положение судна, красная – положение судна через час в полярных координатах (определяется выбранным направлением и скоростью). Под трендом отрисована ГЭ Кнопка, с помощью которой производится передача параметров движения в контроллер.





## Тип 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC



Требуется создать в базовой версии **TRACE MODE 6.09** программное обеспечение для автоматизированной системы **контроля совпадений**.

Проект должен содержать два узла:

- **EmbeddedRTM** (контроллер), предназначен для получения данных по трем измерительным позициям – **X, Y и Z**.
- **RTM** (операторская станция), предназначен для получения данных от контроллера, фиксации в канале класса **СОБЫТИЕ** совпадений данных по всем измерительным позициям в каждый момент времени, а также для визуализации как поступающих данных, так и совпадений данных на графическом экране.



### Исходные данные:

Для имитации сигналов в узле контроллера используется программа **Signals\_X\_Y\_Z**, находящаяся в предоставляемой пользовательской библиотеке **tmdevenv.tmul**.

Погрешность единичного (отдельного) измерения по любой из измерительных позиций составляет  $\pm 2.5 \%$ . Необходимо фиксировать времена возникновения и исчезновения десяти последних совпадений.

**Обмен данными** между контроллером и операторской станцией осуществляется **по сети**. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в операторской станции – **второй**.

**Проект должен включать:**

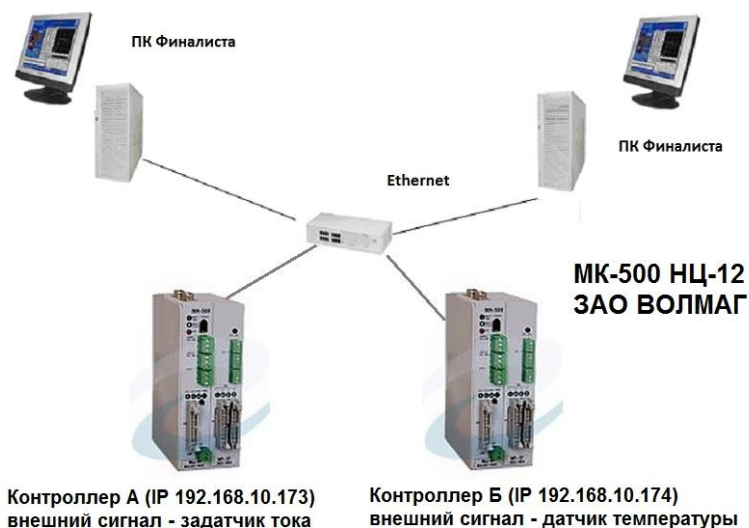
- **название** проекта;
- **логотип** TRACE MODE;
- **системное время**;
- **тренды** для поступающих данных по трем измерительным позициям;
- **средства** для визуализации совпадений.

*Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».*

**Примерный вид графического экрана (см. выше):**

В верхней части экрана на подложке (**графический элемент (ГЭ) Цилиндр**) выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием ГЭ Дата и время. Ниже расположены три ГЭ Тренд с вертикальным отображением кривых – данных получаемых по измерительным позициям X, Y и Z. Под трендами расположен ГЭ Событие для визуализации происходящих совпадений. Над трендами присутствует ГЭ Текст, отображающий надпись «**СОВПАДЕНИЕ ЕСТЬ!**» в момент фиксации совпадения.

**Задание финального тура. ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ПЛК МК-500-12**



Используя базовую версию **SCADA TRACE MODE 6.09.2**, подключиться с ПК под управлением **ОС WINDOWS 8.1** к программируемому логическому контроллеру (ПЛК) **МК-500-12** по сети **ETHERNET** (способ подключения аналогичен *KP-500 по IP*).

**Финалист А** выполняет подключение к контроллеру **А**, имеющему номер **1** и настроенный IP-адрес **192.168.10.173** с открытым для доступа по **TCP** портом **7000**.

**Финалист Б** выполняет подключение к контроллеру **Б**, имеющему номер **1** и настроенный IP-адрес **192.168.10.174** с открытым для доступа по **TCP** портом **7000**.

**Оба финалиста** должны получить значение температуры окружающего воздуха в градусах Цельсия, измеряемое *внешним датчиком температуры* ПЛК, используя для этого выход **0** алгоблока **0**. Кроме того, необходимо считать из ПЛК значения трех параметров **А**, **Б** и **В** (соответственно выходы **1**, **2** и **3** алгоблока **0**), просуммировать их и записать во вход **1** алгоблока **3**, используя тип **Вход(0-255)**.

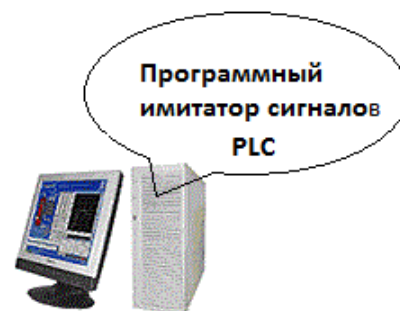
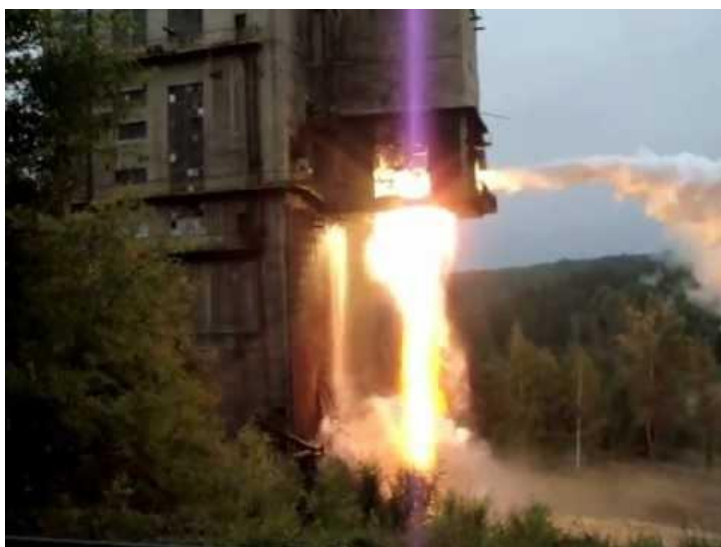
Участники финала разрабатывают *серверный узел (RTM)* для обмена данными с ПЛК. На графическом экране ПК необходимо **отобразить** снимаемую с контроллера температуру в числовом виде и с помощью **ГЭ Тренд** в границах **20 – 40 °С**, а так же значения параметров **А**, **Б** и **Ц** и их суммы с помощью **ГЭ Текст**. Так же на экране обязательно должна быть выполнена надпись «**Финал SCADA-чемпионата 2015-го года**», *Ф.И.О. участника* и логотип **TRACE MODE**.

**Победителем** будет признан тот участник финала, который:

1. *первым* получит и отобразит на графическом экране корректное значение температуры;
2. передаст в контроллер корректную сумму параметров **А**, **Б** и **В**<sup>1</sup>.

## Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2015 – 2016 г.г.)

### Тип 1. SCADA/HMI + PLC



<sup>1</sup> в ПЛК автоматически сличаются значения внутренней и принимаемой от ПК сумм с выводом результатов на экран планшета.



Создать в базовой версии **TRACE MODE 6** программное обеспечение измерительно-вычислительной системы (ИВС) стенда огневых испытаний жидкостных ракетных двигателей (ЖРД).

ИВС должна опрашивать с **периодом 100 миллисекунд** следующие аналоговые сигналы:

- **PT1** (давление в топливном баке, отн. единиц);
- **FT** (расход через дренажный клапан, отн. единиц);
- **LT** (уровень в топливном баке, отн. единиц);
- **PT2** (давление в камере сгорания, отн. единиц);
- **TT** (температура в камере сгорания, отн. единиц).

Процесс запуска испытаний инициируется посылкой логической единицы в дискретный вход **CMD**.

**ВНИМАНИЕ!** Имитатор сигналов стенда – программа **ЖРД** находится в слое **Шаблоны программ** объекта **Stand** библиотеки **SCADA\_Champ\_2016**, сохраненной в файле **tmdevenv.tmul** (необходимо скачать *отсюда* и записать в папку **C:\Users\All Users\AdAstra\Trace Mode IDE 6 Base\** для ОС Windows 7/8.1 или в **C:\Documents and Settings\All Users\Application Data\AdAstra\Trace Mode IDE 6\** для ОС Windows XP). *Входным аргументом* программы **ЖРД** является **CMD**, *выходными* – **PT1, FT, LT, PT2** и **TT**.

Разрабатываемая система должна давать возможность производить следующие действия:

- **запускать** испытание;
- **сохранять** в СПАД-архиве измеренные значения;
- **вычислять** с точностью **до миллисекунды** время установления рабочего режима ЖРД - от момента запуска до момента достижения измеряемым параметром **PT2** величины равной **95 отн. единиц**.

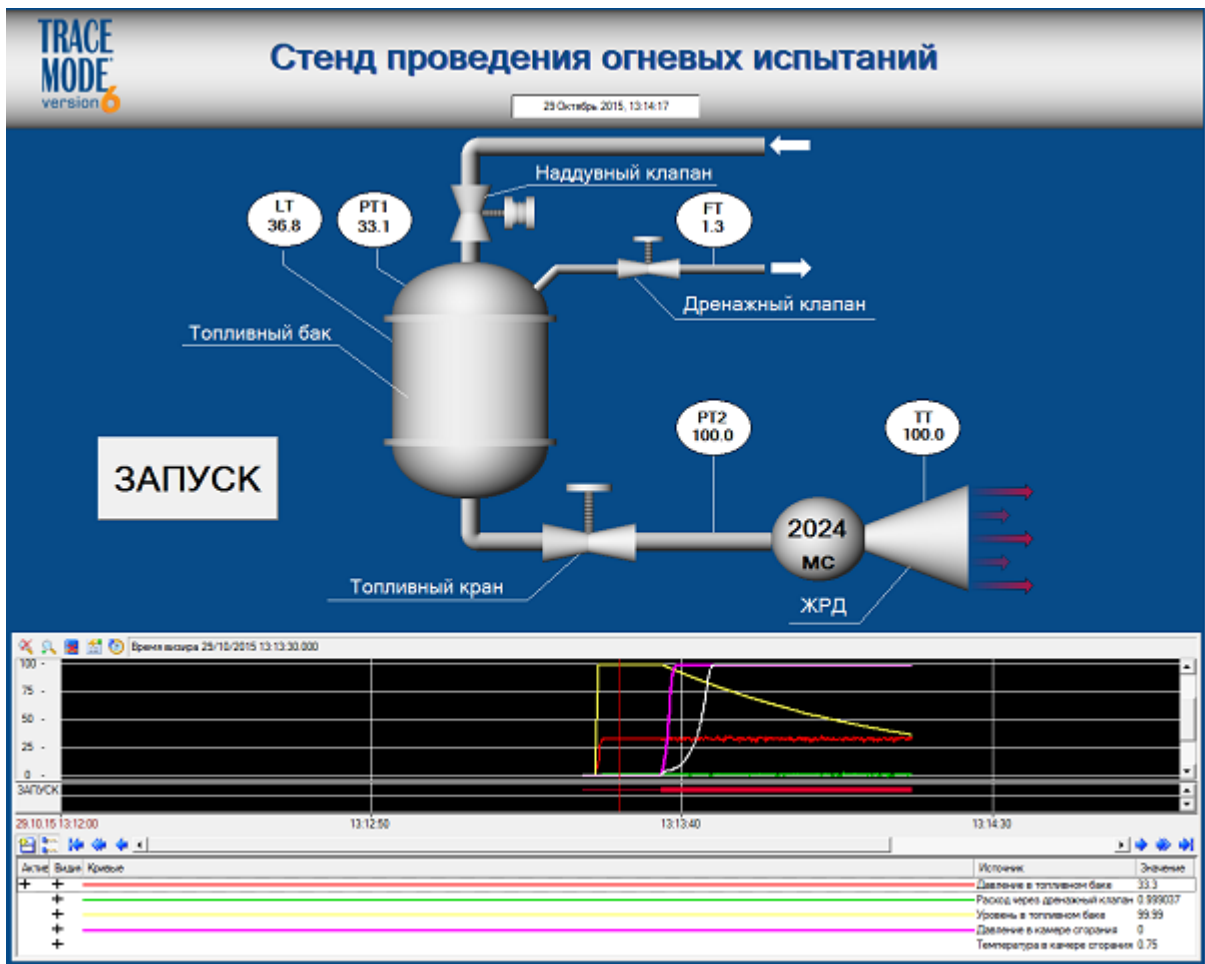
**На графическом экране должны быть:**

- заголовок с названием **проекта**;
- логотип **TRACE MODE**;
- текущее **время**;
- **мнемосхема** стенда огневых испытаний с кнопкой запуска;
- **тренд** измеряемых параметров.

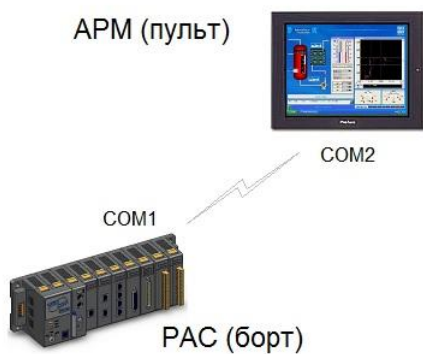
*При задании настроек тренда исходить из примерного времени проведения испытаний 3-4 минуты.*

**Примерный вид графического экрана:**

В верхней части экрана на подложке (**графический элемент (ГЭ) Цилиндр**) выводится название, логотип **TRACE MODE** и текущее время с использованием **ГЭ Дата и время**. Ниже расположена мнемосхема стенда огневых испытаний, выполненная с помощью *объемных ГЭ Емкость, Клапан, Сфера, Конус и Труба*. Вывод на мнемосхему измеренных и вычисленных значений параметров осуществляется с помощью **ГЭ Текст**, вставленных в **ГЭ Эллипс**. Запуск проведения испытаний выполняется с помощью **ГЭ Кнопка**, расположенной в левой части экрана. В нижней части экрана расположен **ГЭ Универсальный тренд**, на который выводятся все формируемые и измеряемые параметры.



## Тип 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC

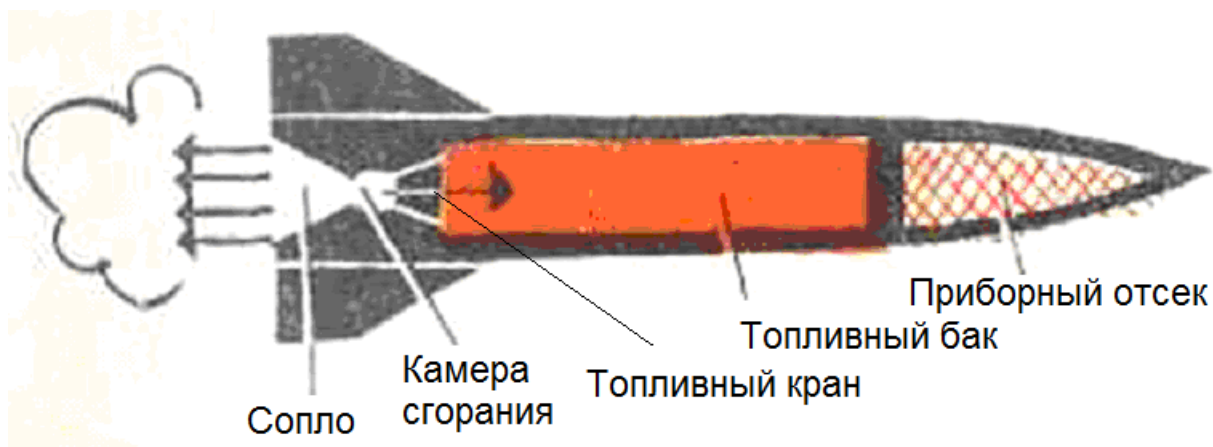


Требуется создать в базовой версии **TRACE MODE 6** программное обеспечение **информационно-измерительной управляющей системы (ИИУС)** запуска ракеты и сбора телеметрической информации о работе двигателя.

Проект должен содержать **два** узла:

- **EmbeddedRTM** (бортовой контроллер с *ОС Windows CE*, размещенный в приборном отсеке ракеты), предназначен для вывода на расчетную траекторию одноступенчатой жидкостной ракеты путем непосредственного управления ее двигателем.

- **RTM** (АРМ оператора - ПК с ОС Windows 7/8.1, размещенный на наземном пульте управления запуском), предназначен для выдачи команды запуска ракетного двигателя, запроса телеметрических данных от контроллера и визуализации их на графическом экране.



#### Исходные данные:

Численные значения параметров будут указываться в условных массовых, объемных и тепловых единицах, соответственно – у.м.е., у.о.е. и у.т.е.

Для имитации узлов ракеты необходимо использовать **модели** TRACE MODE:

- топливный бак - Резервуар;
- топливный кран – Клапан;
- камера сгорания - Печь.

Начальная заправка топливного бака – **5000 у.о.е.**, плотность топлива равна **1 у.м.е./у.о.е.**  
 Время хода топливного крана – **30 с**, максимальная скорость поступления топлива из топливного бака в камеру сгорания – **500 у.м.е./с**.

Считать температуру топлива, поступающего в камеру сгорания, равной **0°C**, а максимальное значение выделяемого в камере сгорания тепла – **100000 у.т.е./с** (соответствует максимальной скорости поступления топлива из топливного бака).  
 Камера сгорания оборудована системой принудительного охлаждения, включающейся автоматически при подаче команды на закрытие топливного крана. В этом случае величина подводимого тепла в камеру сгорания снижается до **0.000001 у.т.е./с**, при этом величина отводимого тепла – **5000 у.т.е./с**

#### Алгоритм работы ИИУС:

После своего включения АРМ непрерывно запрашивает от контроллера данные по запасу топлива в топливном баке, температуре в камере сгорания и положению штока топливного крана (рекомендуется использовать в качестве последнего параметр «процент закрытия» модели клапана). По команде запуска от АРМ контроллер начинает управлять топливным краном до момента вывода на расчетную траекторию, при этом допустимая температура в камере сгорания должна поддерживаться в пределах **2500±50°C**. Считать условием достижением расчетной траектории расход ~ **4000 у.м.е.** топлива, после чего необходимо топливный кран закрыть, а оставшееся количество ракетного топлива будет востребовано для маневрирования на конечном участке траектории, но по командам уже другой системы.

**Обмен данными** между контроллером и АРМ оператора осуществляется по специальному «прозрачному» последовательному каналу передачи данных. В контроллере должен использоваться последовательный порт **COM1**, в АРМ оператора – **COM2**. Настройки порта – **115200,n,8,1**

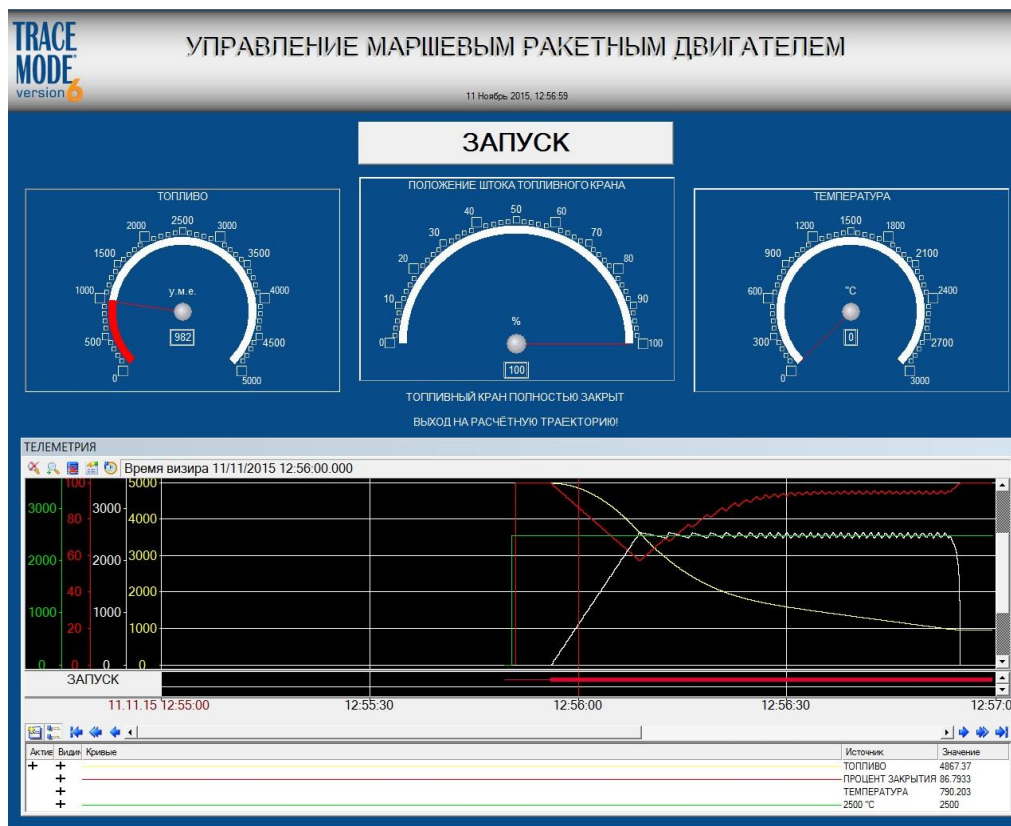
### Графический экран АРМ оператора должен включать:

- название проекта;
- логотип TRACE MODE;
- системное время;
- кнопку запуска ракетного двигателя;
- средства отображения текущих данных от контроллера;
- тренд для визуализации данных от контроллера и сигнала запуска двигателя.

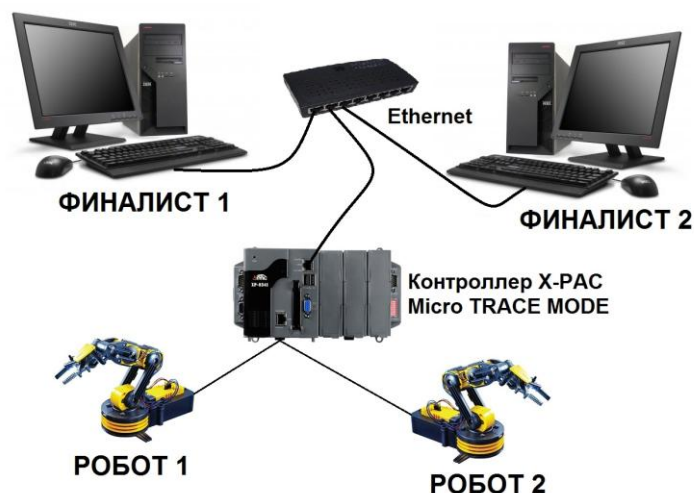
*Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК имеющих по одному последовательному порту, соединенных нуль-модемным (кросс-) кабелем (на каждом предварительно установить базовую версию TRACE MODE), так и на одном ПК с двумя последовательными портами – реальными или виртуальными.*

### Примерный вид графического экрана (см. выше):

В верхней части экрана на подложке (графический элемент (ГЭ) Цилиндр) выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием ГЭ Дата и время. Ниже расположены ГЭ Кнопка для выполнения операции запуска двигателя, три ГЭ Показывающий прибор для отображения телеметрии от контроллера. Под приборами расположен ГЭ Тренд для визуализации истории получения данных от контроллера и сигнала запуска двигателя. Над трендом присутствует ГЭ Текст, отображающий надпись «ВЫХОД НА РАСЧЕТНУЮ ТРАЕКТОРИЮ!» в момент полного отключения подачи топлива в камеру сгорания.



## Задание финального тура. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ



Необходимо выполнить разработку программного обеспечения автоматизированной системы управления роботом.

В базе каналов TRACE MODE узла **EmbeddedRTM** созданы две группы каналов – **ROBOT1** и **ROBOT2**. Расположенные в них каналы **AI#1** (контроль батарей на **ROBOT1**) и **AI#2** (контроль батарей на **ROBOT2**) предназначены для контроля текущего напряжения батарей, обеспечивающих питание соответствующих роботов. Каналы **Старт(1)** и **Старт(2)**, также расположенные в группах **ROBOT1** и **ROBOT2**, при подаче в них единичного импульса (от 20 мс) запускают программы механического перемещения в пространстве манипуляторов роботов – соответственно **РОБОТ1** и **РОБОТ2** (см. рисунок).

Финалистам необходимо **считать** из контроллера значение напряжения батареи и **подать команду**, запускающую программу перемещения манипулятора «своего» робота.

Участники финала, взяв за основу проект **ROBOTS.prj**, выполняют разработку существующего узла **ROBOT\_CONTROL**.

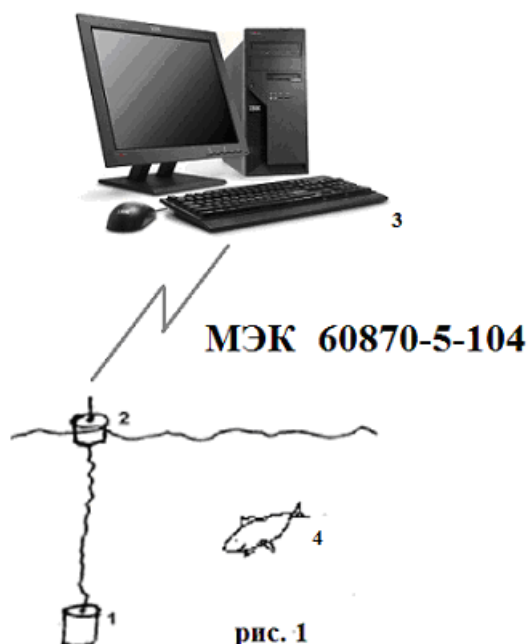
На графическом экране ПК необходимо **выполнять команду управления роботом** с помощью ГЭ **Кнопка**, выводить на экран текущее значение напряжения батареи в диапазоне (0-10) В и команду управления роботом с помощью ГЭ **Тренд**. Так же на экране **обязательно** должна быть выполнена надпись «Финал SCADA-чемпионата 2016-го года», *Ф.И.О. участника* и логотип **TRACE MODE**.

**Победителем** будет признан тот участник, который **первым** считает корректное значение **напряжения** питания батареи и **запустит** программу управления **роботом**.

## Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2016 – 2017 г.г.)

### Тип 1. SCADA/HMI + PLC

Требуется создать в базовой версии **TRACE MODE 6** программное обеспечение системы наблюдения за подвижными подводными объектами. Система состоит из трех частей (см. рис.1):



- 1 - затопляемый буй** с чувствительным элементом, вычислительно-регистрирующим блоком и аппаратурой связи (далее устройство);
- 2 - плавающий буй** с приёмо-передающей антенной;
- 3 – командный пункт** (ПК);
- 4 – наблюдаемый объект.**

Сигналы, соответствующие направлению на наблюдаемый объект (проекции по параллели и меридиану), вычисляемые глубина погружения и дистанция до объекта, а также географические координаты самого устройства и некоторые другие параметры, фиксируются устройством и передаются по запросу от командного центра по имеющемуся каналу связи.

Протокол обмена данными с устройством – **МЭК 60870-5-104**, общие протокольные параметры:

**ASDU** (размер общего адреса ASDU в байтах) – **2**;

**COT** (размер причины передачи в байтах) – **2**;

**IOA** (размер адреса объекта информации в байтах) – **2**.

**Номер устройства** – **3**

**IP-адрес устройства** – **62.105.137.100**

Считываемые из устройства параметры:

Параметр	Адрес (IOA)	Тип данных (IDT)
Проекция по параллели (безразмерная величина в диапазоне от –1 до 1)	700	13
Проекция по меридиану (безразмерная величина в диапазоне от –1 до 1)	701	13
Глубина объекта, м	702	13
Дистанция до объекта, кабельтовых	703	13
Координата устройства по широте, град	704	13
Координата устройства по долготе, град	705	13
Заряд батареи, %	706	13

### Требуется:

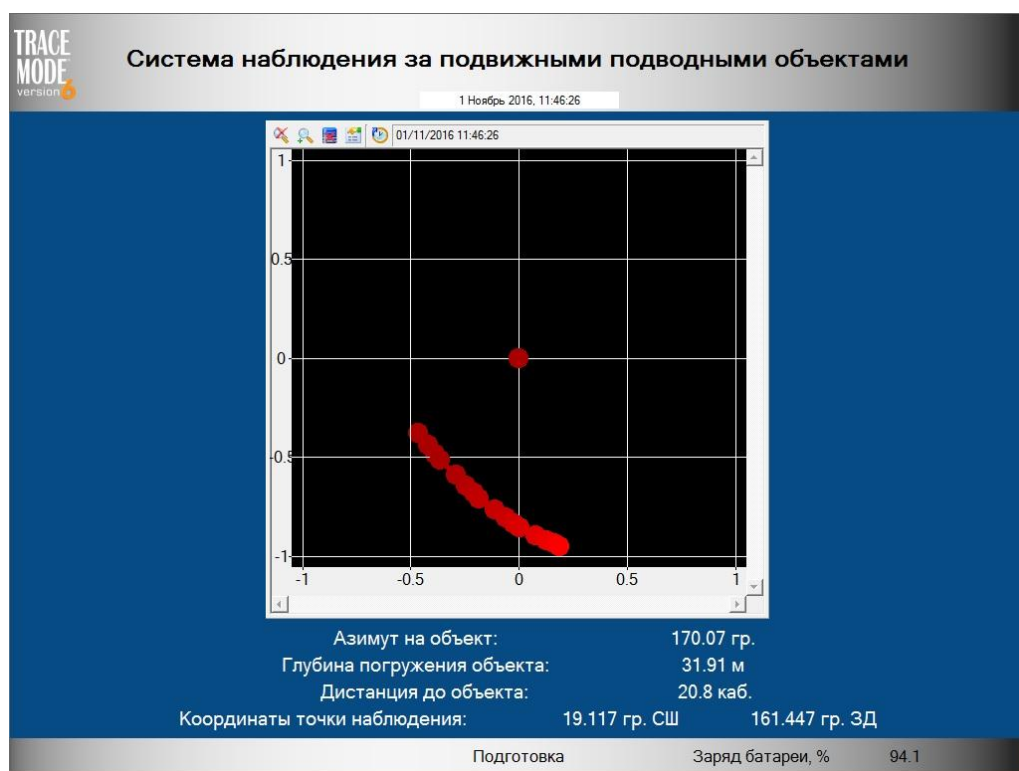
**считать** все вышеперечисленные параметры из устройства и **вычислить азимут** на наблюдаемый подводный объект, используя величины проекций по параллели и по меридиану.

### На графическом экране должны быть:

- заголовок с названием **проекта**;
- логотип **TRACE MODE**;
- текущее **время**;
- **величины** параметров, считанных с устройства;
- **тренд ХУ** с отображением текущего положения наблюдаемого объекта относительно устройства, выраженного проекциями по параллели и меридиану.

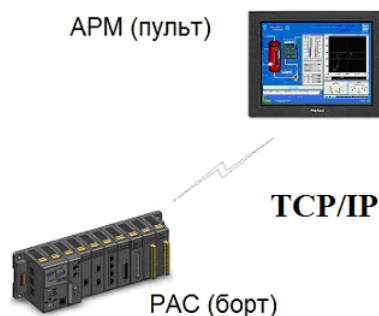
### Примерный вид графического экрана:

В верхней части экрана на подложке (графический элемент (ГЭ) Цилиндр) выводится название проекта, логотип **TRACE MODE** и текущее время с использованием ГЭ Дата и время. С помощью ГЭ Текст отображаются величины считанных из устройства параметров и вычисленная величина азимута. В центральной части экрана с помощью ГЭ Тренд ХУ визуализируется положение наблюдаемого объекта. В нижней части экрана на подложке с помощью ГЭ Текст, настроенного в режиме текстового индикатора, выводится информация о текущем состоянии обмена данными с устройством.





## Тип 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC



Требуется создать в базовой версии **TRACE MODE 6** программное обеспечение (ПО) **информационно-измерительной управляющей системы (ИИУС) беспилотного летательного аппарата (БПЛА)** для исполнения процедур передачи на борт полётного задания, запуска БПЛА и сбора телеметрической информации о текущих параметрах полёта.



Проект должен содержать два узла:

- **EmbeddedRTM** (бортовой контроллер БПЛА с **ОС Windows CE**), предназначен для непосредственного управления аппаратом по курсу и профилю полета.
- **RTM** (АРМ оператора - ПК с **ОС Windows 7/8.1**, размещенный в наземном центре управления полетом), предназначен для ввода в бортовой контроллер БПЛА полетного задания (массива данных по курсу и профилю полета), выдачи команды запуска БПЛА и запроса телеметрических данных от контроллера БПЛА для визуализации их на графическом экране.

### Исходные данные:

Полетное задание содержится в файле электронной таблицы Excel [Полетное задание для БПЛА.xls](#) и содержит два столбца – **КУРС** и **ПРОФИЛЬ** по ста точкам полета.

### Алгоритм работы ИИУС:

После старта исполнительного модуля **TRACE MODE** на АРМ по командам оператора выполняется **последовательное считывание всех данных** по курсу и профилю полета и **передача их в полном объеме** в бортовой контроллер. По получении **всех** данных бортовой контроллер сигнализирует АРМ о своей готовности к запуску. После выполнения данного условия оператор подает команду на запуск БПЛА. Получив команду запуска от АРМ, бортовой контроллер с периодом 0.5 секунды последовательно выдает на исполнительные механизмы аппарата значения курса и профиля полетного задания.



Текущие значения курса и профиля полета от бортового контроллера АРМ запрашивает непрерывно для отображения их на экране. Считать условием достижения конечной точки полета аппарата выдачу последней (сотой) пары значений курса и профиля.

**Обмен данными** между бортовым контроллером и АРМ оператора осуществляется **по защищенному беспроводному сетевому каналу связи**. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в операторской станции – **второй**.

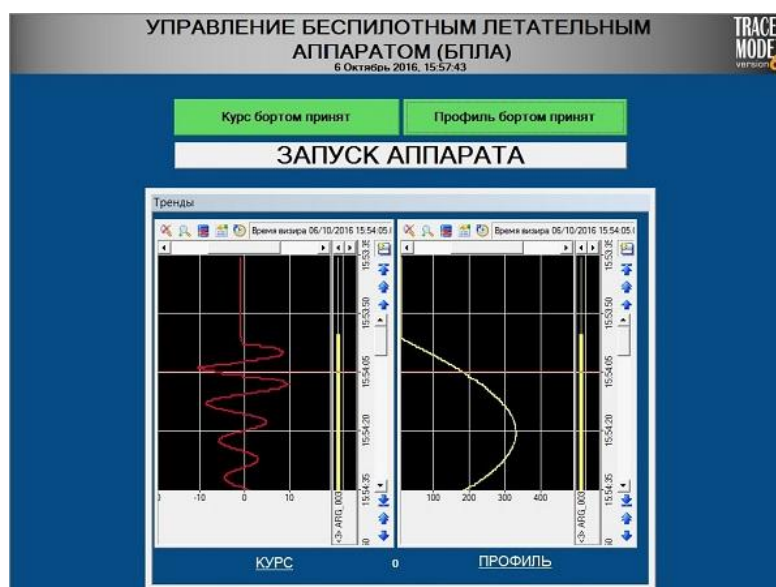
**Графический экран АРМ оператора должен включать:**

- **название проекта;**
- **логотип TRACE MODE;**
- **системное время;**
- **кнопки загрузки в бортовой контроллер данных по курсу и профилю полета;**
- **кнопку запуска БПЛА;**
- **тренды для визуализации данных, получаемых от контроллера, и сигнала запуска.**

*Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».*

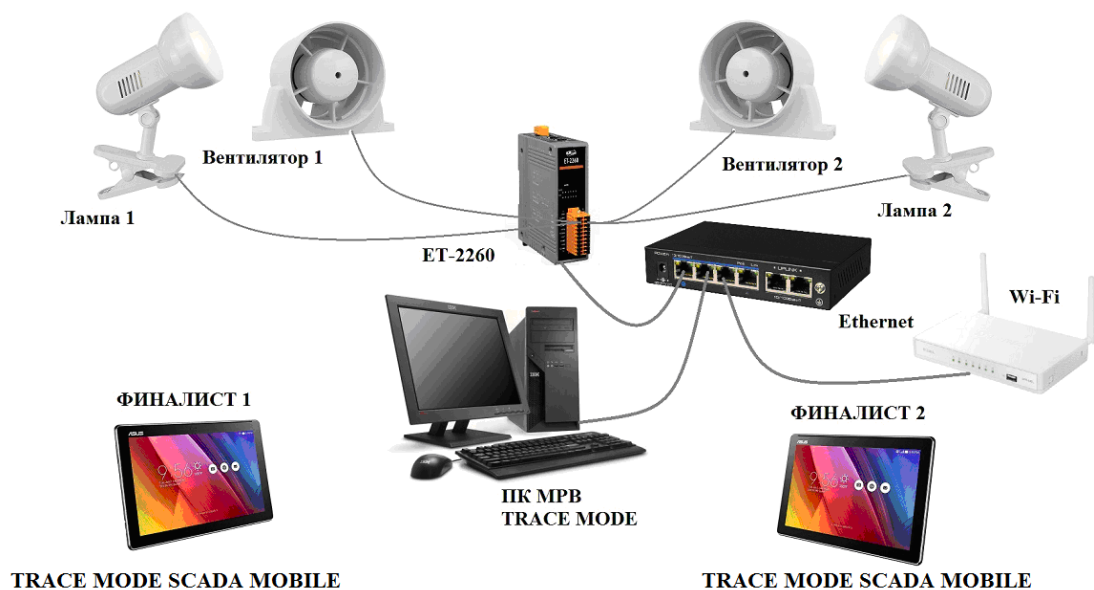
**Примерный вид графического экрана:**

В верхней части экрана на подложке (**графический элемент (ГЭ) Цилиндр**) выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием ГЭ Дата и время. Ниже расположены два ГЭ Кнопка для выполнения операций загрузки в бортовой контроллер данных по курсу и профилю полета (текст, выводимый на кнопках, динамизирован), а также ГЭ Кнопка для и запуска БПЛА. В центральной части экрана выполняется отображение телеметрии, поступающей от бортового контроллера аппарата, посредством двух ГЭ Тренд с вертикальной ориентацией.



**ВНИМАНИЕ!** Готовый проект - файл с расширением **.prj** и папку проекта (можно в zip-архиве), необходимо как можно скорее отправить по адресу [champ@adastra.ru](mailto:champ@adastra.ru), указав в поле Тема "SCADA чемпионат 2 тур. ФИО. Организация".

## Задание финального тура СИСТЕМА ДИСКРЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ



Требуется выполнить разработку программного обеспечения автоматизированной системы дискретного управления.

В группе каналов **MODBUS\_Write\_Single\_Coil** узла **RTM\_SERVER** проекта **final\_champ\_2017.prj** созданы два канала *дискретного выхода* – **W\_SingleCoil(5)#LEFT** и **W\_SingleCoil(5)#RIGHT**, предназначенные для управления от модуля **ЕТ-2260** двумя группами исполнительных устройств: **Лампа 1/Вентилятор 1** и **Лампа 2/Вентилятор 2** соответственно (см. рисунок). Включение группы осуществляется посылкой кода **0x1** в соответствующий канал **TRACE MODE**, выключение – посылкой кода **0x0**.

В группе каналов **MODBUS\_Read\_Coils** узла **RTM\_SERVER** создан канал *дискретного входа* **Rout\_Byte(1)#1**, атрибуты которого **Бит1** и **Бит2** индицируют состояние *дискретных выходов*, управляющих группами устройств **1** и **2** соответственно.

Участники финала, взяв за основу проект **final\_champ\_2017.prj**, выполняют разработку существующего узла типа **EmbeddedConsole**, предназначенного для запуска в планшетном ПК под управлением исполнительного модуля **TRACE MODE SCADA MOBILE**. На графической панели узла *необходимо исполнять и контролировать исполнение команды управления группой устройств* с помощью ГЭ Кнопка XOR и ГЭ Выключатель 4. Так же на экране *обязательно* должна быть выполнена надпись «Финал SCADA-чемпионата 2017-го года», *Ф.И.О. участника* и логотип **TRACE MODE**.

Выполнив разработку проекта, финалисты должны загрузить в планшетный ПК папку разработанного узла **EmbeddedConsole** и выполнить запуск исполнительного модуля **TRACE MODE SCADA MOBILE**.

**Победителем** будет признан тот участник, который *первым* подаст команду и включит «свою» группу устройств с подтверждением прохождения команды.