



Національний університет  
водного господарства та природокористування

**Міністерство освіти і науки України**

**Національний університет водного господарства та природокористування**

**Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій**

**04-03-57**

**Методичні вказівки**

до виконання лабораторної роботи №6 з дисципліни  
**“Супервізорні системи керування та збору даних”**  
для студентів спеціальності 8.05020201 „Автоматизоване управління технологічними процесами” денної форми навчання

Рекомендовано методичною комісією за спеціальністю „Автоматизоване управління технологічними процесами”  
Протокол № 4 від 10.12.2013 р.

**Рівне 2013**



Національний університет

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи №6 з дисципліни “Супервізорні системи керування та збору даних” для студентів спеціальності 8.05020201 „Автоматизоване управління технологічними процесами” денної форми навчання / Пастушенко В.Й., Стеценко А.М. – Рівне: НУВГП, 2013. - 49 с.

Упорядники: Пастушенко В.Й., к.т.н., професор, Стеценко А.М., старший викладач.

Відповідальний за випуск: Древецький В.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп’ютерно-інтегрованих технологій.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

© Пастушенко В.Й.,  
Стеценко А.М., 2013  
© НУВГП, 2013



## **Робота №6. Розробка і випробування системи контролю і керування багатозв'язними гідравлічними об'єктами на базі ПЛК Wincon та SCADA- системи Trace Mode.**

### **1. Мета роботи**

Розробити і випробувати систему контролю та керування багатозв'язними гідравлічними об'єктами на базі ПЛК Wincon та SCADA системи Trace Mode.

### **2. Теоретичні відомості**

Складні технічні об'єкти не можуть самостійно і нормально функціонувати без примусових (керуючих) впливів зі сторони спеціально організованого комплексу засобів, що утворюють керуючу підсистему. Основними її функціями є: збір інформації про стан об'єкта та зовнішнього середовища, перетворення інформації та прийняття рішень, формування керуючих впливів (виконання рішення).

Перехід від локальної автоматизації до комплексної призводить до необхідності **одночасної** зміни декількох керуючих змінних. Ускладнення функцій, покладених на технічні об'єкти, підвищення вимог до якості їх виконання, необхідність врахування взаємодій локальних процесів, підвищення порядку і складності математичних моделей тощо суттєво ускладнюють задачу керування. При цьому складні технічні об'єкти розглядаються не тільки як багатомірні, але і як **багатозв'язні**. Прикладами можуть бути летальні апарати, їх силові та енергетичні установки, виконавчі підсистеми роботів, об'єкти металургійного виробництва (прокатні стани, сталеплавильні печі), системи приводів, що працюють на спільне навантаження, тренажерні та моделюючі стенди, хімічні реактори тощо. У них багатозв'язність проявляється у наявності перехресних зв'язків, за рахунок яких керуючий вплив, поданий на будь-який з входів, призводить до зміни декількох виходів.

Складність алгоритмів функціонування і математичних моделей сучасних технічних об'єктів, їх багатозв'язність призводять, як правило, до неможливості застосування централізованого (радіального) керування на основі єдиної мети та алгоритму, що



забезпечує найкраще (або допустиме) значення показника ефективності.

Більш конструктивним на даний час являється підхід **децентралізації**, при якому функції керування **розподіляються** між декількома, взаємодіючими між собою і з технічним об'єктом, керуючими центрами (вузлами, пристроями). Організаційна структура керуючої системи при цьому ускладнюється і часто виявляється **багаторівневою** (ієрархічною) в якій між декількома пар вузлів керування присутнє відношення **підрядності**.

Задачі для вузлів керування **виконавчого рівня**, як правило, прості: регулювання значень керуючих змінних технічного об'єкту у відповідності із заданими зі сторони верхніх рівнів законами їх зміни в часі. При цьому керуючі **центри верхніх рівнів** вирішують складніші задачі, пов'язані з координацією, адаптацією підрядних їм підсистем нижніх рівнів і з оптимізацією режимів роботи об'єкту. Визначення числа рівнів, а також необхідної кількості вузлів (центрів) керування на кожному рівні у складі керуючої підсистеми, розподіл між ними цілей керування, визначення алгоритмів їх досягнення – ось характерні проблеми, що виникають при розробці системи з децентралізованим (розподіленим) керуванням. Для вибору підходящого варіанту організаційної структури керуючої підсистеми на даний час відсутні аналітичні методи, тому використовують експертні оцінки, досвід попередніх та аналогічних розробок, рекомендації методів структурного аналізу і синтезу складних систем, методи комп'ютерного моделювання.

### **3. Програма роботи**

1. Дослідити будову лабораторної дослідної установки, визначити призначення всіх елементів.
2. Створити базу інформаційних каналів, необхідних для роботи установки.
3. Розробити програмне забезпечення для керування рівнями у середньому та нижньому резервуарах.

3.1 Розробити програми керування рівнями води у резервуарах E2 та E3.

3.2 Підключити програми до відповідних інформаційних каналів.



4. Перевірити результуючу базу інформаційних каналів вузлів Wincon та АРМ.
5. Розробити графічне представлення ходу процесу.
  - 5.1 Розробити графічний екран для вузла контролера.
  - 5.2 Розробити декілька графічних екранів для вузла АРМ.
6. Записати розроблений проект в ПЛК Wincon і запустити його на виконання.
7. Проконтролювати роботу АСК рівнями води у резервуарах.
8. Оформити звіт про виконання лабораторної роботи.

#### **4. Опис лабораторного обладнання**

1. АРМ оператора на базі ПК.
2. Промисловий контролер Wincon 8347.
3. Модулі введення-виведення серії I-7000 та I-8000.
4. Перетворювач інтерфейсів RS-232 / RS 485.
5. Три багатозв'язні гідравлічні об'єкти.
6. Операційна система Windows.
7. Програмне забезпечення Trace Mode 6.

#### **Опис лабораторної установки з контролю і керування трьома багатозв'язними гідравлічними об'єктами**

Лабораторна установка (додаток 1) представляє собою автоматизовану систему керування (АСК) рівнями води у трьох зв'язаних між собою резервуарах. Крім того, здійснюється контроль тиску води між нижнім (Е3) та верхнім (Е1) резервуарами та витрати води між середнім (Е2) та нижнім (Е3) резервуарами. Регулювання рівнів води у резервуарах здійснюється шляхом зміни витрати витоків з них: з резервуара Е1 – за допомогою клапана з аналоговим сигналом керування, з резервуара Е2 – за допомогою клапана з дискретним сигналом керування, з резервуара Е3 – за допомогою зміни частоти роботи насоса.

#### **Технічні засоби автоматизації**

1. Ультразвуковий давач рівня UA18CLD20AGTR (рис. 6.1)  
Місце встановлення – резервуар Е1. Фірма-виробник – Carlo Gavazzi. Діапазон вимірювання рівня: 200-2000 мм. Вихідний



сигнал: 4-20мА. Напруга живлення: 15-30 В постійного струму.  
Графік зміни вихідного сигналу показано на рис. 6.2



Рис. 6.1 Зовнішній вигляд ультразвукового  
давача вимірювання рівня  
UA18CLD20AGTR

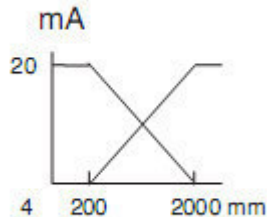


Рис. 6.2 Графік зміни вихідного  
сигналу ультразвукового давача  
вимірювання рівня  
UA18CLD20AGTR

Характеристики резервуару E1: висота – 520 мм, максимальний  
рівень води – 470 мм.

Градувальна характеристика давача:

L, мм	I, мА
0	8.7
110	7.7
280	6.2
351	5.5
441	4.63
470	4.36

Як видно з вимірянних даних, при віддаленні від об'єкта, у  
даному випадку від поверхні води, вихідний струмовий сигнал  
давача зростає.

2. Електродний давач рівня з сигналізатором рівня САУ-М6 (рис.  
6.3)

Місце встановлення – резервуар E2. Фірма-виробник – ОВЕН  
(Росія).



Основні функції: три незалежних канала контролю рідини в резервуарі, можливість інверсії режиму роботи будь-якого канала, робота з різними за електропровідністю рідинами (дистильованою, водопровідною, забрудненою водою, молоком і харчовими продуктами – слабо кислотними, лужними тощо), захист давачів від осадження солей на електродах завдяки живленню їх перемінною напругою.

Рис. 6.3 Зовнішній вигляд сигналізатора рівня САУ-М6

САУ М6 включає в себе 3 незалежних канала контролю, у склад кожного каналу входять:

- **вход** – для вимірювання опору кондуктометричного давача на змінному струмі;
- **регулятор чутливості** – дозволяє змінити чутливість каналу контролю рівня до електропровідності рідини;
- **порогове устройство (ПУ)** – фіксує досягнення робочою рідиною заданого рівня, а також формує сигнали керування вихідним реле;
- **коммутатор** – для перемикання каналу в інверсний режим роботи;
- **вихідне реле** – для керування зовнішнім обладнанням, спрацювання реле відбувається при контакті відповідного електроду з рідиною.

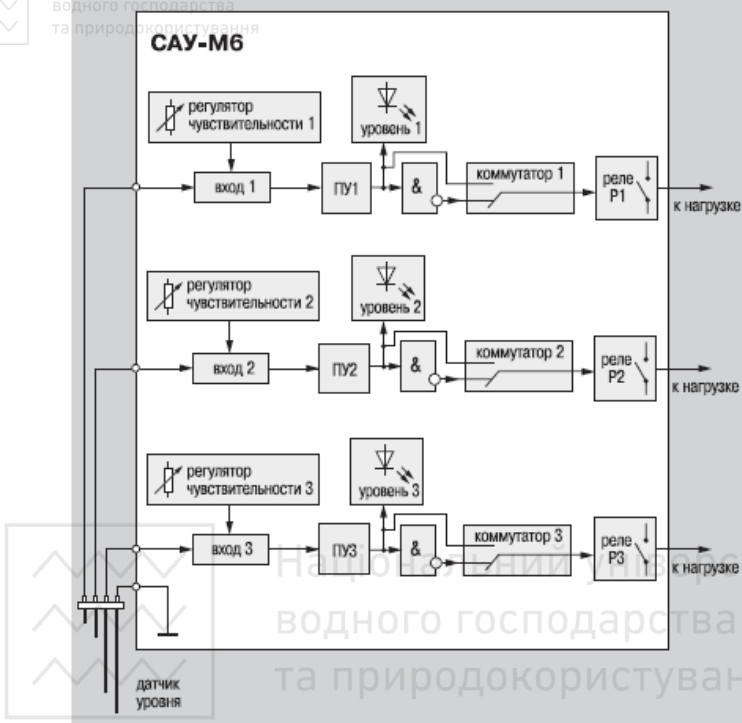


Рис. 6.4 Функціональна схема сигналізатора рівня САУ-М6

На передній панелі сигналізатора рівня розміщені індикатори наявності напруги живлення, досягнення рідиною певної відмітки рівня – 1, 2 чи 3.

На друкованій платі під верхньою кришкою приладу розташовані:



3 регулятора чутливості, кожен з яких має 4 ступені чутливості і дозволяє шляхом установки перемички налаштувати канал на електропровідні властивості рідини.



3 комутатори, що змінюють режим роботи вихідних реле.



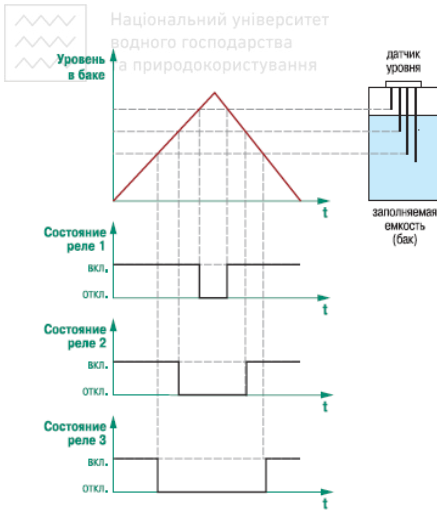


Рис. 6.5 Приклад часової діаграми роботи реле

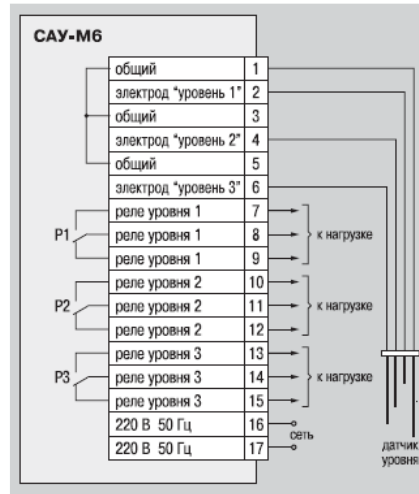


Рис. 6.6 Схема підключення сигналізатора рівня САУ-М6

### Технічні характеристики:

Номинальное напряжение питания прибора	220 В частотой 50 Гц
Допустимые отклонения напряжения питания от номинального значения	-15...+10 %
Потребляемая мощность, не более	6 ВА
Количество каналов контроля уровня	3
Количество встроенных выходных реле	3
Макс. допустимый ток, коммутируемый контактами встроенного реле	4 А при 220 В 50 Гц ( $\cos \varphi \geq 0,4$ )
Напряжение на электродах датчика уровня	не более 10 В частотой 50 Гц
Сопротивление жидкости, вызывающее срабатывание канала контроля	не более 500 кОм
Тип корпуса	настенный Н
Габаритные размеры корпуса	130x105x65 мм
Степень защиты корпуса	IP44

3. Електродний давач рівня з сигналізатором рівня ЭРСУ-К2.  
Місце встановлення – резервуар ЕЗ.

### Призначення:

Нормальна робота сигналізатора рівня гарантується при температурі повітря  $(-10...+45)^{\circ}\text{C}$ , відносній вологості до 98% при  $35^{\circ}\text{C}$  та без конденсації вологи. Прилад не призначений для експлуатації в умовах: вибухонебезпечних приміщень; контролю



середовищ, які дають твердий осад на електроді давача; впливу тряски та ударів.

Технічні дані:

Число положень рівня, які сигналізуються	4 (нижній, верхній, середній, аварійний)
Напруга мережі живлення частотою 50 або 60 Гц	220 ± 22 В
Споживана потужність	15 ВА – максимум
Діпазони спрацювання по питомій електропровідності середовища контролю	
перший – опір 5000 Ом	0,015 Ом/м
другий – опір 700 Ом	0,006
Похибка спрацювання за рівнем	+10 мм
Розривна потужність контактів реле при напрузі 220 В змінного струму	300 ВА
Робочий тиск в об'єкті	не більше 25 кгс/см <sup>2</sup>
Температура контрольованого середовища	не більше 200 <sup>0</sup> С
Напруга змінного струму на електродах давачів	не більше 7 В
Маса	не більше 4 кг
Габаритні розміри	192 x 122 x 90

#### 4. Давач тиску XMLF010D2025 (рис. 6.7)

Місце встановлення – трубопровід між резервуарами Е3 та Е1. Фірма-виробник – Telemecanique. Діпазон вимірювання тиску: 0.8-10 бар. Вихідний сигнал: 4-20мА. Напруга живлення: 24 В, допустимий діпазон 17-33 В постійного струму. Графік зміни вихідного сигналу показано на рис. 6.8.



Рис. 6.7 Зовнішній вигляд давача тиску XMLF010D2025

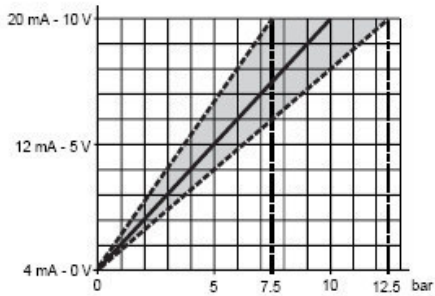


Рис. 6.8 Графік зміни вихідного сигналу давача тиску XMLF010D2025

### 5. Давач витрати DPL-1P 15G4 L343 (рис. 6.9)

Місце встановлення – трубопровід між резервуарами E2 та E3.  
 Фірма-виробник – Koblod. Діапазон вимірювання витрати: 0.2-6 л/хв. Вихідний сигнал: 4-20мА. Напруга живлення: 4.5-12 В постійного струму, 7 мА (15-20 мА max). Графік зміни вихідного сигналу показано на рис. 6.10



Рис. 6.9 Зовнішній вигляд давача витрати DPL-1P 15G4 L343

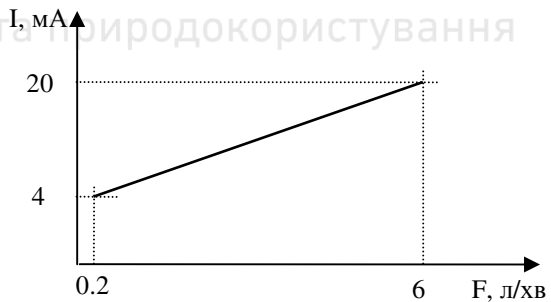


Рис. 6.10 Графік зміни вихідного сигналу давача витрати DPL-1P 15G4 L343

### 6. Виконавчий механізм з аналоговим керуючим сигналом SE1M24.

Місце встановлення – трубопровід між резервуарами E1 та E2.  
 Виконавчі механізми (ВМ) серії SE1 сумісні з регулюючими органами (РО) серії VFX. Коли живлення на ВМ не подається, РО знаходить в нормально закритому стані. Чутливий елемент в



капсулою всередині ВМ розширюється, що спричиняє виникнення моменту переміщення штоку. Клапан, що під'єднаний до штоку, відкривається. Коли від ВМ відключається живлення, шток рухається вгору, і клапан закривається за допомогою зворотної пружини.

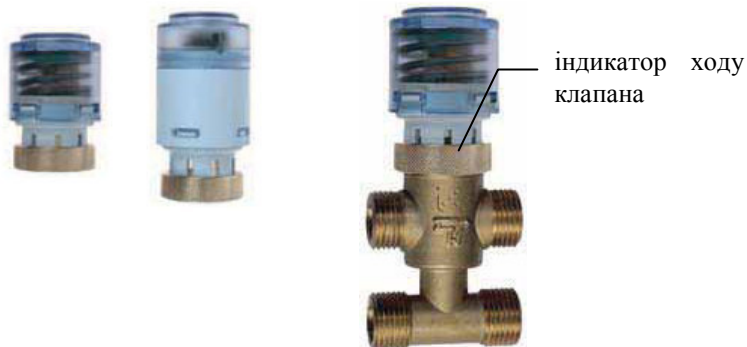


Рис. 6.11 Зовнішній вигляд ВМ серії SE1      Рис. 6.12 Зовнішній вигляд зборки ВМ серії SE1 і клапана серії VFX

Технічні характеристики:

- напруга живлення: 24 В змінного струму 50-60 Гц (24 Vac);
- сигнал керування: 0-10 В постійного струму (0-10 Vdc);
- потужність: 3 ВА;
- чутливий елемент – спеціальний парафін;
- час переміщення РО: 5 хв при 20°C;
- робочі температури: 0...50°C;
- робоча вологість: 10-90 % (без конденсату);
- температура зберігання: -20...70°C

7. Виконавчий механізм з дискретним керуючим сигналом SE1C230.

Місце встановлення – трубопровід між резервуарами E2 та E3. Будова даного ВМ аналогічна будові ВМ SE1M24 з тією різницею, що керування ним відбувається дискретним сигналом.

Технічні характеристики:

- напруга живлення: 230 В змінного струму 50-60 Гц (230 Vac);
- потужність: 3 ВА;



- чутливий елемент – спеціальний парафін;
- час переміщення РО: 3 хв при 20<sup>0</sup>С;
- робочі температури: 0...50<sup>0</sup>С;
- робоча вологість: 10-90 % (без конденсату);
- температура зберігання: -20...70<sup>0</sup>С

Керування процесом організоване за допомогою програмованого логічного контролера (ПЛК) Wincon-8347, локальних модулів I-8042 та I-8024, віддалених модулів вводу-виводу I-7017. Контролер може зв'язуватися через інтерфейс RS-232 або через Ethernet з персональним комп'ютером (ПК), який виконує роль автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора і використовується для програмування ПЛК та відображення даних про хід технологічного процесу. Крім ПК, для керування процесом використовується місцевий пульт керування, на якому розміщено засоби звукової та світлової сигналізації, кнопка ПУСК, кнопка аварійного стопу, кнопки ручного керування виконавчими механізмами, кнопки перемикання режимів роботи автоматичний-ручний.

8. Модуль дискретного вводу-виводу з ізоляцією I-8042 (рис. 6.13)

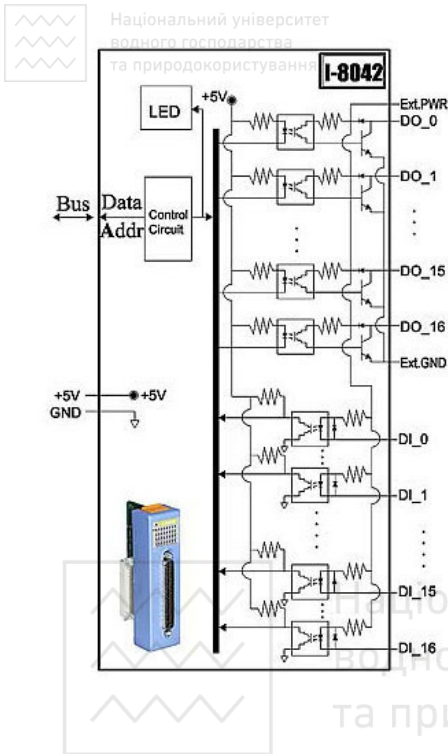
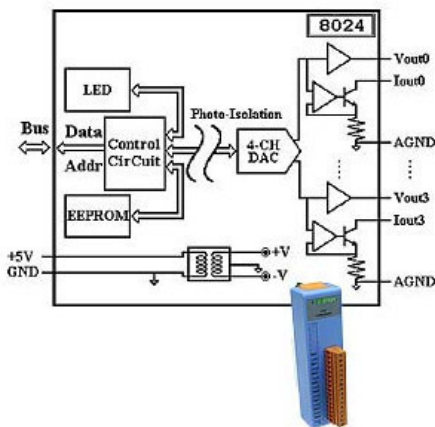


Рис. 6.13 Будова модуля I-8042

### 9. Модуль аналогового виводу I-8024 (рис. 6.14)



**Конструкція:** модуль з паралельним інтерфейсом. Пластиковий корпус.

**Інтерфейс:** локальна шина контролера. **Дискретний ввід:** Каналів дискретного вводу – 16. Гальванічна ізоляція: 3000 В. Вхідна напруга: логічний «0» - 0-1 В, логічна «1» - 3.5-30 В. Вхідний опір: 3 КОм. Максимальна частота вхідного сигналу: 500 Гц. **Дискретний вивід:** Каналів дискретного виводу: 16. Гальванічна ізоляція: 3750 В. Струм комутації: постійний – 100 мА. Напруга комутації: постійна – 30 В. Максимальна частота вихідного сигналу: 10 КГц. **Індикатори:** світлодіоди. **Роз'єми:** DB37 Male. **Живлення:** +5 В, потужність споживання 0.5 Вт. **Умови експлуатації:** температура – – 25...+ 75<sup>0</sup>С, вологість – 5...95 %.

**Конструкція:** модуль з паралельним інтерфейсом. Пластиковий корпус.

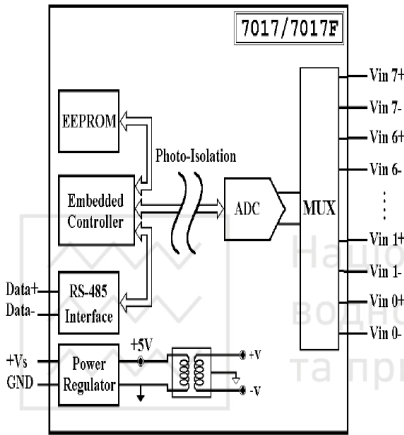
**Інтерфейс:** локальна шина контролера. **Аналоговий вивід:** Каналів аналогового виводу – 4. ЦАП: кількість – 4, розрядність – 14 біт. Гальванічна ізоляція: 3000 В. Діапазони вихідного сигналу: за напругою 0...+5 В, 0...+10 В, - 5...+5 В, -10...+10 В; за струмом 0...20 мА, 4...20 мА. Вихід: навантажувальна здатність 5 мА. **Індикатори:** світлодіоди.



**Роз'єми:** гвинтові клеми.  
**Живлення:** +5 В, споживана  
потужність 2.5 Вт. **Умови  
експлуатації:** температура –  
– 25... + 75<sup>0</sup> С, вологість –  
5...95%.

Рис. 6.14 Будова модуля I-8024

## 10. Модуль аналогового вводу I-7017 (рис. 6.15)



8 каналний модуль аналогового  
вводу

**Каналів аналогового вводу:** 6  
диференціальних / 2 із загальною  
землею або 8 диференціальних  
(вибирається перемикачем).

**Розрядність АЦП:** 16 біт. **Частота  
вибірки:** 10Гц, смуга пропускання

15.72Гц. **Діапазони вхідних  
напруг:** +/-150мВ, +/-500мВ, +/-1В,  
+/-5В, +/-10В. **Діапазон вхідних  
струмів:** +/-20мА. **Ізоляція:** 3000В

**Вхідний інтерфейс:** RS-485  
(двопровідний).

**Конструкція:**  
пластиковий корпус, роз'ємні

гвинтові клемні колодки для  
підключення зовнішніх сигналів,  
монтажну панелі або на DIN

напряму. **Напруга живлення:**  
+10...+30В.

**Споживана  
потужність:** 2Вт. **Умови  
експлуатації:** -20°C...+70°C

Рис. 6.15 Будова модуля I-7017

## 11. Програмований логічний контролер Wincon-8347

Програмований логічний контролер (ПЛК) Wincon-8000  
виготовляється фірмою ICPDAS. Модель ПЛК Wincon-8X0X  
представлена на рис. 6.16.

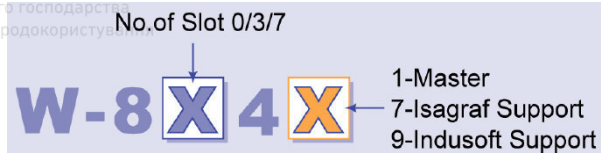


Рис. 6.16 Модель ПЛК Wincon-8X0X

Друга цифра вказує на кількість слотів в основному модулі контролера. На даний час існують модифікації з 0, 3-ма і 7-ма слотами. Остання цифра вказує на підтримувану програмну платформу: 1 – Master контролер, користувач мусить розробляти програмне забезпечення для ПЛК самостійно; 7 – підтримка IsaGRAF; 9 – підтримка InduSoft Web studio. У таблиці 6.1 наведено характеристики контролерів марки Wincon-8X0X.

Таблиця 6.1

Model	Description	CPU Speed	Embedded OS	Slot	Flash	SDRAM	Peripherals
W-8041 W-8341 W-8741	Embedded Controller	206MHz	Windows CE .NET 4.1	0 3 7	32 MB	64MB	10/100BaseT Ethernet Portx2 VGA Portx1
W-8047 W-8347 W-8747	ISaGRAF Embedded Controller	206MHz	Windows CE .NET 4.1	0 3 7	32 MB	64MB	CF Slotx1 USBx2 RS-232x1
W-8049 W-8349 W-8749	InduSoft Embedded Controller	206MHz	Windows CE .NET 4.1	0 3 7	32 MB	64MB	RS-485x1 FRnetx1(Option)

ПЛК Wincon-8000 змагається у роботоздатності з промисловими комп'ютерами, але дешевший по ціні. ПЛК має VGA вихід для підключення монітора, 2 USB входи для підключення мишки і клавіатури. Серед комунікаційних можливостей є виходи Ethernet, RS-232, RS-485. На передній панелі контролера є перемикач режимів роботи рис. 6.17. Під час роботи з ПЛК перемикач слід встановити в позицію «0», крім особливих випадків, наприклад:

- очищення реєстру: встановити перемикач у положення «1», подати живлення на ПЛК, зачекати 3 секунди, контролер повернеться у режим налаштувань виробника;
- оновлення ОС – положення «2».



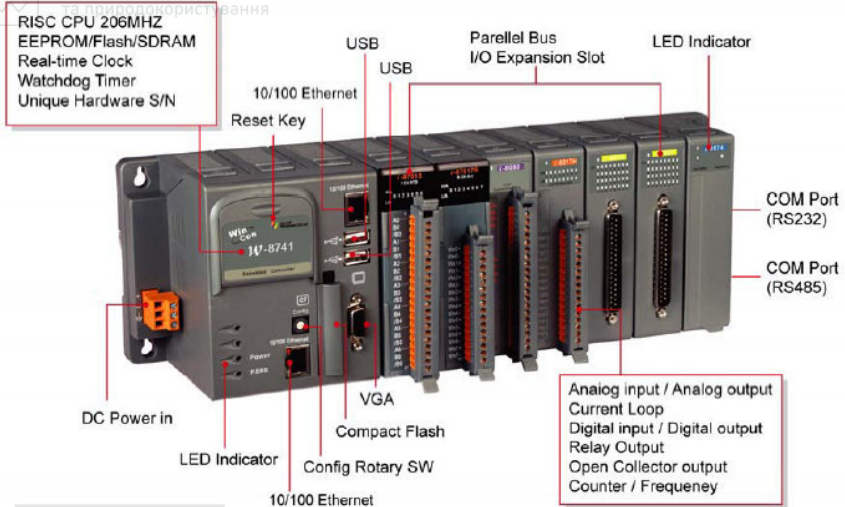
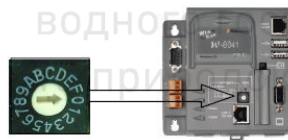


Рис. 6.17 Зовнішній вигляд ПЛК Wincon-870X



Position	Mode
0	Normal Mode
1	Clear Registry
2	OS updated by PB
3~7	Reserved
8-F	User defined

Рис. 6.18 Позначення позицій перемикача на передній панелі контролера



## Специфікація контролерів Wincon-8000

<b>Main Control unit</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Intel Strong ARM CPU, 206 MHz</li><li>■ SRAM : 64M bytes</li><li>■ Flash RAM : 32M bytes</li><li>■ EEPROM : 16K bytes</li><li>■ 64-bit hardware unique serial number</li><li>■ Built-in Watchdog Timer</li><li>■ Real Time Clock</li><li>■ 1 VGA port : 320×240×16 to 1024×768×16 Default is 640×480×16</li><li>■ 1 Compact Flash slot : CF memory card</li><li>■ Reset button</li><li>■ Power LEDs</li></ul>	
<b>W-8X3X</b>	<b>W-8X4X</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>■ 2 PS/2 port : Keyboard and Mouse</li><li>■ USB 1.1 Host x 1</li><li>■ 10 Base T : NET2000 compatible</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ USB 1.1 host x 2</li><li>■ 10/100 Base T x 2</li></ul>
<b>Cabinet</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>■ COM0: Internal use</li><li>■ COM1: Serial Control for 87k Series</li><li>■ COM2: RS-232</li><li>■ COM3: RS-485</li><li>■ FRnet(option)</li><li>■ I/O Expansion Slot : 3 - slot for W-83X1 7 - slot for W-87X1</li></ul>	
■ Power Supply : 20W, Unregulated + 10Vdc +30Vdc	
■ Environment : Operating Temp. : -25°C to + 75°C Storage Temp. : -30°C to +85°C	
■ Humidity : 5~95%	
■ Dimensions : 115.66×110×93.8(none slot) 230.25×110×93.8(3 slot) 354.26×110×93.8(7 slot)	
■ I/O module(optional) I-8000 series modules, which include DI,DO,AO,AI... I-87K series modules, which include DI,DO,AO,AI... I-7000 series modules, which include DI,DO,AO,AI...	
For more information please refer to relative catalog or <a href="http://www.icpdas.com">http://www.icpdas.com</a>	



## 5. Порядок виконання роботи

### 1. Дослідити будову лабораторної дослідної установки регулювання температури повітря.

1.1 Визначити призначення всіх елементів установки.

1.2 Підключити до контролера монітор, клавіатуру і мишку, а тоді подати на нього живлення 24 В. Після завантаження ОС Windows CE налаштуємо IP адресу контролера: 192.168.2.98.

1.3 Запустимо на контролері утиліту Wincon Utility і перевіримо усі налаштування.

1.4 Налаштуємо локальну мережу комп'ютера. Задамо його IP адресу: 192.168.2.90.

1.5 З'єднаємо комп'ютер та контролер мережевим кабелем і перевіримо наявність між ними локальної мережі, виконавши з командного рядка команду **ping <IP adress>** як з боку контролера, так і з боку комп'ютера:

на контролері запустимо команду **ping 192.168.2.90**

на комп'ютері запустимо команду **ping 192.168.2.98**

Якщо відбувся обмін тестовими пакетами даних, то усі налаштування виконано вірно.

### 2. Створити базу інформаційних каналів, необхідних для роботи установки.

#### 2.1 Створення нового проекту.

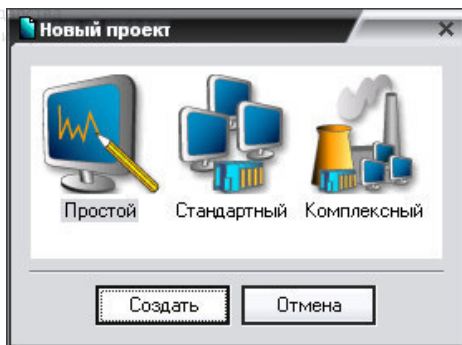
Завантажимо інструментальну систему подвійним клацанням



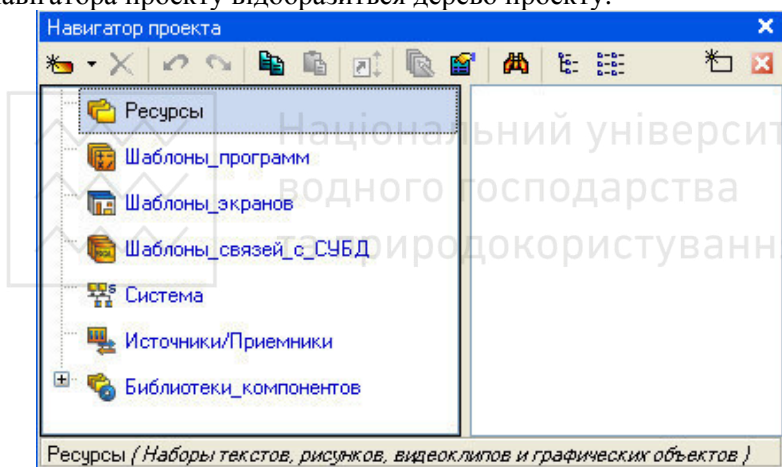
лівої кнопки миші (ЛК) по іконці



за допомогою іконки інструментальної панелі створимо новий проект. При цьому у наступному діалозі

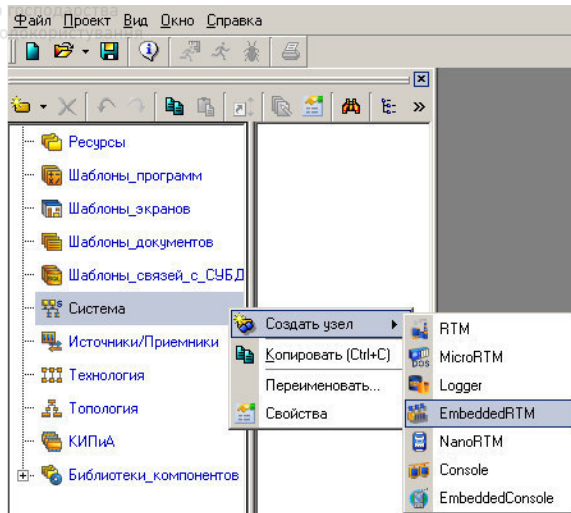


вибираємо стиль розробки **Стандартный** (Standard). Після натиснення ЛК миші на екранній кнопці **Создать** у лівому вікні Навігатора проекту відобразиться дерево проекту:

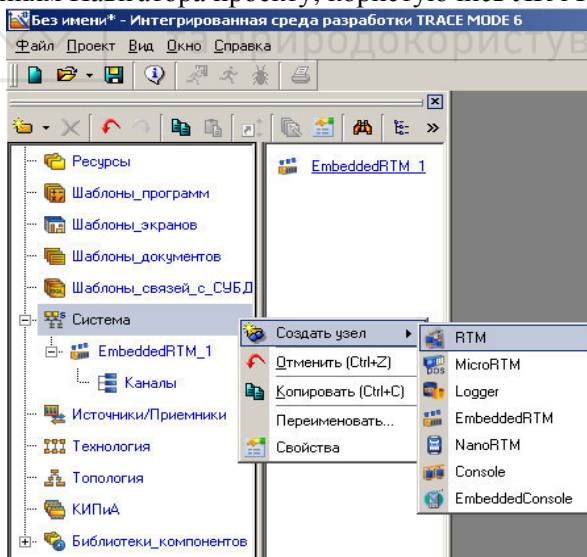


Виділимо ЛК миші в дереві проекту шар **Система**, ПК на вільному полі викличемо командне меню і створимо для контролера вузол **EmbeddedRTM**.

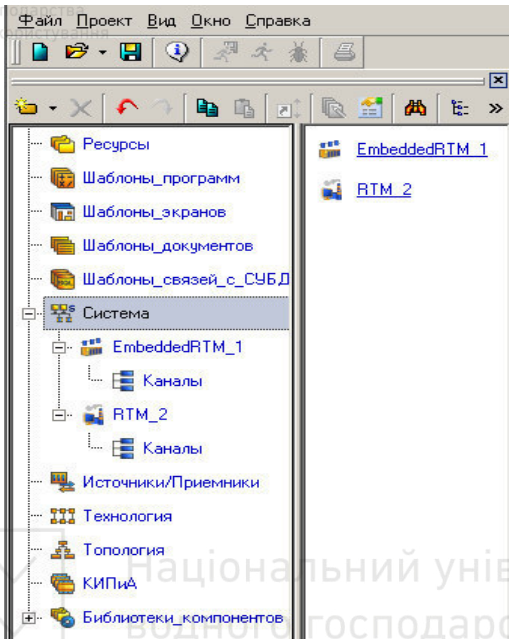
**Примітка.** Даний вузол створюється для контролерів, в яких прошита операційна система реального часу **Windows CE** і для яких можна розробляти графічне представлення. Якщо для такого контролера створити вузол **MicroRTM**, то усі програми будуть працювати, але графічний екран для цього вузла запускатися не буде.



Для створення вузла АРМ виконаємо аналогічну операцію з використанням Навігатора проекту, користуючись ЛК і ПК миші:

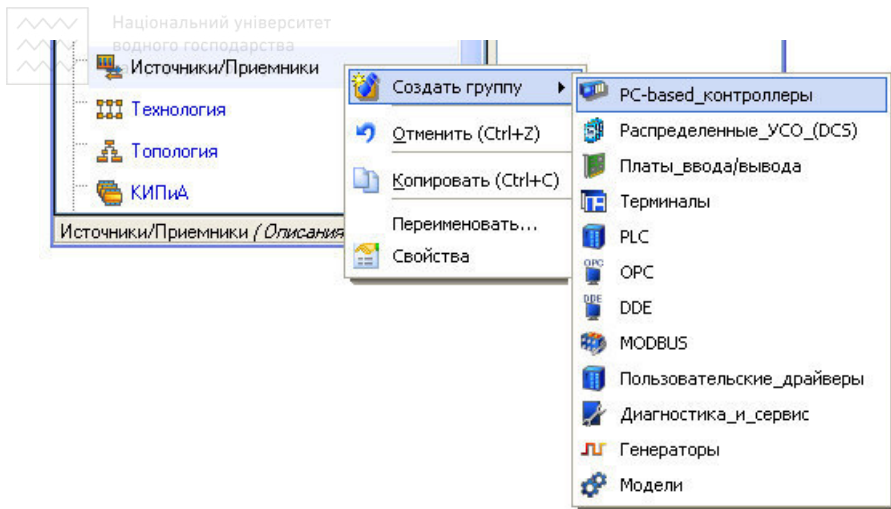


Таким чином, нами створені два вузли проекту – контролера і АРМ:



## 2.2 Створимо компоненти джерел-приймачів ПЛК.

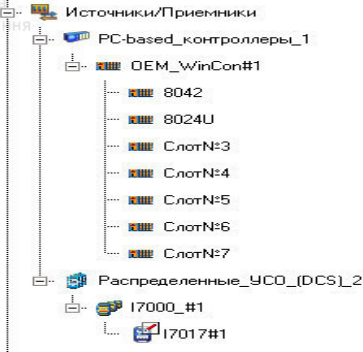
Виділимо ЛК шар **Источники/приемники** і ПК викличемо контекстне меню, за допомогою якого створимо групу PC-based контролерів:



Зайшовши в щойно створену групу PC-based\_контроллеры\_1, також за допомогою виклику по ПК створимо групу OEM\_Wincon. У ній заповнимі слот №1 модулем 8042, слот №2 – модулем 8024U (напругові аналогові виходи). Це локальні модулі контролера, тобто ті модулі, які вставляються в слоти шасі контролера.

До ПЛК Wincon можна підключати віддалені модулі по інтерфейсу RS-485. Для цього призначений порт COM3 контролера, де виведені клеми Data+ і Data-. Ці клеми з'єднуються із відповідними клемми Data+ і Data- віддаленого модуля (модулів). Для програмного конфігурування зв'язку віддаленого модуля серії I-7000 з контролером у групі **Источники/приемники** створимо групу Распределённые\_УСО\_(DCS), а у ній – групу I-7000. У групі I-7000 додамо групу модуля аналогового вводу I-7017.

**Примітка.** Перед підключенням віддаленого модуля I-7000 необхідно протестувати його роботу спеціалізованою утилітою 7000. Ряд нових модулів серії I-7000 підтримують роботу по двом протоколам: DCON та MODBUS. Обидва протоколи працюють по інтерфейсу RS-485. Однак активним є тільки 1 з протоколів. При цьому у Trace Mode при створенні групи джерел сигналів потрібно дотримуватися правила: якщо для модуля активний протокол DCON, то створюємо групу Распределённые\_УСО\_(DCS), а у ній – групу I-7000; якщо активний MODBUS, то створюємо групу MODBUS.



До модуля I-7017 будуть підключатися аналогові датчі зі струмовим вихідним сигналом  $\pm 20\text{mA}$ , тому в утиліті 7000 сконфігуруємо відповідний діапазон вхідних сигналів модуля, а також адресу модуля – 01. У Trace Mode натиснемо на групі джерел сигналів I-7017 ПК миші і виберемо меню Редактировать.

Налаштуємо канали модуля I-7017 наступним чином:

- діапазон вхідних сигналів:  $\pm 20\text{mA}$ ;
- PORT: 2, що відповідає номеру порту контролера, до якого модуль підключений; причому нумерація портів починається з нуля, тому порту COM3 відповідатиме цифра 2;
- ADDR: 1, що відповідає адресі модуля 01, встановленій в утиліті 7000;
- CH: 0-7 – поле, що відповідає номеру каналу модуля і встановлюється автоматично.

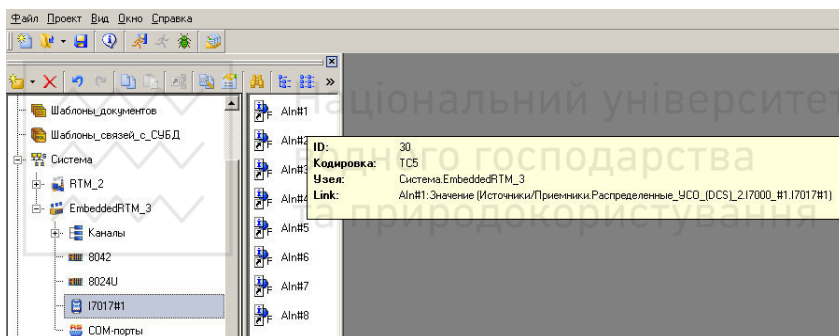
Решту налаштувань лишимо без змін.

Тип	Signal	PORT	ADDR	CH
Input	+20mA	2	1	0
Input	+20mA	2	1	1
Input	+20mA	2	1	2
Input	+20mA	2	1	3
Input	+20mA	2	1	4
Input	+20mA	2	1	5
Input	+20mA	2	1	6
Input	+20mA	2	1	7

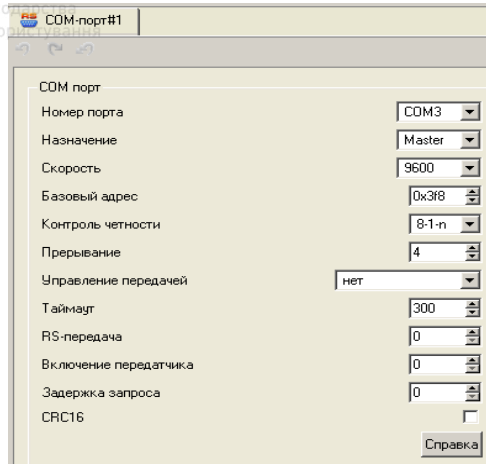


## 2.3 Проведено автопобудову бази інформаційних каналів у ПЛК.

Для створення у вузлі контролера EmbeddedRTM каналів, зв'язаних з модулями 8042 та 8024U, необхідно відкрити додаткову панель навігатора проекту і виділити в ньому ЛК в шарі Система вузол контролера. Далі, виділивши ЛК групу 8042 у шарі Источники/приемники, утримуючи ЛК натиснутою, перенесемо групу 8042 на вузол EmbeddedRTM і відпустимо ЛК. У вузлі контролера буде створена нова група, що містить канали TRACE MODE, що зв'язані з вказаною апаратурою вводу/виводу. Аналогічну процедуру зробимо і з модулем 8024U. За допомогою миші передягнемо також групу компонентів I7017#1 у вузол EmbeddedRTM:



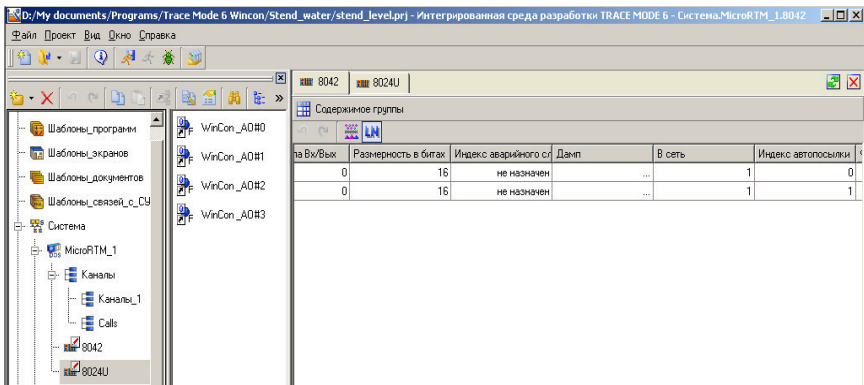
Для забезпечення зчитування даних з віддаленого модуля I-7000, необхідно у вузлі EmbeddedRTM створити групу СОМ-порты, далі натиснути на створеній групі ПК миші і створити компонент СОМ-порт. Натиснемо на компоненті СОМ-порт ЛК миші двічі і відредагуємо наступним чином: Номер порта – СОМ3 (відповідає номеру порта контролера), Назначение – Master. Решту налаштувань лишимо без змін. Тепер порт СОМ3 контролера буде активним для обміну даними з віддаленими модулями вводу-виводу.



## 2.4 Відредагуємо інформаційні канали

### 2.4.1 Налаштування режиму мережевого обміну

Оскільки дані з каналів, створених у вузлі контролера передбачається використовувати у вузлі АРМ, визначимо для каналів автопосилання у мережу. Для цього виконаємо групове редагування груп 8042, 8024 та I-7017 вузла контролера. У бланку, що відкриється, виділимо натиснутою ЛК ті канали, які необхідно передавати в АРМ, потім утримуючи натиснутою клавішу **CTRL**, двічі натиснемо ЛК у стовпчику **В сеть** і у відкритому діалозі виберемо пункт **TRUE**:



## 2.4.2 Налаштування параметрів вузла контролера

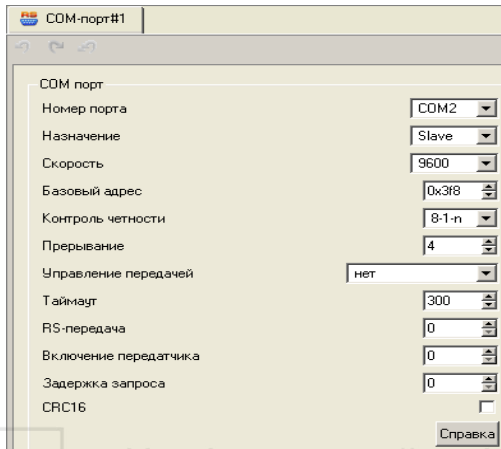
Встановимо динамічні і мережеві налаштування вузла контролера, викликавши на редагування вузол EmbeddedRTM. Задамо у відповідних бланках дозвіл апаратного таймера контролера, IP-адресу контролера і режим обміну, залишивши інші налаштування вузла прийнятими за замовчуванням:

**Примітка.** Після перезавантаження контролера можлива зміна нумерації його Ethernet портів. У такому випадку потрібно у налаштуванні вузла EmbeddedRTM змінити номер мережевого адаптера з 1 на 2 або навпаки і перезаписати програму у контролер.

**Примітка.** Контролер Wincon має порт COM2 для зв'язку з АРМ оператором через інтерфейс RS-232. Якщо обмін даними між контролером та АРМ буде здійснюватися не по локальній мережі Ethernet, а через COM-порт, то у створеній вище групі COM порти контролера необхідно додати ще 1 COM порт і сконфігурувати його таким чином: Номер порта – COM2 (відповідає номеру порта контролера), Назначение – Slave. Решту налаштувань лишимо без



змін. Тепер порт COM2 контролера буде активним для обміну даними з АРМ.



### 2.4.3 Налаштування параметрів вузла АРМ

Для встановлення зв'язку з каналами вузла контролера, налаштуємо мережеві параметри вузла АРМ. Виберемо вузол RTM, натиснемо ПК миші і ввійдемо у меню Редактировать. Активізуємо системний адаптер та введемо IP-адресу комп'ютера.



Основные | Архивы | Отчет тревог / Дамп / Параметры | Таймауты | Дополнительно

Имя: RTM\_2

Атрибуты

Пароль:

Характеристика:

Пересчет

Период: 10

Разрешение: 0,055

Сеть

Имя компьютера / IP адрес: 192.168.2.90

Адаптеры

Системный:  Прием,  Посылка

Первый:  Прием,  Посылка

Второй:  Прием,  Посылка

Третий:  Прием,  Посылка

Мост

Использовать

Искать: нет

Номер узла в проекте

Индивидуальный: 1, Групповой: 255, Код проекта: 0

Модемы

Телефон №1:  Строка инициализации:

Телефон №2:  Строка инициализации:

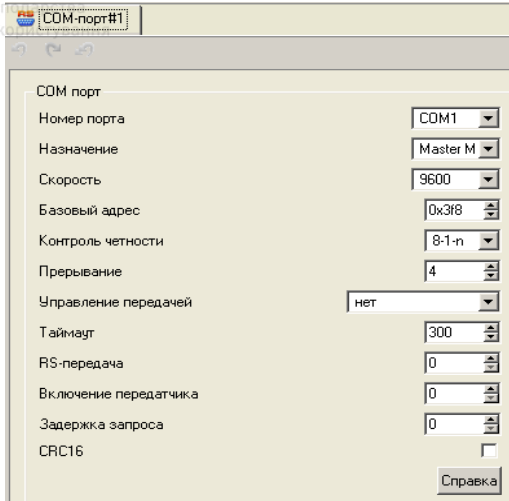
Регистратор

При старте: Включен, Статус: Активен

Системные

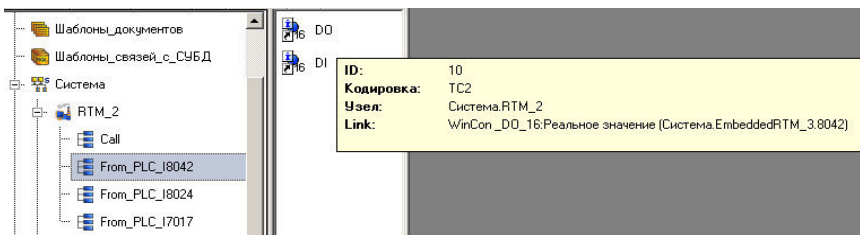
Сторожевой таймер: нет, Тип дисплея: VGA, Тип клавиатуры: ...

**Примітка.** Якщо обмін даними між контролером та АРМ буде здійснюватися не по локальній мережі Ethernet, а через СОМ-порт, то у вузлі RTM необхідно створити групу СОМ-порты, далі натиснути на створеній групі ПК миші і створити компонент СОМ-порт. Сконфігуруємо СОМ порт АРМ наступним чином: Номер порта – СОМ1 (відповідає номеру СОМ порта комп'ютера), Назначение – Master\_M. Решту налаштувань лишимо без змін. Тепер порт СОМ1 комп'ютера буде активним для обміну даними з контролером.

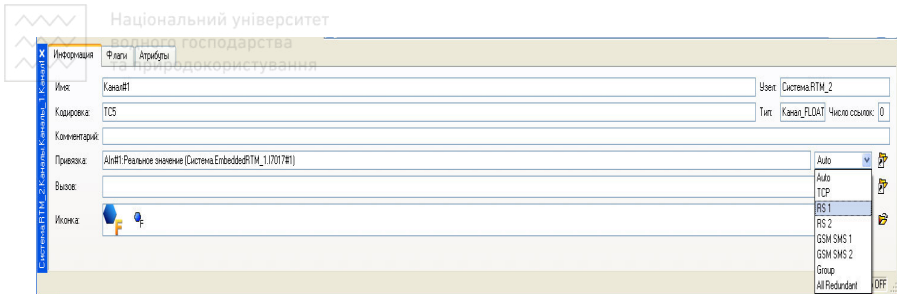


## 2.5 Сконфігуруємо міжвузловий обмін даними

Відкриємо додаткову панель Навігатора проекту, позиціонуючи верхню панель на вузлі контролера, нижню – на вузлі АРМ. Захопивши ЛК і утримуючи її на групі 8042 вузла контролера, перетягнемо групу у вузол АРМ. Після відпускання ЛК у вузлі АРМ створиться група Канали\_2, що містить канали, зв'язані з каналами вузла контролера. Переіменуємо її на групу From\_PLC\_I8042. Аналогічно перетягнемо в АРМ групи 8024 та I-7017.



**Примітка.** Якщо якісь інформаційні канали читаються АРМ оператора через СОМ порт, то у вузлі RTM необхідно виділити цей канал, натиснути на ньому ПК миші і вибрати меню Свойства. Далі у правій частині вкладки, що відкрилася, змінити тип Auto на тип RS1:



## 2.6 Результуюча база інформаційних каналів

Результуючу базу інформаційних каналів, необхідна для роботи установки, з прив'язкою до елементів відображення і керування, розміщених на щиті, виглядатиме наступним чином:

Таблиця 6.3

Інформаційні канали вводу-виводу

Модуль	Канал	Призначення	Зв'язок з елементами на щиті
Модуль аналогового вводу I-7017	AI-0 - LE-1-1	Давач рівня аналоговий	
	AI-1 – FE-4-1	Давач витрати	
	AI-2 – PE-5-1	Давач тиску	
Модуль аналогового виводу 8024	AO-0 – LC-1-2	Керування аналоговим клапаном	
Модуль дискретного вводу-виводу 8042			
дискретний вхід DI	bit 0 – LE-3-1L	Давач нижнього рівня у резервуарі E3	
	bit 1 – LE-3-1M	Давач середнього рівня у резервуарі E3	
	bit 2 – LE-3-1H	Давач верхнього рівня у резервуарі E3	
	bit 3	Стоп аварійний	Гриб 3



		фіксацією	
	bit 4	Резерв	
	bit 5 – LE-2-1L	Давач нижнього рівня у резервуарі E2	
	bit 6 – LE-2-1M	Давач середнього рівня у резервуарі E2	
	bit 7 – LE-2-1H	Давач верхнього рівня у резервуарі E2	
	bit 8	Пуск двигуна в ручному режимі	Зелена кнопка 2
	bit 9	Стоп двигуна в ручному режимі	Червона кнопка 2 (нормально замкнутий контакт)
	bit 10	Перемикання режиму роботи на автоматичний	Поворотна кнопка 1
	bit 11	Перемикання режиму роботи на ручний	Поворотна кнопка 1
	bit 12	Відкриття аналогового клапана в ручному режимі	Поворотна кнопка 2
	bit 13	Закриття аналогового клапана в ручному режимі	Поворотна кнопка 2
	bit 14	Відкриття дискретного клапана в ручному режимі	Поворотна кнопка 3
	bit 15	Закриття дискретного клапана в ручному режимі	Поворотна кнопка 3
дискретний вихід DO	bit 0	Звукова сигналізація	Дзвінок
	bit 1	Індикація роботи двигуна	
	bit 2	Індикація ручного	Синя лампочка





		режиму роботи установки	
	bit 3	Індикація автоматичного режиму роботи установки	Синя лампочка
	bit 4	Індикація закриття аналогового клапана	Зелена лампочка
	bit 5	Індикація відкриття аналогового клапана	Зелена лампочка
	bit 6	Індикація закриття дискретного клапана	Зелена лампочка
	bit 7	Індикація відкриття дискретного клапана	Зелена лампочка
	bit 8	Тривога	Червона лампочка 1
	bit 9 – LC-2-2	Керування дискретним клапаном: 0 – відкриття, 1 – закриття	
	bit 10 – LC-3-2	Ввімкнення двигуна	
	bit 11 – bit 15	Резерв	
Внутрішні канали вузла Embedded_RTM	A_H (HEX16, input)	Індикатор режиму керування: 0 – автоматичний; 1 – ручний.	
	task_L1 (Float, input)	Завдання для ПД регулятора рівня.	
	DLT (Float, input)	Зона нечутливості.	
	kp (Float, input)	Налаштування ПД регулятора рівня: Кп	
	ki (Float, input)	Ки	
	kd (Float, input)	Кд	
	hand_c_L1 (Float, input)	Сигнал керування рівнем води в	



		ручному режимі у резервуарі Е1, що подається на відкриття клапану на виході з резервуару.	
Внутрішні канали вузла RTM	set_task_L1 (Float, output)	Уставка ПД регулятора рівня для передачі в контролер.	
	set_DLT (Float, output)	Уставка зони нечутливості ПД регулятора рівня для передачі в контролер.	
	set_kp (Float, output)	Уставка Кп ПД регулятора рівня для передачі в контролер.	
	set_ki (Float, output)	Уставка Кі ПД регулятора рівня для передачі в контролер.	
	set_kd (Float, output)	Уставка Кд ПД регулятора рівня для передачі в контролер.	
	set_hand_c_L1 (Float, output)	Уставка ручної керуючої дії регулятора рівня для передачі в контролер.	

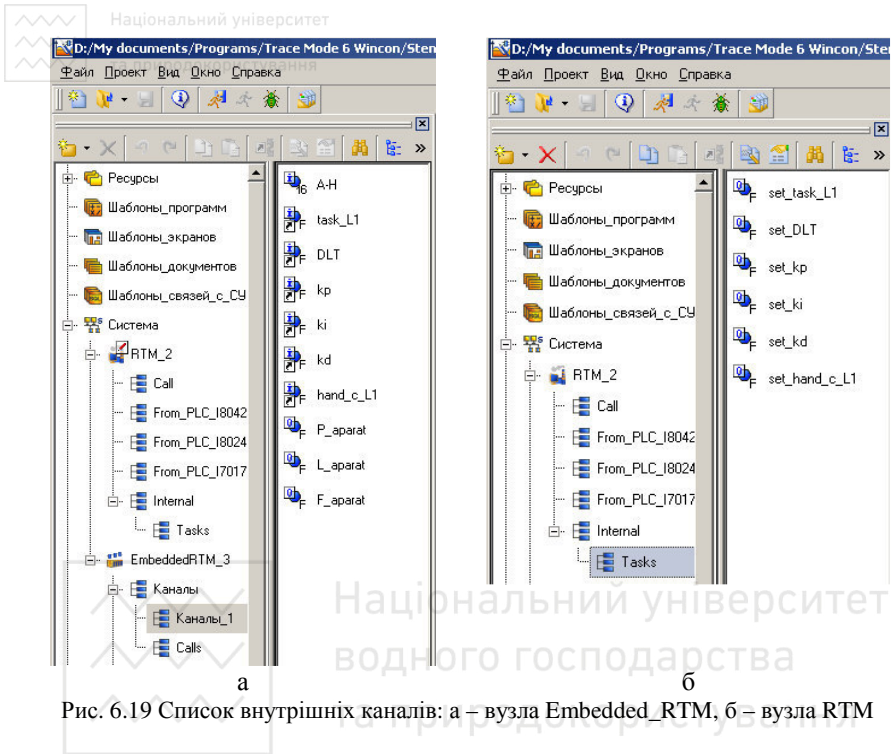


Рис. 6.19 Список внутрішніх каналів: а – вузла Embedded\_RTМ, б – вузла RTМ

### 3. Розробимо програмне забезпечення для керування рівнями у трьох резервуарах.

Усі програми розроблятимемо спочатку у папці дерева проекту Шаблони програм.

#### 3.1 Розробимо програми керування рівнями води у резервуарах E2 та E3.

Рівні води у резервуарах будемо змінювати шляхом впливу на витрати витоків води з них. Програми керування рівнем води у резервуарах E2 та E3 розробимо таким чином, щоб рівень води тримався на відмітці середнього рівня. Дискретні входи №14 та №15 використовуються для керування клапаном у ручному дистанційному режимі. Сигнали open і close використовуються для підсвічування індикаторів відкриття та закриття клапана на щиті. Сигнал output подається на дискретний вихід №9 для керування клапаном.



При керуванні насосом необхідно передбачити його захисне вимикання, якщо рівень води у резервуарі E3 стане рівним або нижче мінімального. Дискретні входи №8 та №9 використовуються для запуску та зупинки двигуна у ручному дистанційному режимі. Сигнали run і stop використовуються для підсвічування індикаторів запуску та зупинки двигуна на щиті. Сигнал output подається на дискретний вихід №10 для запуску двигуна.

mode	↓ IN	OUT USINT
output	↑ OUT	OUT USINT
open	↑ OUT	OUT USINT
close	↑ OUT	OUT USINT
DI	↓ IN	OUT USINT

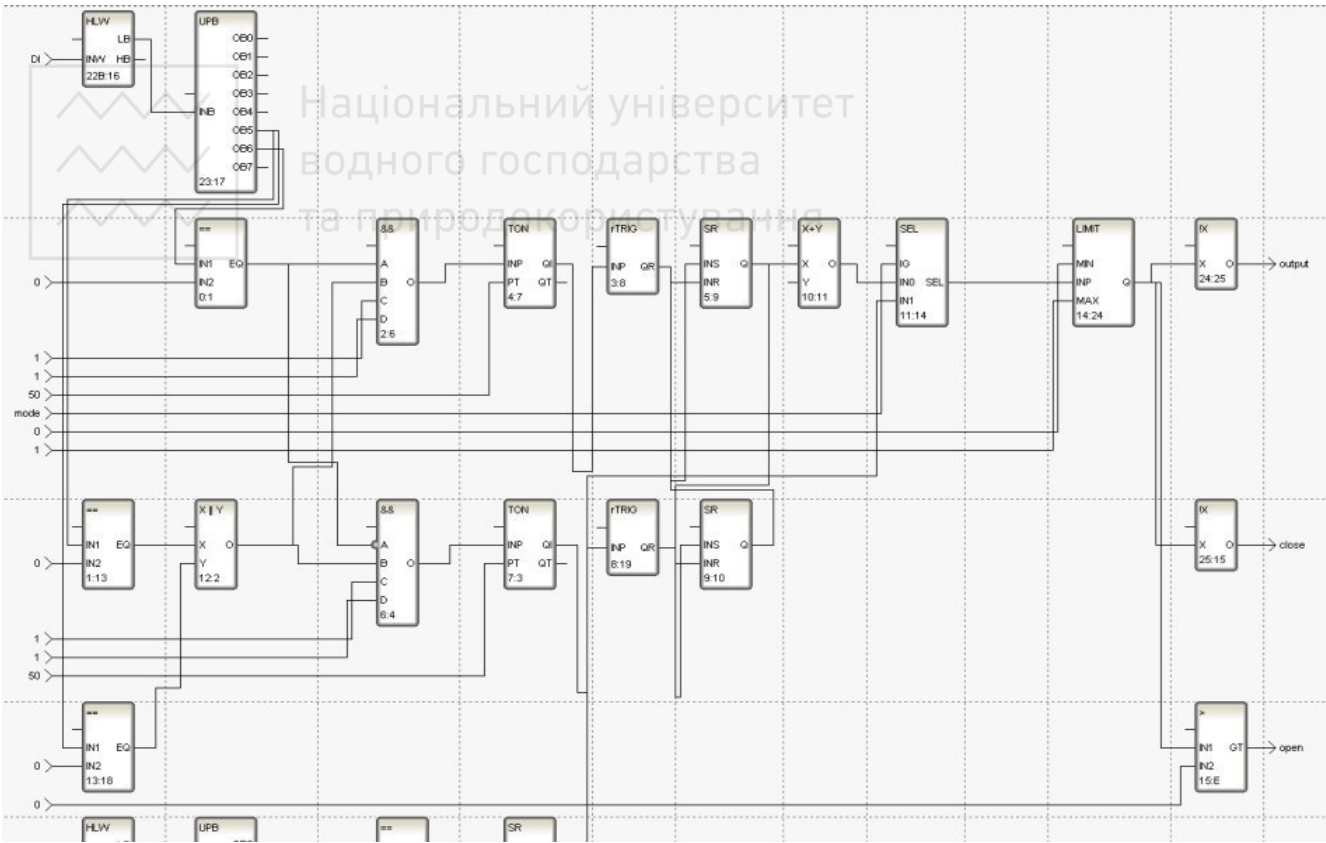
Рис. 6.20 Аргументи програми для керування рівнем води у резервуарі E2



mode	↓ IN	OUT USINT
output	↑ OUT	OUT USINT
stop	↑ OUT	OUT USINT
run	↑ OUT	OUT USINT
DI	↓ IN	OUT USINT

Рис. 6.21 Аргументи програми для керування рівнем води у резервуарі E3

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



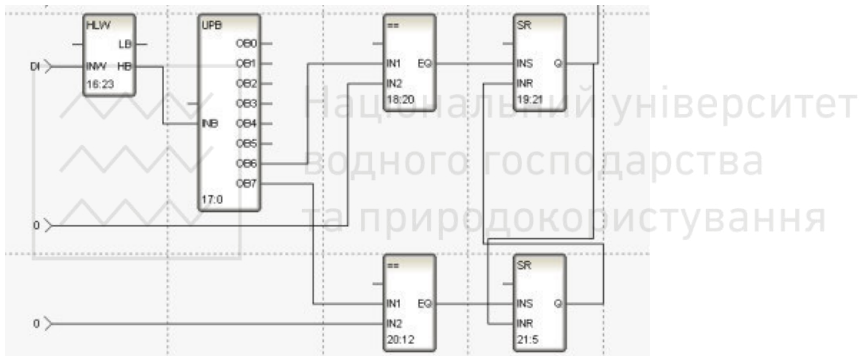
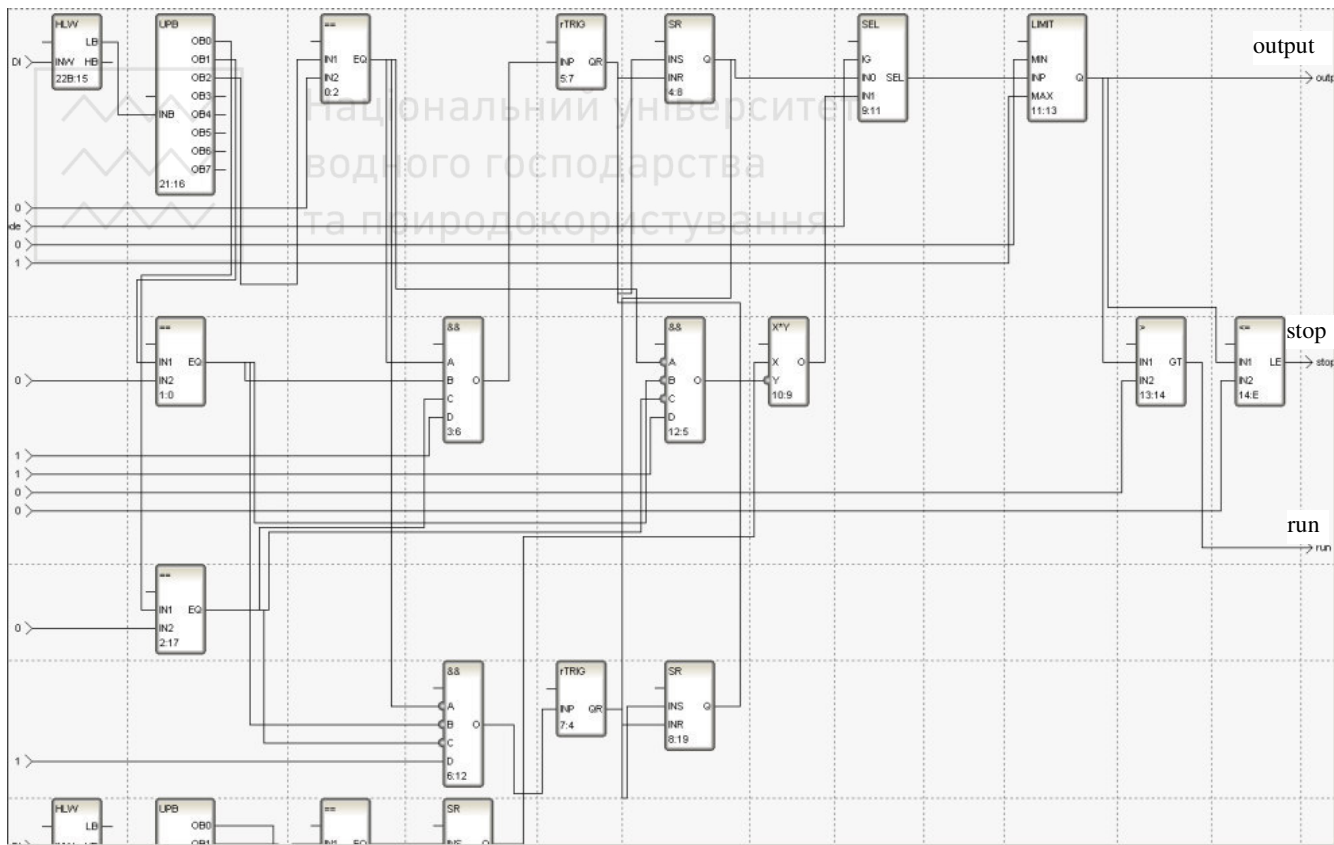


Рис. 6.22 Програма керування рівнем води у резервуарі E2



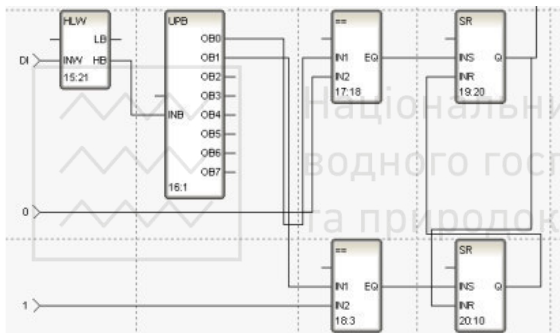


Рис. 6.23 Програма керування рівнем води у резервуарі E3





### 3.2 Підключити програми до відповідних інформаційних каналів.

Перетягнемо написані програми з розділу Шаблони програм у вузол **Embedded\_RTM**.

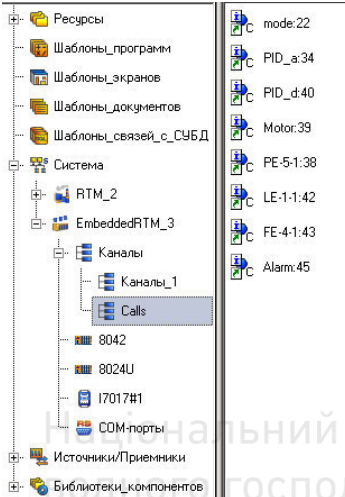


Рис. 6.24 Список каналів виклику програм вузла **Embedded\_RTM**

Натиснемо ПК миші на назві каналу виклику відповідної програми і виберемо меню Свойства. Здійснемо підключення аргументів програми до інформаційних каналів контролера у закладці Аргументи.

A_H_R	IN	USINT	A_H:Реальное значение (Система.EmbeddedRTM_3.Каналы.Каналы_1)
WinCon_DD_16_b10	OUT	USINT	WinCon_DD_16.Бит 10 (Система.EmbeddedRTM_3.8042)
WinCon_DD_16_b8	OUT	USINT	WinCon_DD_16.Бит 8 (Система.EmbeddedRTM_3.8042)
WinCon_DD_16_b7	OUT	USINT	WinCon_DD_16.Бит 7 (Система.EmbeddedRTM_3.8042)
WinCon_DI_16_R	IN	UINT	WinCon_DI_16:Реальное значение (Система.EmbeddedRTM_3.8042)

Рис. 6.25 Підключення аргументів програми керування рівнем води у резервуарі E2 (PID\_d) до інформаційних каналів

A_H_R	IN	USINT	A_H:Реальное значение (Система.EmbeddedRTM_3.Каналы.Каналы_1)
WinCon_DD_16_b11	OUT	USINT	WinCon_DD_16.Бит 11 (Система.EmbeddedRTM_3.8042)
stop	OUT	USINT	
WinCon_DD_16_b2	OUT	USINT	WinCon_DD_16.Бит 2 (Система.EmbeddedRTM_3.8042)
WinCon_DI_16_R	IN	UINT	WinCon_DI_16:Реальное значение (Система.EmbeddedRTM_3.8042)

Рис. 6.26 Підключення аргументів програми керування рівнем води у резервуарі E3 (Motor) до інформаційних каналів



#### 4. Перевірити результуючу базу інформаційних каналів вузлів Wincon та APM.

### 5. Розробити графічне представлення ходу технологічного процесу.

#### 5.1 Розробити графічний екран для вузла контролера.

До контролера Wincon є можливість підключати монітор (до VGA виходу), мишку і клавіатуру (до USB входів), створюючи таким чином аналог операторської панелі. Розробимо графічний екран для відображення значень інформаційних каналів у режимі реального часу на моніторі, підключеному до VGA виходу контролера. Для цього у розділі Шаблони екранов дерева проекту натиснемо ПК миші і виберемо пункт меню **Создать компонент / Графическая панель**. Розмістимо на екрані дисплеї для відображення значень інформаційних каналів та зробимо відповідні текстові надписи. Виконаємо усі необхідні прив'язки динамічних елементів до інформаційних каналів. Після завершення редагування графічної панелі перетягнемо її з розділу Шаблони екранов у вузол Embedded\_RTM. При цьому у даному вузлі створиться канал типу CALL для виклику графічної панелі.

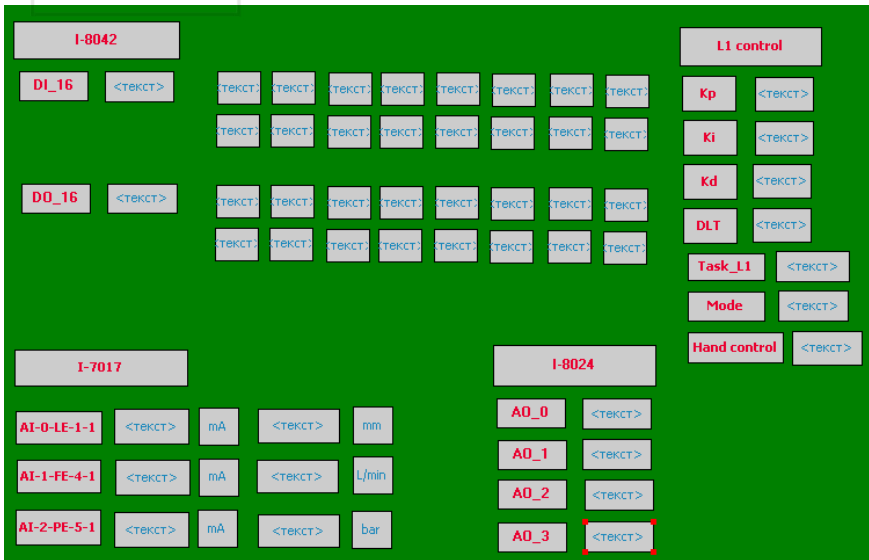


Рис. 6.27 Графічний екран операторської панелі



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

## 5.2 Розробити декілька графічних екранів для вузла АРМ.

У розділі Шаблоны экранов дерева проекту натиснемо ПК миші і виберемо пункт меню **Создать компонент / Экран**. Графічне представлення ходу процесу розробимо на двох екранах: мнемосхема процесу та вікно з трендами.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

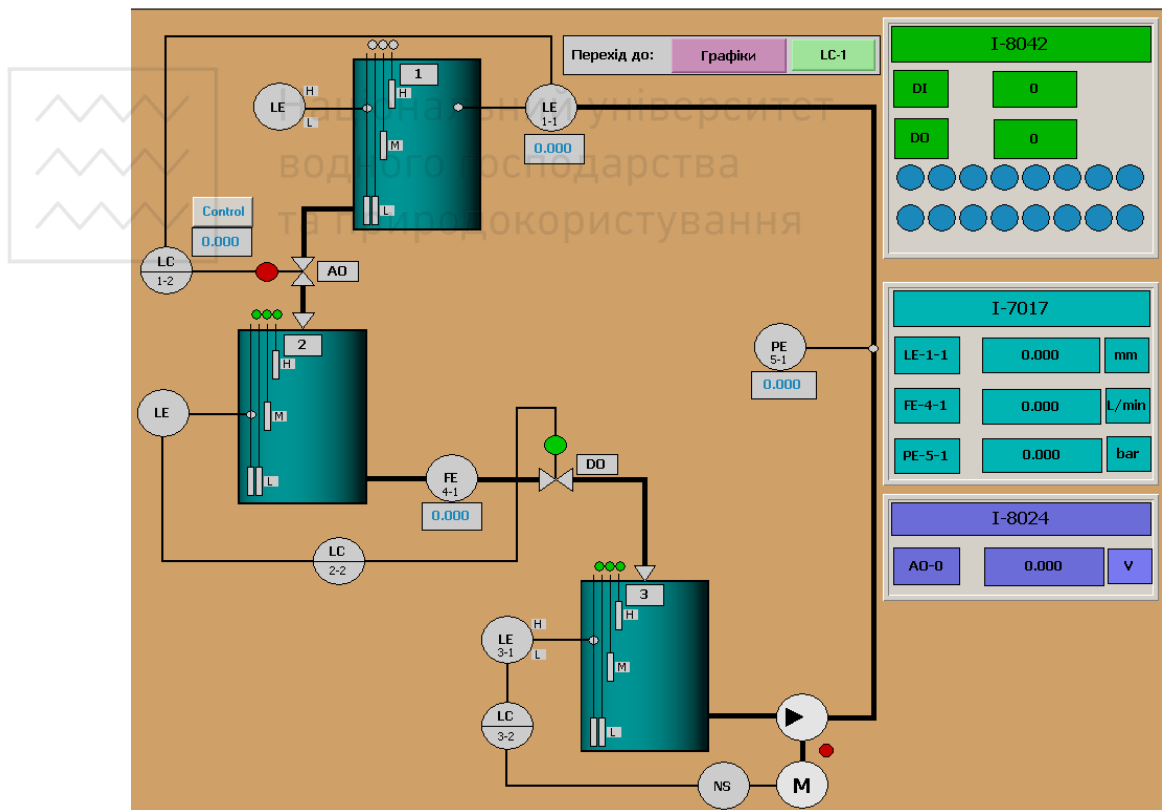


Рис. 6.28 Мнемосхема технологічного процесу

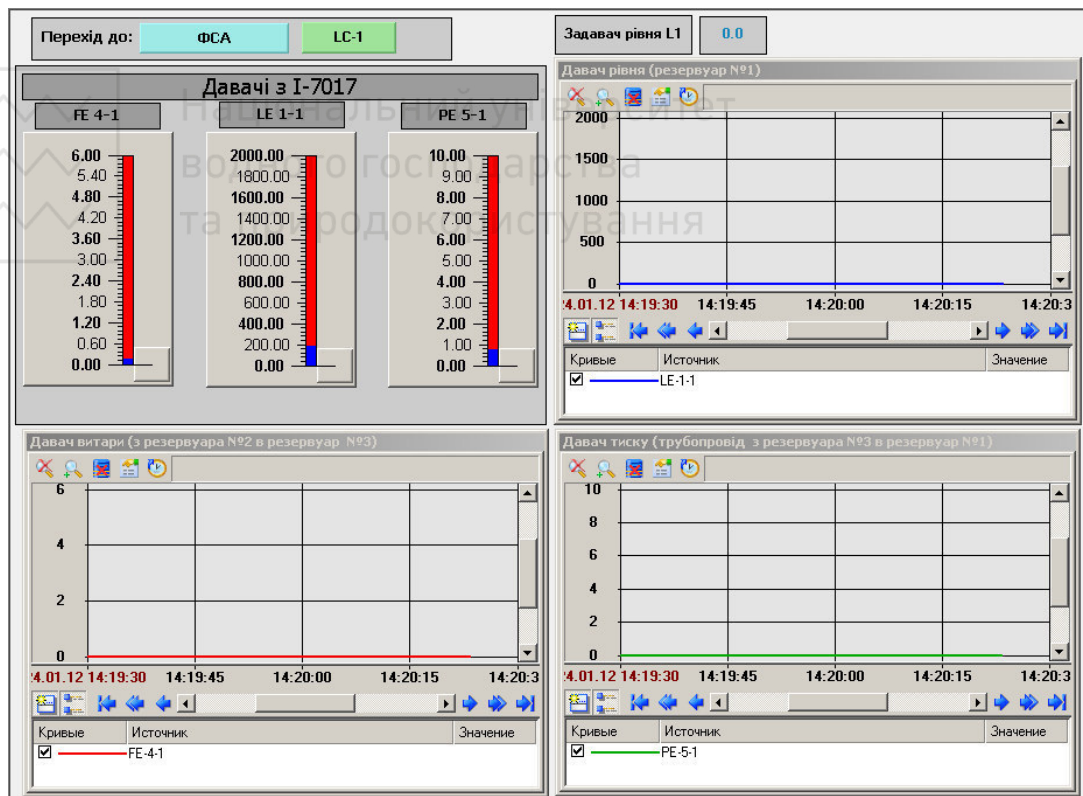


Рис. 6.29 Екран з трендами технологічних параметрів



## **6. Записати розроблений проект в ПЛК Wincon і запустити його на виконання.**

Для запуску проекту необхідно виконати наступні дії:

1. Запустити Total Commander. Активізувати нове FTP-з'єднання, ввівши IP-адресу контролера.
2. Переписати у контролер із загальної папки проекту папку Embedded\_RTM.
3. Запустити у контролері виконавчий модуль монітора реального часу і відкрити записаний файл проекту, запустити його на виконання.
4. На вузлі АРМ запустити Trace Mode, відкрити створений проект, виділити у дереві проекту вузол АРМ і запустити на виконання.

## **7. Проконтролювати роботу АСК рівнями води у резервуарах.**

Запустимо задачу верхнього рівня у системі Trace Mode і проконтролюємо роботу АСК рівнями води.

7.1 Кнопкою ПУСК на щиті керування запустить установа.

7.2 Кнопкою перемикання режимів переведіть установа в ручний режим роботи, про що буде повідомляти відповідний світловий індикатор.

7.3 Кнопками ручного керування виконавчими механізмом перевірте їх роботу, слідкуючи при цьому за зміною витрати води.

7.4 Кнопкою перемикання режимів переведіть установа в автоматичний режим роботи.

7.5 Змінюючи завдання рівня води у резервуарі Е1, перевірте правильність роботи розроблених програм. При цьому зверніть увагу на напрям і тривалість руху клапанів, роботу насосу.

7.6 Запустити задачу верхнього рівня системи під керуванням Trace Mode.

7.7 Кнопкою перемикання режимів переведіть установа в ручний режим роботи, про що буде повідомляти відповідний світловий індикатор.

7.8 Змінійте положення клапанів, керуючи виконавчими механізмами кнопками ручного керування. Слідкуйте за змінами показів давачів рівня, витрати, та тиску на моніторі реального часу.



7.9 Кнопкою перемикання режимів переведіть установку в автоматичний режим роботи.

7.10 Змінюючи завдання рівня води у резервуарі E1, перевірте правильність роботи АСК. При цьому зверніть увагу на напрям і тривалість руху клапанів, роботу насосу. Слідкуйте за змінами на моніторі реального часу. Перевірте покази дискретних давачів рівня на моніторі реального часу та на індикаторах рівня. Зробіть висновок про швидкість передачі даних на комп'ютер.

7.11 Після проведення усіх досліджень зупиніть процес емуляції монітора реального часу. Вимкніть живлення стенду.

## 8. Оформити звіт про виконання лабораторної роботи.

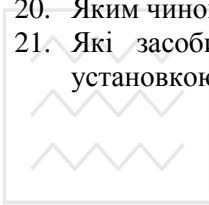
У звіт включити: титульний лист, тему, мету, програму роботи, результати роботи з рисунками і необхідними поясненнями, висновок.

### 6. Контрольні запитання

1. Які об'єкти можна назвати багатозв'язними. Наведіть приклади.
2. Назвіть задачі нижніх та верхніх рівнів АСК багатозв'язними об'єктами.
3. Опишіть будову лабораторної установки керування рівнями у трьох багатозв'язних резервуарах.
4. Які технічні засоби використані для вимірювання значень технологічних параметрів?
5. Опишіть будову ПЛК Wincon.
6. Які модулі вводу-виводи використані для керування процесом?
7. Опишіть призначення утиліти Wincon Utility.
8. Яким чином налаштувати локальну мережу між ПЛК Wincon та комп'ютером?
9. Яким чином організувати зв'язок ПЛК Wincon та комп'ютера через COM порт?
10. За допомогою яких інтерфейсів можна організувати зв'язок ПЛК Wincon та комп'ютера?
11. Як сконфігурувати зчитування даних контролером Wincon з віддалених модулів вводу?



12. Які вузли у системі Trace Mode потрібно створити для АСК даним процесом і як це виконати?
13. Які параметри налаштування ПЛК та АРМ необхідно виконати?
14. Які канали вводу-виводу необхідні для АСК рівнями?
15. Які програми необхідні для роботи установки?
16. Поясніть роботу програми для керування рівнем води у резервуарі Е2.
17. Поясніть роботу програми для керування рівнем води у резервуарі Е3.
18. Які засоби для розробки графічного представлення ходу технологічного процесу є у системі Trace Mode?
19. Яким чином розробити графічний екран для відображення значень інформаційних каналів у реальному часі на моніторі, підключеному безпосередньо до контролера?
20. Яким чином записати програму у ПЛК Wincon?
21. Які засоби для контролю та дистанційного керування установкою є на щиті керування?

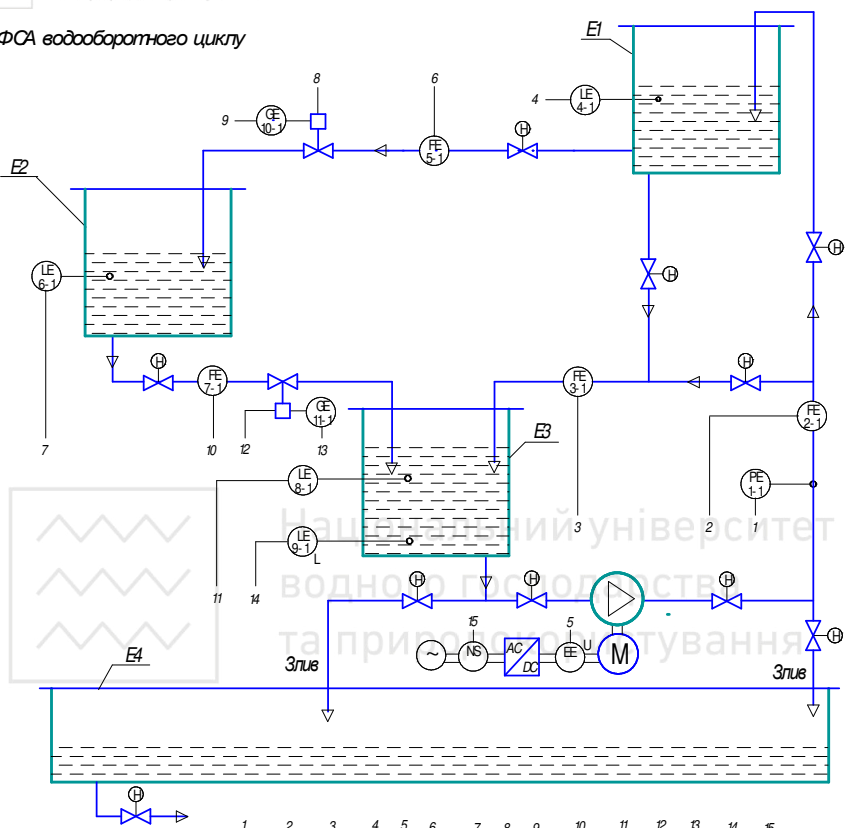






Додаток 1

ФСА вододоборного циклу



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Прилади за місцем	PI 1-2	PI 2-2	PI 3-2	UI 4-2	PI 5-2	UI 6-2			PI 7-2	UI 8-2					
Прилади на щиті								PI 8-2	PI 9-2			PI 10-2	PI 11-2	PI 12-2	PI 13-2
PLC	Аналогові входи AI														
	Аналогові виходи AO														
	Дискретні входи DI														
	Дискретні виходи DO														
	Блокування														
HM	Керування														
	Контроль														
	Сигналізація														
Архівування															