



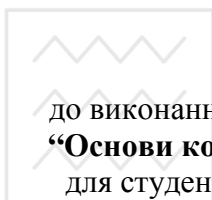
Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

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

04-03-81



Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт №3-4 з дисципліни
“Основи комп'ютерно-інтегрованого управління”
для студентів напрямку 6.050202 „Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм
навчання

Рекомендовано методичною комісією за
напрямом „ Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології ”
Протокол № 7 від 21.03.2014 р.

Рівне 2014



Національний університет

водного господарства
та природокористування

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт №3-4 з дисципліни “Основи комп’ютерно-інтегрованого управління” для студентів напрямку 6.050202 „Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання / Пастушенко В.Й., Стеценко А.М. – Рівне: НУВГП, 2014. - 36 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., 2014
© НУВГП, 2014



Робота 3. Створення програми ПІД регулятора мовою функціональних блоків на базі SCADA-системи Trace Mode

1. Мета роботи

Навчитися створювати програми для керування технологічним процесом мовою функціональних блоків у рамках SCADA- системи Trace Mode.

2. Теоретичні відомості

2.1 Створення програм у середовищі Trace Mode

Інформаційні потоки в Trace Mode налаштовуються за допомогою

каналів. Тип, підтип та інші характеристики каналів визначають джерела або приймачі даних (контролери, плати зв'язку з об'єктом, віддалені вузли, системні змінні тощо).

В каналах передбачена первинна і вихідна обробка даних. Решта задач з обробки даних і керування розробляються у вигляді окремих програм. Для цього у середовищі Trace Mode передбачені мови **Техно FBD** (з вбудованою мовою **Техно LD (Ladder Diagram)**) і **Техно IL (Instruction List)**. Вони реалізують стандарт МЭК-1131 і мають велику кількість додаткових функцій.

Мова **Техно FBD** призначена для розробки алгоритмів у вигляді функціональних блоків. Створені на ній програми можуть викликатися із процедур каналів.

Програми на **Техно IL** записуються у вигляді послідовних інструкцій. Ця мова дозволяє програмувати функціональні блоки для мови Техно FBD і створювати мета програми, які запускаються паралельно із перерахунком бази каналів.

2.2 Обробка даних в інформаційному каналі

Обробку даних у вхідних та вихідних інформаційних каналах у середовищі Trace Mode можна представити у вигляді схеми (рис. 3.1).



Вхідні канали



Вихідні канали

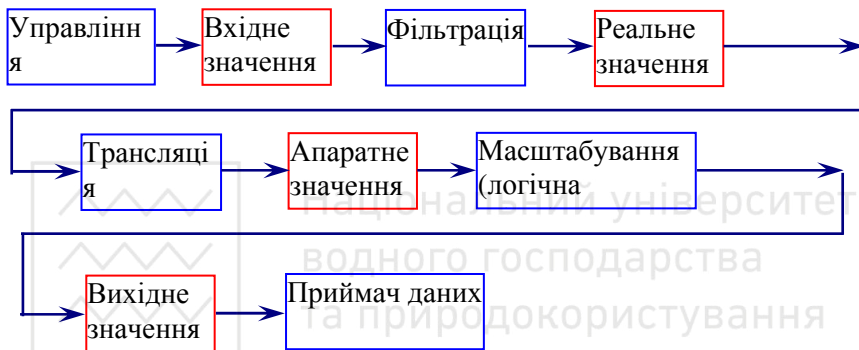


Рис. 3.1. Схема обробки даних у вхідних та вихідних каналах

3. План роботи

1. Навчитися писати програми керування технологічним процесом мовою функціональних блоків.
2. Написати програму керування технологічним параметром на основі ПІД закону.
3. Створити нове графічне вікно для відображення роботи ПІД регулятора.
4. Промодельовати роботу розробленої АСУ ТП у редакторі представлення даних.

4. Опис лабораторного обладнання

1. АРМ оператора на базі ПК.
2. Операційна система Windows.



3. Програмне забезпечення Trace Mode 5.

5. Порядок виконання роботи

5.1 Запустити **редактор бази каналів**. Відкрити проект, розроблений у лабораторній роботі №2.

5.2 Розробити 1 FBD-програму для ПД-керування технологічним параметром згідно свого варіанту. При цьому змодельовати об'єкт керування, передбачити 2 режими роботи: ручний і автоматичний.

5.2.1 Вибрати 1 замкнутий контур керування згідно ФСА свого варіанту. Описати його словесно та скласти на основі опису структурну схему. Наведемо для прикладу структурну схему автоматизованої системи керування температурою води на виході з теплообмінника шляхом зміни витрати теплоносія.

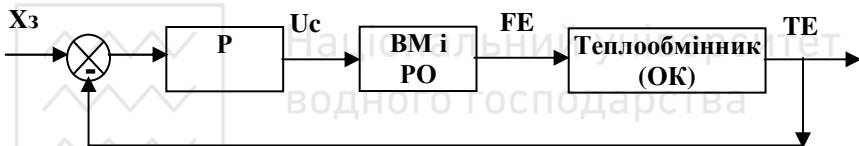


Рис. 3.2. Структурна схема автоматизованої системи керування температурою води на виході з теплообмінника:

P – регулятор, BM і PO – виконавчий механізм і регулюючий орган, OK – об'єкт керування, Xз – сигнал завдання, Uс – керуючий сигнал, FE – витрата теплоносія, TE – температура води на виході з теплообмінника.

5.2.2 Створення програми керування технологічним параметром мовою функціональних блоків

Створимо програму мовою функціональних блоків (Function Block Diagram – FBD), яка реалізує ПД-регулятор. У цій програмі буде обчислюватися розузгодження параметра і завдання, формування величини керуючого впливу за ПД-законом і обмеження цієї величини заданими межами.


Завантажимо **редактор бази каналів** і відкриємо проект, зроблений під час виконання лабораторної роботи №2. Щоб створити FBD-програму, слід спочатку вказати, на якому вузлі вона буде використовуватися. Для цього потрібно або увійти у режим редагування бази каналів потрібного вузла, або просто виділити



його у вікні структури проекту. Програма може бути написана як для вузла ПЛК, так і для вузла APM.

Примітка! При написанні програми для контролера при відсутності реального контролера програма буде емулюватися лише у редакторі FBD-програми. Для того, щоб результат виконання програми можна було відобразити у редакторі представлення даних, FBD-програму слід написати для вузла **APM**.

Далі для переходу у вікно редагування FBD-програми потрібно виконати одну із дій:

- виконати команду **FBD-программы** із меню **Окна**;
- натиснути ЛК миші на іконці  інструментальної панелі;
- натиснути комбінацію клавіш **ALT+3**.

При цьому на екрані з'явиться діалог FBD-програма. У цьому діалозі можна вибрати FBD-програму для редагування або створити нову, а також ввести і відредагувати коментар до програми.

Для створення нової програми потрібно виконати команду **Создать** із меню **Программа** діалогу **FBD-программа**. За замовчуванням створюваній програмі присвоюється ім'я **FormN**, де **N** – її номер по порядку у даному вузлі. Для зміни імені програми у даному діалозі передбачено спеціальне поле.

Створимо нову програму. Присвоїмо їй ім'я **PID** і введемо для неї коментар, як показано на рис. 3.

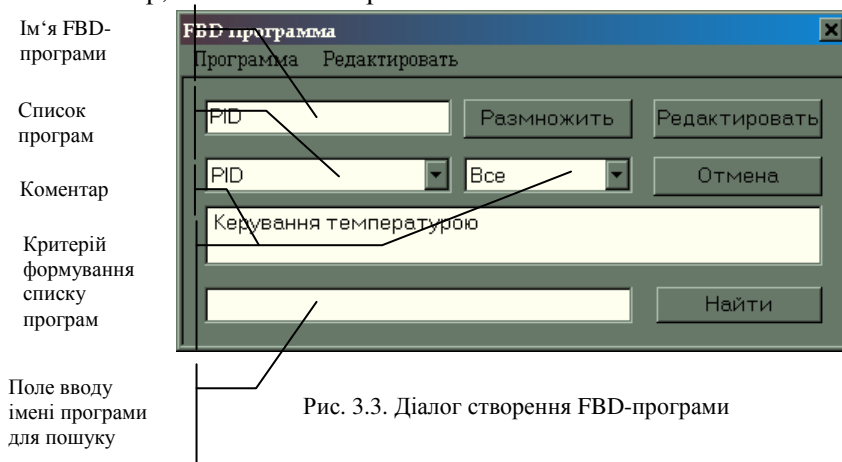


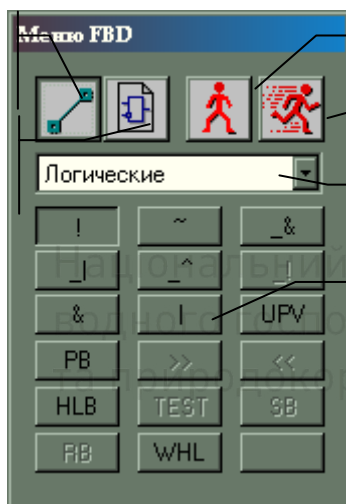
Рис. 3.3. Діалог створення FBD-програми



Для переходу до редагування створеної FBD-програми потрібно натиснути ЛК миші на кнопці **Редактировать**. При цьому діалог FBD-програма зникне з екрану, а у робоче поле редактора бази каналів буде виведена обрана FBD-програма і список її змінних. Крім того, на екрані з'явиться діалог керування редагуванням **Меню FBD**. У нашому випадку, оскільки програма щойно створена, робоче поле редактора буде пустим. У ньому буде присутній лише діалог керування редагуванням **Меню FBD** (рис. 3.4).

Кнопка переходу у режим редагування зв'язків

Кнопка переходу у режим розміщення нових блоків



Кнопка зупинки режиму емуляції


Кнопка запуску режиму емуляції

Список функціональних розділів

Кнопки вибору функціонального блоку

Рис. 3.4. Діалог **Меню FBD**



Натиснемо кнопку  у діалозі **Меню FBD** і перейдемо у режим розміщення нових блоків. Далі потрібно виконати наступну послідовність дій:

- вибрати функціональний розділ **Арифметические**;
- вибрати блок віднімання “-” і розмістити його натисканням ЛК миші у робочому полі;
- вибрати функціональний розділ **Управление**;
- вибрати блок зони нечутливості “DZONE” і розмістити його у робочому полі;
- вибрати функціональний розділ **Регулирование**;
- вибрати блок **PID** і розмістити його у робочому полі.



Далі слід перейти у режим редагування зв'язків. Це



здійснюється натисканням ЛК миші на кнопці діалогу **Меню FBD**. Тепер потрібно зв'язати входи і виходи розміщених блоків, як показано на рис. 3.5.

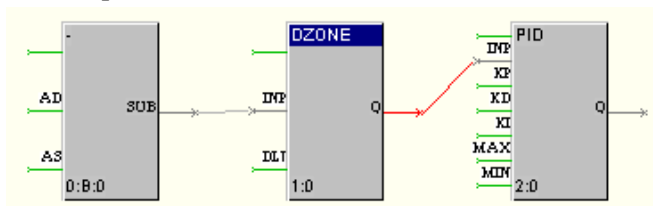


Рис. 3.5. FBD-програма, яка реалізує ПІД-закон керування технологічним параметром

Для з'єднання виходу одного блоку з входом іншого потрібно спочатку виділити за допомогою ЛК миші вихід першого блоку і, утримуючи її, перемістити курсор до входу другого блоку. Для знищення зв'язку слід виділити його і натиснути клавішу **DELETE**.

Ускладнимо програму (рис. 3.5), додавши можливості перемикання режиму роботи автоматичний-ручний, а також змодельовавши об'єкт керування. Розробимо програму для керування температурою води на виході з теплообмінника. Перемикання режимів роботи автоматичний-ручний реалізуємо за допомогою блока **SEL**. На його вхід **IN0** подамо сигнал з блока **PID**, а на вхід **IN1** – сигнал із блока **LIMIT**. На вхід **IMP** блока **LIMIT** подаватиметься сигнал ручної дії. Для додаткового контролю над величиною сигналу, передбачено його додаткове обмеження входами **MIN** і **MAX** блока **LIMIT**. Вхід **IG** буде керувати номером того входу блока **SEL**, який передаватиметься на його вихід. В якості сигналу керування режимом роботи використаємо **біт 0** дискретного входу (**DI**). Оскільки у Trace Mode 5 дискретні входи-виходи представляються у вигляді n-розрядного коду, виконаємо розпаковку дискретного входу по бітах за допомогою блока **UPV** і подамо значення біта 0 на вхід **IG** блока **SEL**. Таким чином, якщо біт 0 дискретного входу рівний нулю, буде працювати ПІД регулятор, тобто забезпечуватиметься автоматичний режим роботи. Якщо біт 0 рівний «1», то керування



здійснюватиметься в ручному режимі. Для моделювання роботи виконавчого механізму (ВМ), регулюючого органу (РО) та об'єкта керування (ОК) використаємо блоки **OBJ**, які реалізують аперіодичні ланки 1-го порядку і ланки запізнення. ВМ і РО змодельовано за допомогою аперіодичної ланки 1-го порядку

$\frac{k}{Ts + 1}$. На виході з цієї ланки отримаємо значення витрати теплоносія, яке змінюватиметься за допомогою ВМ,

встановленого на трубопроводі подачі теплоносія у теплообмінник. Теплообмінник, який витупає об'єктом керування, представимо у вигляді 2-х послідовно з'єднаних данок –

аперіодичної та ланки запізнення – $\frac{k}{Ts + 1} \cdot e^{-\tau \cdot s}$. На виході

отримаємо значення температури води на виході з теплообмінника.

Далі необхідно описати всі зовнішні змінні і константи даної програми. Для опису будь-якої змінної програми потрібно двічі натиснути ЛК миші на відповідному вході або виході функціонального блоку. При цьому на екрані з'явиться наступний діалог (рис. 3.6).

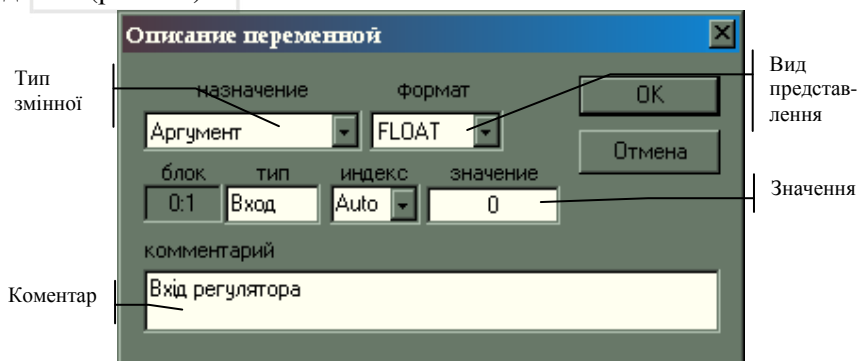


Рис. 3.6. Діалог опису змінної

Налаштуємо входи і виходи блоків нашої програми наступним чином.



Таблиця 3.1

Блок	Вхід, вихід	Тип	Коментар
SUB (-)	AD	аргумент	Завдання регулятора
	AS	аргумент	Температура
DZONE	DLT	константа = 0.5	Зона нечутливості
PID	KP	константа = 1	Коефіцієнт при пропорційній складовій
	KD	константа = 0.1	Коефіцієнт при диференційній складовій
	KI	константа = 0.1	Коефіцієнт при інтегральній складовій
	MAX	константа = 10 B	Максимум керування
	MIN	константа = 0 B	Мінімум керування
SEL	SEL	аргумент	Сигнал керування Uс
OBJ 1	INP	аргумент	Сигнал керування Uс
	K	константа = $0.001 \text{ м}^3 / \text{с} \cdot \text{B}$	Коефіцієнт передачі BM і PO
	T	константа = 5с	Стала часу BM і PO
	N	константа = 0	Запізнення BM і PO
	IS	константа = 0	Завади BM і PO
	Q	аргумент	Витрата теплоносія - FE
OBJ 2	INP	аргумент	Витрата теплоносія - FE
	K	константа = $8000 \text{ град.С} \cdot \text{с} / \text{м}^3$	Коефіцієнт передачі теплообмінника (OK)
	T	константа = 30с	Стала часу OK
	N	константа = 3с	Запізнення OK
	IS	константа = 0	Завади OK
	Q	аргумент	Температура води на виході з теплообмінника
UPV	INW	аргумент	Дискретний вхід DI






Продовження таблиці 3.1

LIMIT	MIN	константа = 0 В	Мінімум керування (блок LIMIT)
	INP	аргумент	Сигнал ручного керування
	MAX	константа = 10 В	Максимум керування (блок LIMIT)

Усі не зазначені у таблиці 1 входи-виходи блоків мають тип «блок». Не підписані входи блоків (позначені зеленим кольором) мають тип «свободен».

Зверніть увагу на графічне позначення входів-виходів FBD-блоків:

Таблиця 3.2

Позначення	Тип змінної
	аргумент
	константа
	блок

Таблиця 3.3

Тип змінної	Застосування
аргумент	Зв'язок з каналами
константа	Певне стале значення
блок	Зв'язок між FBD-блоками (здається автоматично)

Після редагування усіх входів та виходів необхідно провести моделювання роботи програми у вікні її розробки. Якщо програма працює коректно, можна переходити до етапу її підключення до інформаційного каналу.

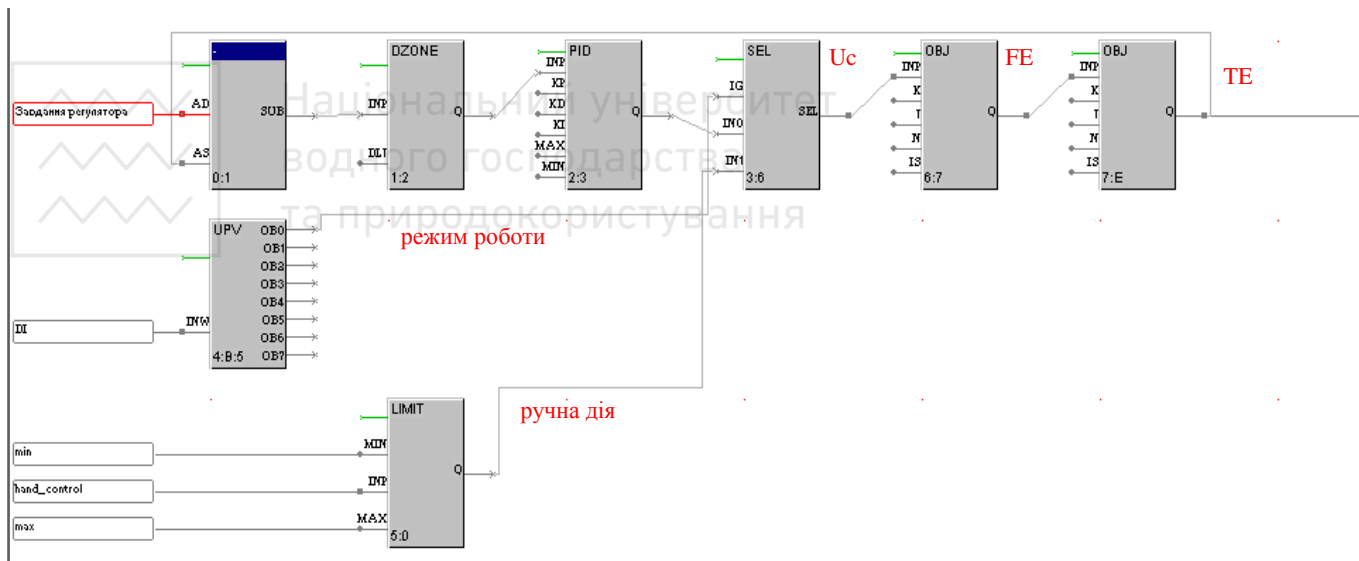



Рис. 3.7. Програма керування температурою води на виході з теплообмінника:
 Uс – керуючий сигнал, FE – витрата теплоносія, TE – температура води на виході з теплообмінника



5.2.3 Підключення FBD-програми до каналів та її налагодження

Перейдемо у вікно редагування бази каналів вузла **PLC (APM)**, якщо програма написана для вузла **APM**) для прив'язки програми до конкретних каналів. Це реалізується одним з наступних способів:

- виконати команду **Объекты** із меню **Окна**;
- натиснути ЛК миші на іконці  інструментальної панелі;
- натиснути комбінацію клавіш **ALT+2**.

Підключимо до контролера модуль аналогового виходу. Для цього виділимо вузол **PLC** і виконаємо команду **Узел Автопостроить**. Під'єднаємо модуль **IC7021** (або **IC7024**) (рис. 8).

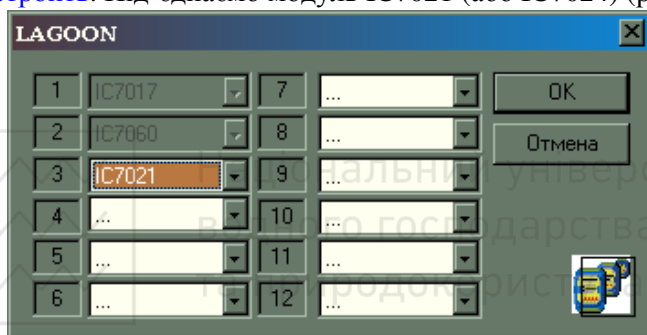


Рис. 3.8. Діалог підключення модулів входів-виходів до контролера

Натиснемо двічі ЛК миші на зображення модуля **IC7021**. Налаштуємо канал аналогового виходу, як показано на рис. 3.9.

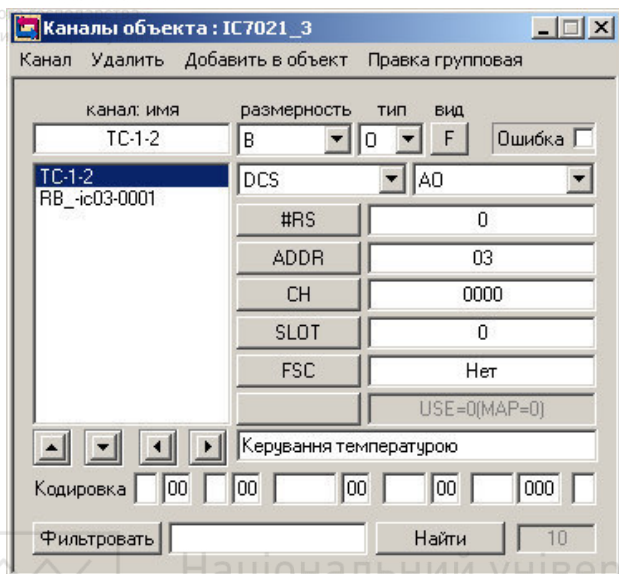


Рис. 3.9. Диалог Каналы объекта IC7021

Натиснемо двічі ЛК миші на назві канала аналогового виходу і увійдемо у діалог Реквизиты. Поставимо прапорець Доступ (рис. 3.10).

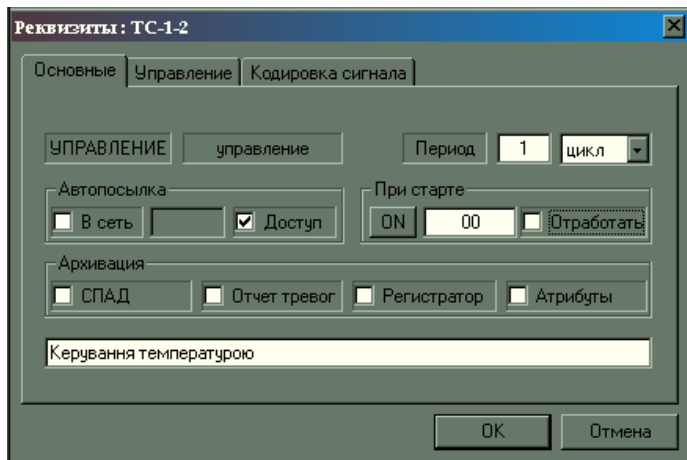


Рис. 3.10. Диалог Реквизиты канала TC-1-2

Натиснемо ОК.



У модулі аналогових входів IC7017 опишемо канал задавача температури Tz-1-1. Натиснемо двічі ЛК миші на назві даного каналу. Поставимо прапорець Доступ, Обработать при старте 40⁰C. Перейдемо до діалогу Границы и обработка і введемо наступні настройки для каналу задавача: верхний предел – 100, нижний предел – 0, ВГ_1=55, НГ_1=35, ВГ_0=50, НГ_0=40. Натиснемо ОК.

Аналогічним чином у модулі IC7017 опишемо канал для ручної задачі керуючого сигналу Hand_control (рис. 3.11).

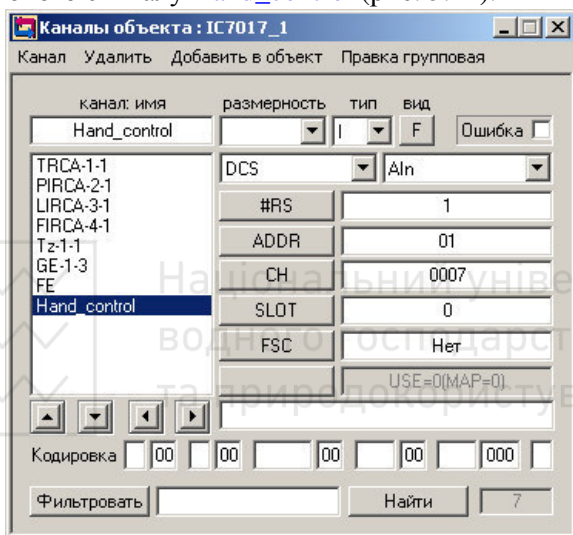


Рис. 3.11. Описание канала задавача температуры Tz-1-1 та канала ручної задачі керуючого сигналу Hand_control

Оскільки програма (рис. 3.7), написана вище, має декілька вихідних сигналів, створимо для її розміщення окремий канал у розділі Управление вузла АРМ (якщо програма написана саме для цього вузла). Надамо йому ім'я control та тип Управление (рис. 3.12). Натиснемо на назві каналу двічі ЛК миші та ввійдемо на закладку Управление. У випадяючому списку виберемо програму pid та здійснимо підключення входів і виходів програми згідно написаних коментарів (рис. 3.13).



У цьому бланку присутній список для вибору програми, поля коментарів до програми та каналів, список аргументів та констант. Для налаштування будь-якого елемента або змінної необхідно двічі натиснути ЛК миші на відповідному рядку у списку. Налаштуємо змінні таким чином:

Таблиця 3.4

Змінна	Підключення (для констант – значення)
Завдання регулятора	Tz-1-1 - реальне
Зона нечутливості	константа = 0.5
Коефіцієнт при пропорційній складовій КР	константа = 1
Коефіцієнт при диференційній складовій КД	константа = 0.1
Коефіцієнт при інтегральній складовій КІ	константа = 0.1
Максимум керування MAX	константа = 10 В
Мінімум керування MIN	константа = 0 В
Сигнал керування Uс	ТС-1-2 - вхід
Коефіцієнт передачі ВМ і РО - К	константа = $0.001 м^3 / c \cdot B$
Стала часу ВМ і РО - Т	константа = 5с
Запізнення ВМ і РО	константа = 0
Завади ВМ і РО	константа = 0
Витрата теплоносія - FE	FE - вхід
Коефіцієнт передачі теплообмінника (OK)	константа = $8000 град. C \cdot c / м^3$
Стала часу ОК - Т	константа = 30 с
Запізнення ОК	константа = 3с
Завади ОК	константа = 0
Температура води на виході з теплообмінника	TRCA-1-1 – вхід
Дискретний вхід DI	DI-1-1 – реальне
Мінімум керування (блок LIMIT)	константа = 0 В
Сигнал ручного керування	Hand_control - реальне



Максимум керування (блок константа = 10 В
LIMIT)

Для зв'язку змінних типу аргумент з каналом на екран виводиться наступний діалог:

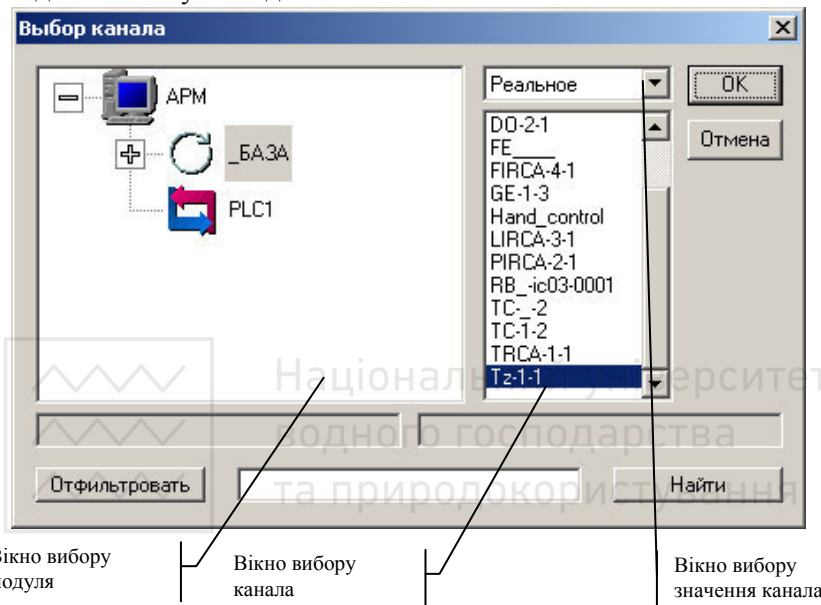


Рис. 3.14. Підключення змінних типу аргумент до каналів зв'язку

Для присвоєння певного значення константі на екран виводиться наступний діалог:

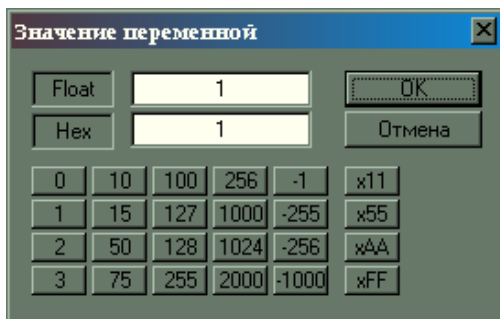


Рис. 3.15. Діалог Значение переменной



У даному діалозі можна ввести значення обраної константи.

Після налаштування усіх змінних програми натиснемо ОК у вікні **Управління**. Закриємо діалог **Канали об'єкта**. Збережемо проект у редакторі бази каналів.

5.3 Розробка графічного представлення роботи ПД регулятора.

Запустимо **редактор представлення даних**. Створимо новий екран (при потребі 2 екрани) **ПД-регулятор**. Налаштуємо його атрибути: розміри та колір. Створимо графічний інтерфейс оператора. При цьому виведемо значення усіх каналів, задіяних у програмі ПД керування, у вигляді дисплеїв, приладів та графіків, забезпечимо введення уставки завдання у вигляді кнопки. Приклад можливого варіанту відображення роботи ПД регулятора на базі двох графічних екранів наведено на рис. 3.16, 3.17.

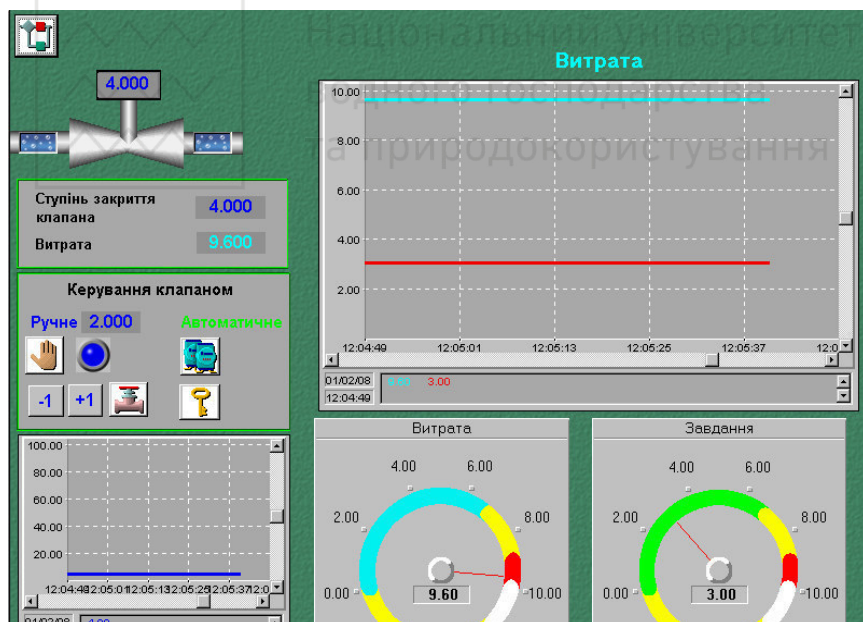


Рис. 3.16. Група ПД регулятор, екран 1

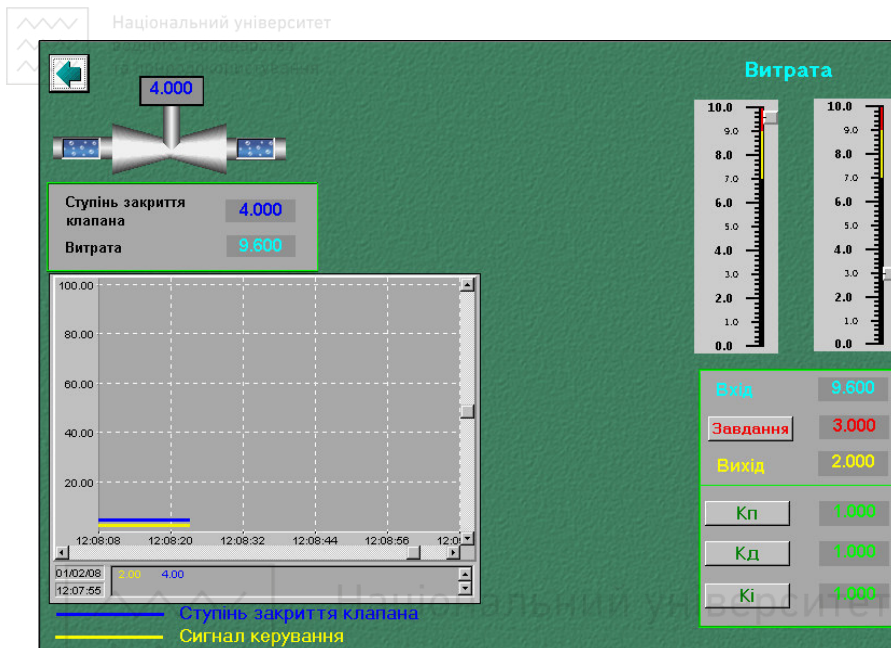


Рис. 3.17. Група ПІД регулятор, екран2

5.4 Промоделювати роботу розробленої системи керування у редакторі представлення даних.

5.5 Оформити звіт про виконання лабораторної роботи.

Вимоги до звіту

Звіт повинен включати в себе:

- Титульний лист із зазначенням номеру варіанту
- Мету роботи
- Програму роботи
- ФСА технологічного процесу згідно варіанту
- Опис замкнутого контуру керування згідно ФСА свого варіанту з наведенням його структурної схеми
- Створену FBD-програму з усіма поясненнями і коментарями
- Створені графічні вікна у редакторі представлення даних
- Висновок про результати виконання роботи



6. Контрольні питання

1. Для чого призначені FBD програми?
2. Як створити нову FBD-програму?
3. Вікно „Меню FBD”: призначення, кнопки, функції.
4. Які існують розділи FBD програм?
5. Як здійснити з'єднання 2-х FBD-блоків?
6. Які типи змінних використовуються в FBD-програмах?
7. Тип змінної блок: призначення, спосіб задання.
8. Тип змінної константа: призначення, спосіб задання.
9. Тип змінної аргумент: призначення, спосіб задання.
10. Як працює і до якого розділу належить функціональний блок SUB?
11. Як працює і до якого розділу належить функціональний блок DZONE?
12. Як працює і до якого розділу належить функціональний блок PID?
13. Для чого призначений блок LIMIT?
14. Для чого призначений блок OBJ?
15. Для чого призначений блок UPV?
16. Для чого призначений блок SEL?
17. Як здійснити редагування FBD-програми?
18. Як здійснити емуляцію роботи FBD-програми?
19. Як підключити FBD-програму до інформаційного каналу?
20. Як здійснюється обробка даних у вхідному інформаційному каналі?
21. Як здійснюється обробка даних у вихідному інформаційному каналі?



Робота 4. Створення програми ПІД імпульсного керування та програм сигналізації мовою функціональних блоків на базі SCADA-системи Trace Mode.

1. Мета роботи

Навчитися створювати програму ПІД імпульсного керування та програми сигналізації мовою функціональних блоків на базі SCADA-системи Trace Mode.

2. Теоретичні відомості

2.1 Створення програм у середовищі Trace Mode

Інформаційні потоки в Trace Mode налаштовуються за допомогою

каналів. Тип, підтип та інші характеристики каналів визначають джерела або приймачі даних (контролери, плати зв'язку з об'єктом, віддалені вузли, системні змінні тощо).

В каналах передбачена первинна і вихідна обробка даних. Решта задач з обробки даних і керування розробляються у вигляді окремих програм. Для цього у середовищі Trace Mode передбачені мови **Техно FBD** (з вбудованою мовою **Техно LD (Ladder Diagram)**) і **Техно IL (Instruction List)**. Вони реалізують стандарт МЭК-1131 і мають велику кількість додаткових функцій.

Мова **Техно FBD** призначена для розробки алгоритмів у вигляді функціональних блоків. Створені на ній програми можуть викликатися із процедур каналів.

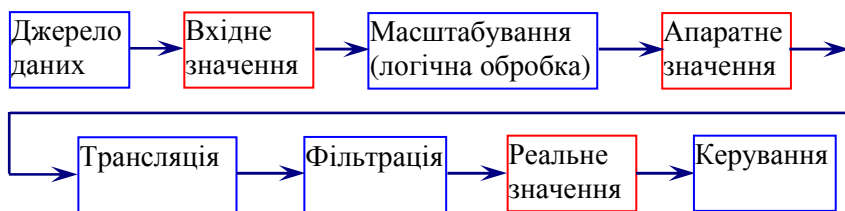
Програми на **Техно IL** записуються у вигляді послідовних інструкцій. Ця мова дозволяє програмувати функціональні блоки для мови Техно FBD і створювати мета програми, які запускаються паралельно із перерахунком бази каналів.

2.2 Обробка даних в інформаційному каналі

Обробку даних у вхідних та вихідних інформаційних каналах у середовищі Trace Mode можна представити у вигляді схеми (рис. 4.1).



Вхідні канали



Вихідні канали

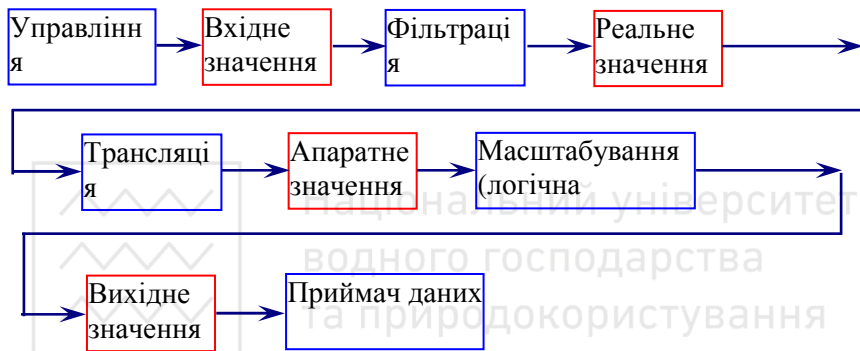


Рис. 4.1. Схема обробки даних у вхідних та вихідних каналах

3. План роботи

1. Написати програму керування технологічним параметром на основі ПД імпульсного закону. При цьому забезпечити сигналізацію виходу за допустимі межі регульованого технологічного параметру.
2. Створити нове графічне вікно для відображення роботи ПД імпульсного регулятора.
3. Розмістити на головній мнемосхемі процесу засоби сигналізації технологічного параметру у вигляді сигнальних лампочок.
4. Промодельовати роботу розробленої АСУ ТП у редакторі представлення даних.



4. Опис лабораторного обладнання

1. АРМ оператора на базі ПК.
2. Операційна система Windows.
3. Програмне забезпечення Trace Mode 5.

5. Порядок виконання роботи

5.1 Запустити [редактор бази каналів](#). Відкрити проект, розроблений у лабораторній роботі №3.

5.2 Розробити FBD-програму для ПІД імпульсного керування технологічним параметром згідно свого варіанту. При цьому забезпечити сигналізацію виходу за допустимі межі регульованого технологічного параметру.

5.2.1 Вибрати 1 замкнутий контур керування згідно ФСА свого варіанту. Описати його словесно та скласти на основі опису структурну схему. Наведемо для прикладу структурну схему автоматизованої системи керування рівнем води у резервуарі шляхом зміни витрати притоку.

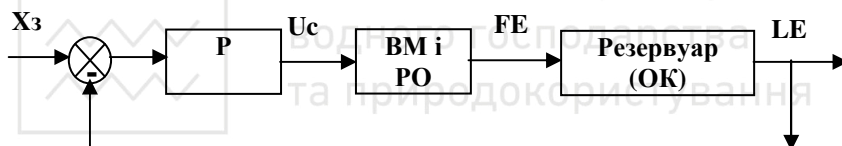


Рис. 4.2. Структурна схема автоматизованої системи керування рівнем води у резервуарі:

P – регулятор, BM i PO – виконавчий механізм і регулюючий орган, OK – об’єкт керування, Xz – сигнал завдання, Uc – керуючий сигнал, FE – витрата води на вході у резервуар, LE – рівень води у резервуарі

5.2.2 Створення програми керування технологічним параметром мовою функціональних блоків

Створимо програму мовою функціональних блоків (Function Block Diagram – FBD), яка реалізує ПІД імпульсний регулятор. У цій програмі буде обчислюватися розузгодження параметра і завдання, формування величини керуючого впливу у вигляді дискретного імпульсного сигналу, сигналізація виходу регульованого параметру за допустимі межі.


Завантажимо [редактор бази каналів](#) і відкриємо проект, зроблений під час виконання лабораторної роботи №3. Як і у лабораторній роботі №3, напишемо програму для вузла АРМ. Для



цього потрібно або ввійти у режим редагування бази каналів вузла АРМ, або просто виділити його у вікні структури проекту.

Примітка! При написанні програми для контролера при відсутності реального контролера програма буде емулюватися лише у редакторі FBD-програми. Для того, щоб результат виконання програми можна було відобразити у редакторі представлення даних, FBD-програму слід написати для вузла [АРМ](#).

Далі для переходу у вікно редагування FBD-програми потрібно виконати одну із дій:

- виконати команду [FBD-программы](#) із меню [Окна](#);
- натиснути ЛК миші на іконці  інструментальної панелі;
- натиснути комбінацію клавіш [ALT+3](#).

При цьому на екрані з'явиться діалог FBD-програма. У цьому діалозі можна вибрати FBD-програму для редагування або створити нову, а також ввести і відредагувати коментар до програми.

Для створення нової програми потрібно виконати команду [Создать](#) із меню [Программа](#) діалогу [FBD-программа](#). За замовчуванням створюваній програмі присвоюється ім'я [FormN](#), де [N](#) – її номер по порядку у даному вузлі. Для зміни імені програми у даному діалозі передбачено спеціальне поле. Створимо нову програму. Присвоїмо їй ім'я [pid_imp](#) і введемо для неї коментар, як показано на рис. 4.3.

Ім'я FBD-програми

Список програм

Коментар

Критерій формування списку програм

Поле вводу імені програми для пошуку

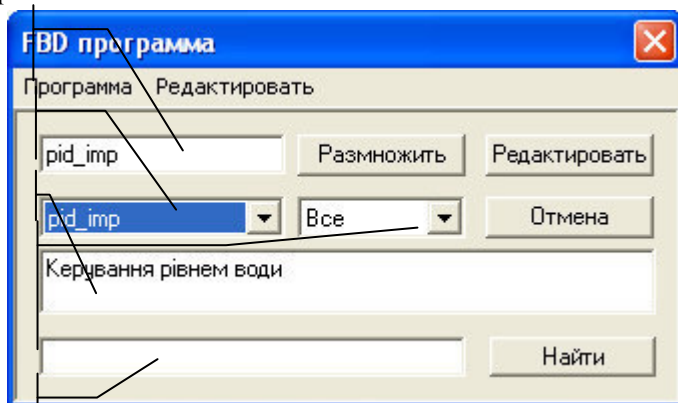


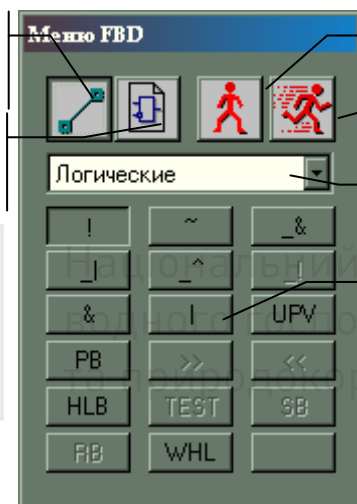
Рис. 4.3. Діалог створення FBD-програми



Для переходу до редагування створеної FBD-програми потрібно натиснути ЛК миші на кнопці **Редактировать**. При цьому діалог FBD-програма зникне з екрану, а у робоче поле редактора бази каналів буде виведена обрана FBD-програма і список її змінних. Крім того, на екрані з'явиться діалог керування редагуванням **Меню FBD**. У нашому випадку, оскільки програма щойно створена, робоче поле редактора буде пустим. У ньому буде присутній лише діалог керування редагуванням **Меню FBD** (рис. 4.4).

Кнопка переходу у режим редагування зв'язків

Кнопка переходу у режим розміщення нових блоків



Кнопка зупинки режиму емуляції


Кнопка запуску режиму емуляції


Список функціональних розділів

Кнопки вибору функціонального блоку

Рис. 4.4. Діалог **Меню FBD**



Натиснемо кнопку  у діалозі **Меню FBD** і перейдемо у режим розміщення нових блоків. Напишемо програму ПД-імпульсного керування рівнем із додатковою функцією сигналізації виходу регульованого параметру за допустимі межі (рис. 4.5). При цьому для з'єднання блоків необхідно переходити у

режим редагуванням зв'язків за допомогою кнопки  діалогу **Меню FBD**. Для з'єднання виходу одного блоку з входом іншого потрібно спочатку виділити за допомогою ЛК миші вихід першого блоку і, утримуючи її, перемістити курсор до входу другого блоку.



Для знищення зв'язку слід виділити його і натиснути клавішу **DELETE**.

При ПІД-імпульсному керуванні виконавчий механізм керується двома дискретними сигналами: на відкриття і на закриття. Тривалість імпульсів керування визначається за ПІД законом. Для генерації імпульсів певної тривалості використані блоки тригерів **TP**. Одночасно активним є тільки 1 тригер – або на відкриття ВМ, або на закриття. Керування тригерами здійснюють блоки мультиплексорів **MUX**, що аналізують, яке значення є більшим: задаючий сигнал чи регульований параметр. Пауза між керуючими імпульсами організована за допомогою блоків **NOT, TON, rTRIG**. Блок **NOT** здійснює інверсію вхідного сигналу і вмикає блок тригера затримки на ввімкнення **TON**, який керує тригером генерації імпульсу **rTRIG**. Тригер **rTRIG**, у свою чергу, керує ввімкненнями мультиплексорів.

Вихідний сигнал програми подається на дискретний вихід у вигляді шістнадцяткового коду. У таблиці 1 наведено список бітів, які використано у програмі, шістнадцятковий код, який необхідно подати, та функції відповідних дискретних виходів. Номер біта відповідає номеру дискретного виходу.

Таблиця 4.1

Номер біта (дискретного виходу)	Програмний код	Функція
біт 0	$2^0 = 1$	Сигнал відкриття ВМ на збільшення витрати притоку
біт 1	$2^1 = 2$	Сигнал закриття ВМ на зменшення витрати притоку
біт 2	$2^2 = 4$	Сигналізація перевищення регульованого параметру (рівня води у резервуарі) верхньої допустимої межі
біт 3	$2^3 = 8$	Сигналізація зменшення регульованого параметру нижче нижньої допустимої межі

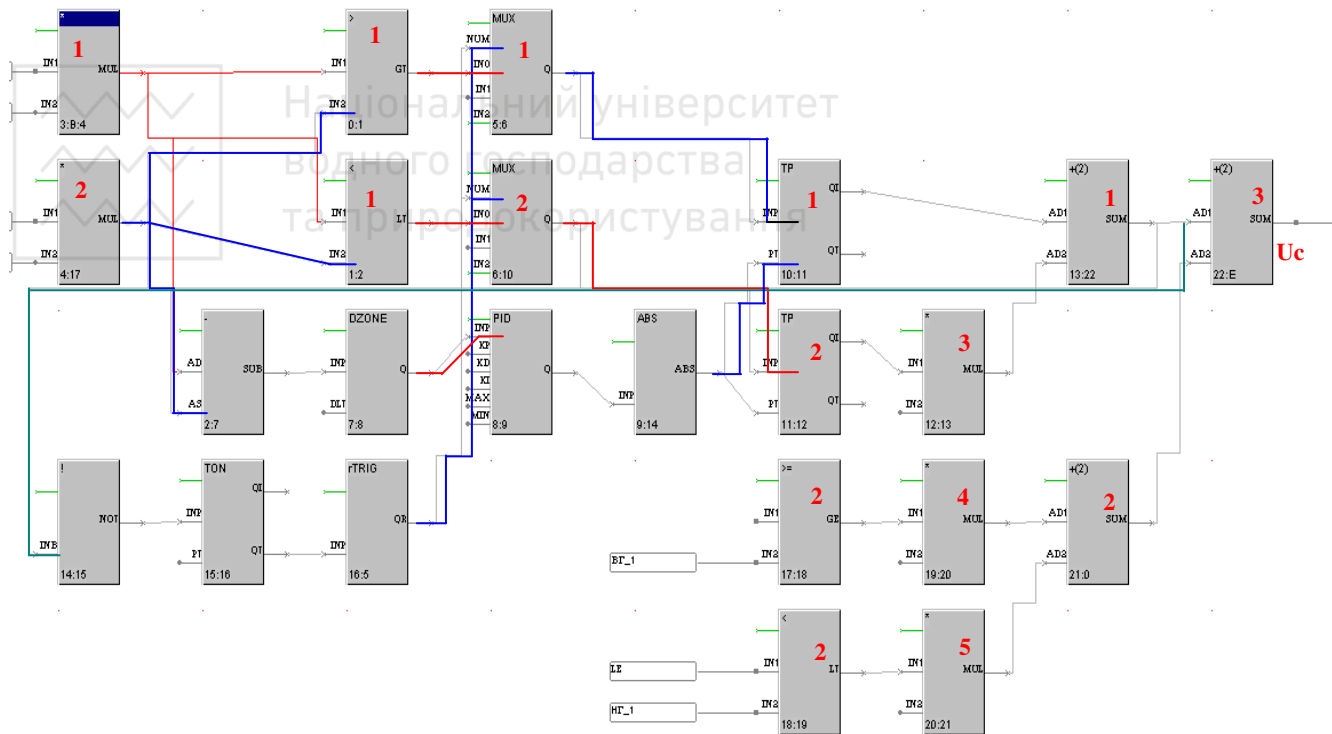


Рис. 4.5. Програма керування рівнем води у резервуарі:
Uc – керуючий сигнал



водного господарства
та природокористування

Налаштуємо входи і виходи блоків нашої програми наступним чином.

Таблиця 4.2




Блок	Вхід, вихід	Тип	Коментар
MUL 1	IN1	аргумент	Завдання регулятора
	IN2	константа = 1	константа = 1
MUL 2	IN1	аргумент	Рівень води
	IN2	константа = 1	константа = 1
DZONE	DLT	константа = 0.1	Зона нечутливості
PID	KP	константа = 1	Коефіцієнт при пропорційній складовій
	KD	константа = 0.1	Коефіцієнт при диференційній складовій
	KI	константа = 0.1	Коефіцієнт при інтегральній складовій
	MAX	константа = 10 В	Максимум керування
	MIN	константа = -10 В	Мінімум керування
MUX 1	IN1	константа = 0	константа = 0
MUX 2	IN1	константа = 0	константа = 0
MUL 3	IN2	константа = 2	константа = 2
SUM 3	SUM	аргумент	Сигнал керування U_c
TON	PT	константа = 5	константа = 5
>= 2	IN1	аргумент	Рівень води
	IN2	аргумент	Верхня границя рівня ВГ_1
< 2	IN1	аргумент	Рівень води
	IN2	аргумент	Нижня границя рівня НГ_1
MUL 4	IN2	константа = 4	константа = 4
MUL 5	IN2	константа = 8	константа = 8



Усі не зазначені у таблиці 4.1 входи-виходи блоків мають тип «блок». Не підписані входи блоків (позначені зеленим кольором) мають тип «свободен».

Зверніть увагу на графічне позначення входів-виходів FBD-блоків:

Таблиця 4.3

Позначення	Тип змінної
	аргумент
	константа
	блок


Таблиця 4.4

Тип змінної	Застосування
аргумент	Зв'язок з каналами
константа	Певне стає значення
блок	Зв'язок між FBD-блоками (задається автоматично)

Після редагування усіх входів та виходів необхідно провести моделювання роботи програми у вікні її розробки. Якщо програма працює коректно, можна переходити до етапу її підключення до інформаційного каналу.

5.2.3 Підключення FBD-програми до каналів та її налагодження

Перейдемо у вікно редагування бази каналів вузла **PLC**. Це реалізується одним з наступних способів:

- виконати команду **Объекты** із меню **Окна**;
- натиснути ЛК миші на іконці  інструментальної панелі;
- натиснути комбінацію клавіш **ALT+2**.

У модулі аналогових входів **IC7017** опишемо канал задавача рівня **Lzavd**. Натиснемо двічі ЛК миші на назві даного каналу. Поставимо прапорець **Доступ**, **Отработать при старте** і м. Перейдемо до діалогу **Границы и обработка** і введемо наступні настройки для каналу задавача: верхний предел – 3, нижний предел – 0, ВГ_1=2.5, НГ_1=0.5, ВГ_0=2, НГ_0=1. Натиснемо ОК.

Оскільки програма (рис. 4.5), написана вище, має декілька вихідних сигналів, створимо для її розміщення окремий канал у розділі **Управление** вузла АРМ (якщо програма написана саме для цього вузла). Надамо йому ім'я **contro2** та тип **Управление** (рис. 4.6). Натиснемо на назві каналу двічі ЛК миші та ввійдемо на закладку **Управление**. У випадаючому списку виберемо програму **pid_imp** та здійснемо підключення входів і виходів програми згідно написаних коментарів (рис. 4.7).

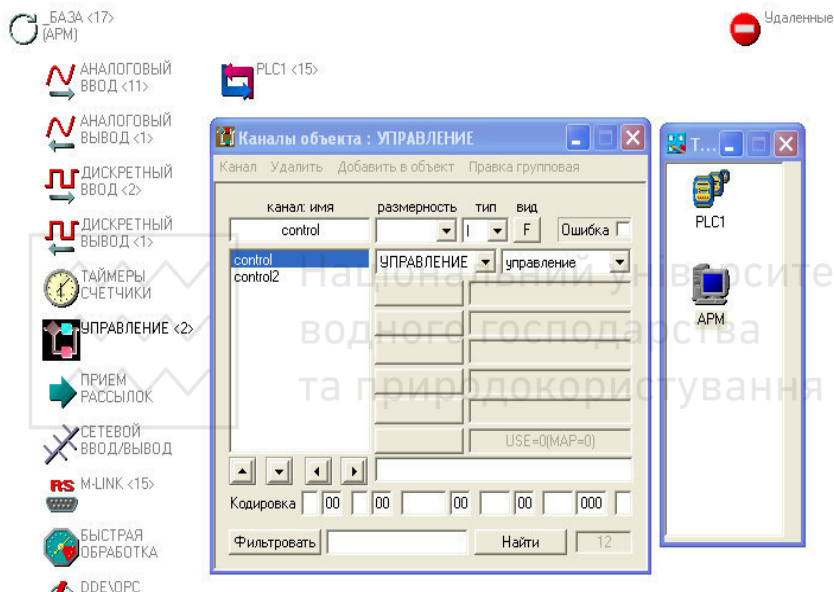
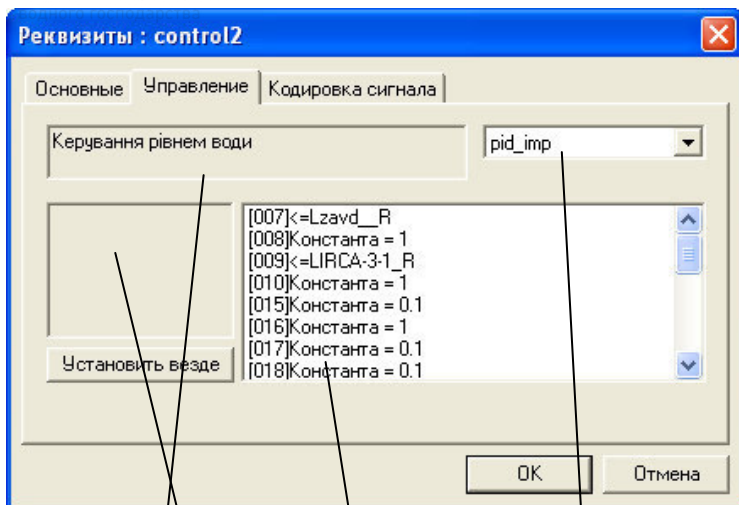


Рис. 4.6. Діалог створення каналу **control2** у закладці **Управление** вузла АРМ

Коментар до
програмиКоментар до
каналуСписок аргументів і
константСписок FBD-
програмРис. 4.7. Діалог **Управление** для каналу **control2**

У цьому бланку присутній список для вибору програми, поля коментарів до програми та каналів, список аргументів та констант. Для налаштування будь-якого елемента або змінної необхідно двічі натиснути ЛК миші на відповідному рядку у списку. Налаштуємо змінні таким чином:

Таблиця 4.5

Змінна	Підключення (для констант – значення)
Завдання регулятора	Lzavd - реальне
Рівень води	LIRCA-3-1 - реальне
Сигнал керування U_c	Дискретний вихід DO-2-1 - вхід
Верхня границя рівня ВГ_1	LIRCA-3-1 - ВГ_1
Нижня границя рівня НГ_1	LIRCA-3-1 - НГ_1
Усі константи	згідно написаних коментарів

Для зв'язку змінних типу **аргумент** з каналом на екран виводиться наступний діалог:

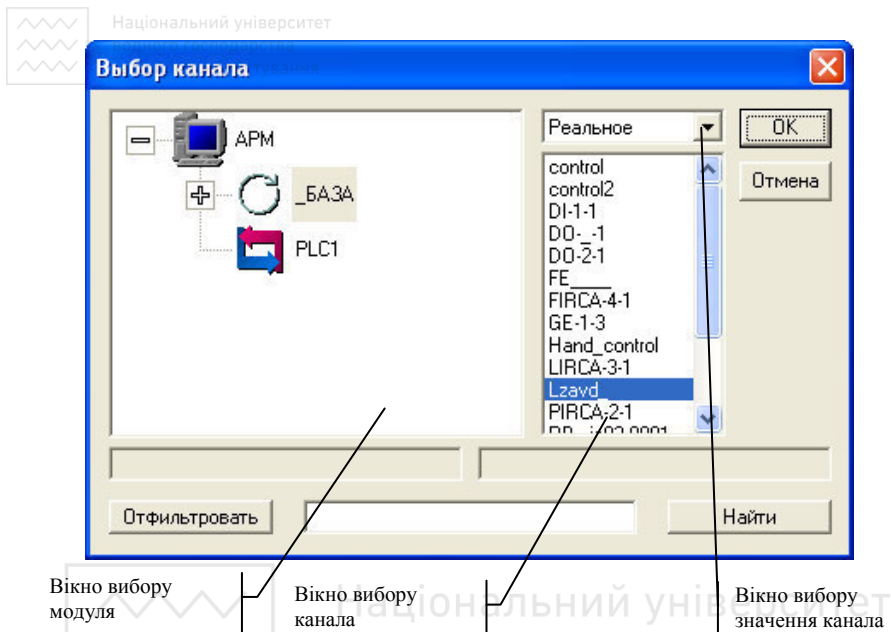


Рис. 4.8. Підключення змінних типу аргумент до каналів зв'язку

Для присвоєння певного значення константі на екран виводиться наступний діалог:

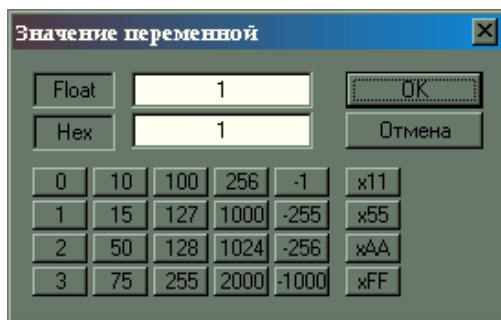


Рис. 4.9. Діалог Значение переменной

У даному діалозі можна ввести значення обраної константи.

Після налаштування усіх змінних програми натиснемо ОК у вікні **Управление**. Закриємо діалог **Каналы объекта**. Збережемо проект у редакторі бази каналів.



5.3 Розробка графічного представлення роботи ПІД регулятора.

Запустимо редактор представлення даних. Створимо новий екран (при потребі 2 екрани) ПІД-імпульсний регулятор. Налаштуємо його атрибути: розміри та колір. Створимо графічний інтерфейс оператора. При цьому виведемо значення усіх каналів, задіяних у програмі ПІД керування, у вигляді дисплеїв, приладів та графіків, забезпечимо введення уставки завдання у вигляді кнопки. Забезпечимо сигналізацію виходу регульованого параметру за допустимі межі за допомогою сигнальних лампочок. Приклад можливого варіанту відображення роботи ПІД регулятора наведено на рис. 4.10.

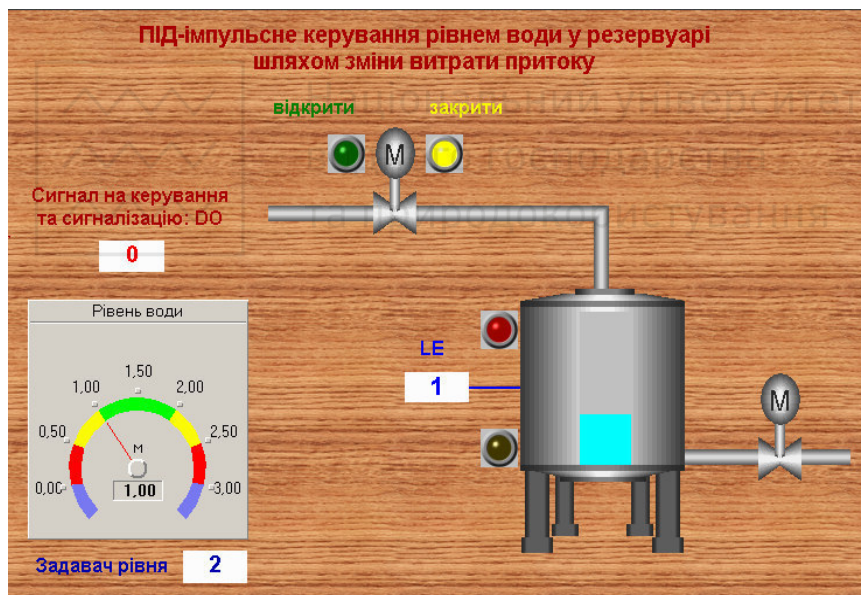


Рис. 4.10. Приклад графічного представлення роботи ПІД-імпульсного регулятора

5.4 Промоделювати роботу розробленої системи керування у редакторі представлення даних.

5.5 Оформити звіт про виконання лабораторної роботи.



Вимоги до звіту

Звіт повинен включати в себе:

- Титульний лист із зазначенням номеру варіанту
- Мету роботи
- Програму роботи
- ФСА технологічного процесу згідно варіанту
- Опис замкнутого контуру керування згідно ФСА свого варіанту з наведенням його структурної схеми
- Створену FBD-програму з усіма поясненням і коментарями
- Створені графічні вікна у редакторі представлення даних
- Висновок про результати виконання роботи

6. Контрольні питання

1. Для чого призначені FBD програми?
2. Як створити нову FBD-програму?
3. Вікно „Меню FBD”: призначення, кнопки, функції.
4. Які існують розділи FBD програм?
5. Як здійснити з'єднання 2-х FBD-блоків?
6. Які типи змінних використовуються в FBD-програмах?
7. Тип змінної блок: призначення, спосіб задання.
8. Тип змінної константа: призначення, спосіб задання.
9. Тип змінної аргумент: призначення, спосіб задання.
10. Як працює і до якого розділу належить функціональний блок SUB?
11. Як працює і до якого розділу належить функціональний блок DZONE?
12. Як працює і до якого розділу належить функціональний блок PID?
13. Для чого призначений блок MUL?
14. Для чого призначений блок MUX?
15. Для чого призначений блок NOT?
16. Для чого призначений блок TON?
17. Для чого призначений блок rTRIG?
18. Для чого призначений блок ABS?
19. Для чого призначений блок TP?
20. Для чого призначений блок SUM?
21. Як здійснити редагування FBD-програми?
22. Як здійснити емуляцію роботи FBD-програми?



Національний університет

водного господарства
та природокористування

23. Як підключити FBD-програму до інформаційного каналу?
24. Як здійснюється обробка даних у вхідному інформаційному каналі?
25. Як здійснюється обробка даних у вихідному інформаційному каналі?



Національний університет
водного господарства
та природокористування