

## ЗМІСТ

1 ОСНОВНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО КОМП'ЮТЕРИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ .....	2
2 ПЕРЕЛІК ВАРІАНТІВ ТЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ .....	5
3 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ПО ТЕМАМ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ .....	16
4 ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ .....	22
4.1 Типова тема курсового проекту .....	22
4.2 Типовий зміст пояснювальної записки до курсового проекту .....	22
4.3 Типовий зміст технічного завдання на курсове проектування .....	24
5 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ .....	25
6 МОЖЛИВІ ВАРІАНТИ ВИКОНАННЯ СТРУКТУР АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ КСУ .....	29
7 ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ НА ОСНОВІ SCADA TRACE MODE 5.06 .....	32
7.1 Технічне завдання на курсове проектування .....	32
7.2 Текст основної частини пояснювальної записки .....	37
8 ПРИКЛАД РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КСУ В SCADA GENIE 3.0 .....	64
8.1 Короткі відомості про SCADA Genie 3.0 .....	64
8.2 Технологія розробки стратегії управління .....	65
8.3 Приклад розробки ПЗ простої системи регулювання .....	67
9 ПЕРЕЛІК ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСІВ ЩОДО РОЗРОБКИ КСУ .....	74

# 1 ОСНОВНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО КОМП'ЮТЕРИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

Досвід розвинених країн показує, що на сучасному етапі ефективність вкладень в удосконалювання засобів і систем автоматизації управління вище, ніж у розробку нових видів устаткування і технологій. Це забезпечується найвищими темпами розвитку електроніки, комп'ютерної техніки й інформаційних технологій, що дозволяють підвищити інтелектуальний рівень алгоритмів систем управління і за рахунок цього максимально використовувати потенційні можливості існуючого устаткування і технологій.

Одночасно, при збереженні високої вартості розробки систем управління (зокрема, їх алгоритмічного і прикладного програмного забезпечення) і дефіциті фахівців-розроблювачів, відбувається постійне зниження витрат на впровадження й експлуатацію систем управління. Це обумовлено зниженням вартості засобів автоматизації інтелектуального ядра, різким підвищенням їхньої надійності і спрощенням монтажно-налагоджувальних робіт. При цьому основними джерелами економічної ефективності автоматизації технологічних процесів є: запобігання втрат від аварійних ситуацій і їхніх наслідків; зниження витрат, зокрема, втрат сировинних і енергетичних ресурсів; скорочення персоналу підприємства.

Автоматизація управління технологічними процесами на основі комп'ютерних технологій може стати важливим фактором у проведенні політики підвищення ефективності підприємств. Для цього необхідно відмовитися, по-перше, від сформованих стереотипів, що зводять комп'ютеризовану систему управління технологічними процесами (КСУ ТП) до централізованої декоративної системи, яка реалізує тільки традиційні функції диспетчерського автоматизованого управління (ДАУ), а, по-друге, від технології впровадження такої системи за один раз і всю зразу.

Альтернатива цьому – поетапне створення високоінтелектуальних підсистем КСУ ТП. Вони повинні реалізувати переважно нові функції, починаючи з найбільш важливих для підприємства. Підсистеми повинні

розвиватися в напрямку цілісної, функціонально структурованої (наприклад, у формі автоматизованих робочих місць - АРМ) системи управління технологічними процесами, яка повною мірою буде використовувати обчислювальний потенціал сучасних контролерів і комп'ютерів.

Якщо згадати, що смисл поняття «автоматизація» означає заміну розумової (інтелектуальної) діяльності людини «машинним інтелектом», то описаний підхід до створення КСУ ТП можна вважати, якоюсь мірою, укомплектуванням штатів підприємств фахівцями найвищої кваліфікації. Саме це і дасть економічний ефект.

Для діючих підприємств з обмеженими фінансовими ресурсами найбільш раціональним є еволюційний шлях створення розвиненої КСУ ТП. При цьому комп'ютеризована система, як цілісний організм, повинна вирости зі своїх підсистем, що вирішують часткові задачі. Саме ці задачі забезпечать основну складову економічної ефективності системи. Вони також забезпечать верхні ієрархічні рівні управління достовірною інформацією про хід процесу і стан устаткування, а також зможуть реалізувати їхні директиви, максимально підвищуючи ефективність КСУ ТП.

Часткові задачі автоматичного контролю і управління можуть групуватися за функціональними ознаками і складати основу верхнього (автоматизованого) рівня управління, де рішення приймає людина, спираючись на інформаційну підтримку комп'ютеризованої системи. Їх можна розглядати як функціональні підсистеми і доцільно створювати у вигляді автоматизованих робочих місць (АРМ) основних фахівців підприємства, що є елементами комплексної КСУ. Крім традиційних АРМ операторів цеху (підприємства) повинні функціонувати АРМ механіка, енергетика, технолога, лаборанта. Узагальнена інформація з цих АРМ повинна скласти частину інформаційної бази системи, а через неї – головного інженера і директора. Це дозволить першим особам підприємства одержувати достовірну і своєчасну інформацію про хід виробничого процесу, вносити корективи.

При створенні КСУ ТП, що еволюціонує, повинні використовуватися такі програмно-технічні засоби, що дозволяють:

- створити цілісну систему, навіть якщо підсистеми реалізуються в різний час і на різних технічних засобах;
- нарощувати інтелектуальний рівень вже існуючих алгоритмів і реалізовувати нові.

Її впровадження будемо максимально полегшено для підприємства як з фінансового, так і з технічного боку, а термін ефективної служби – досить великої.

Перехід в управлінні маршрутами від існуючих ДАУ до комп'ютерної системи, що може бути створена, наприклад у рамках АРМ оператора, доцільно тільки після того, як почнуть функціонувати підсистеми, що забезпечують діагностику поточного стану устаткування, і виходить, об'єктивну і повну інформацію для ефективного управління. Тоді ж може виникнути питання про доцільність мати крім монітору ПЕВМ, що наочно відображає хід технологічного процесу, ще додатково щит із мнемосхемою. Очевидно, у більшості випадків, користувачі АСУТП його порохують непотрібним.

## 2 ПЕРЕЛІК ВАРІАНТІВ ТЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

№ завдання	Тема	Література	Сторінки	Рисунок з ФСА або файл	Примітки (папка на CD)
<b>Теми проектів, що сформовані на основі журнальних статей</b>					
1	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи контролю радіаційної обстановки на підприємстві по утилізації радіоактивних відходів	[1]	С.32-39	Ecology1_2001_01.pdf	АСК радиоакт. Отходов
2	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи контролю вологості та щільності шихтових матеріалів на вході доменної печі	[2]	С.26-31	Controll_2001_01.pdf	АСК шихт. Материалов
3	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління вибухонебезпечним технологічним процесом хімічного виробництва	[3]	С.40-46	Chemic1_2001_01.pdf	АСУ взрывоопасн. ТП
4	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи моніторингу та управління типовим водозабірним вузлом	[4]	С.26-31	Municip1_2000_4.pdf	АСУ водозаб. Узлом
5	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління лінією зволоження зерна борошномельного підприємства	[5]	С.32-39	eda1_2000_4.pdf	АСУ увлажнения зерна
6	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи контролю пірометричної температури у топці котельного агрегату	[6]	С.70-77	Controll_2000_4.pdf	СКУ топки
7	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління технологічними процесами газопостачання регіону	[7]	С.28-35	Neftegaz2_2000_2.pdf	АСУТП газоснабж
8	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління технологічними процесами зберігання борошна на хлібобулочних підприємствах	[8]	С.54-59	eda2_2000_3.pdf	АСУТП силосов
9	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи моніторингу та управління резервуарними парками переробки та зберігання нафтопродуктів	[9]	С.24-31	Neftegaz2_2001_2.pdf	АСУ хранил. Нефтепрод
10	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи контролю за аварійними ситуаціями на енергетичних об'єктах	[10]	С.52-57	Controll_2001_3.pdf	СК аварий энергообъектов

№ завдання	Тема	Література	Сторінки	Рисунок з ФСА або файл	Примітки (папка на CD)
11	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи контролю водонагрівального котла	[11]	С.74–78	Energetic 3_1999_3.pdf	АСК водогрейн. Котла
12	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи контролю маси продуктів на харчовому виробництві	[12]	С.68-73	eda1_1999_3.pdf	АСК массы продуктов
13	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління нагрівом злитків при виробництві металів та металопродукції	[13]	С.26–33	Metal1_2001_3.pdf	АСУ нагрівом слитков
14	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління реагентним господарством водопровідної станції	[14]	С.58–61	Ecology1_2000_1.pdf	АСУ водопровод. Станции
15	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесами дозування реагентів на збагачувальній фабриці	[15]	С.16–21	Control3_2001_4.pdf	АС дозирования
16	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи контролю загазованості приміщень та території газотранспортного підприємства	[16]	С.36–40	Neftegaz2_2002_2.pdf	АСК загазованности
17	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління випалом сировинного матеріалу в обертових печах	[17]	С.20–27	20-27.pdf	АСУ обжигом
18	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління технологічними процесами для резервуарів з реагентами цеху рідких металів	[18]	С.54–59	54-59.pdf	АСУТП для резервуаров
19	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи вимірювання натягу прокату на безперервних станах холодної прокатки	[19]	С.46–52	Metal1_2003_1.pdf	ИВС прокатного стана
20	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління водяною завесою на видатковому складі рідкого хлору	[20]	С.60–65	Municip2_2003_2.pdf	АСУ водян. Завесой
21	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління кліматичними камерами	[21]	С.28–33		
22	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління вибухонебезпечним технологічним процесом	[22]	С.34–39		

№ завдання	Тема	Література	Сторінки	Рисунок з ФСА або файл	Примітки (папка на CD)
23	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління водопостачанням будівель адміністративно-виробничого комплексу	[23]	С.40–44		
24	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління тепловологістною обробкою залізобетонних виробів	[24]	С.42–46		
25	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом волочіння	[25]	С.1–8		
26	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління паперомасним агрегатом	[26]	С.1–5		
27	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом випробування кабелів на електричну міцність ізоляції	[27]	С.14–17		
28	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом лиття виробів з направленою та монокристалічною структурою	[28]	С.27–28		
29	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом виготовлення нафтополімерних смол	[29]	С.12–13		
30	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом сушіння кабелів з паперовою ізоляцією	[30]	С.12–15		
31	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом кручення дротів	[31]	С.13–16		
32	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління термічними камерами	[32]	С.18–19		
33	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління технологічним процесом станції захисних атмосфер	[33]	С.15–16		
34	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління дозаторами	[34]	С.24–26		
35	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління резервуарними парками переробки та зберігання нафтопродуктів	[35]	С.14–19		

№ завдання	Тема	Література	Сторінки	Рисунок з ФСА або файл	Примітки (папка на CD)
36	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи активного контролю витоків небезпечних речовин	[36]	С.47–51		
<b>Теми проектів, що пов'язані з автоматизацією хімічного виробництва</b>					
37	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом конверсії метану	[1]	С.326-328	Рис.9.1	
38	Розробка на основі SCADA – системи комп'ютеризованої системи управління процесом конверсії оксиду вуглецю	[1]	С.328-331	Рис.9.2	
39	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом синтезу аміаку	[1]	С.330-333	Рис.9.3	
40	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління аміакопроводом	[1]	С.333-336	Рис.9.4 - 9.6	
41	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом окислювання аміаку	[1]	С.336-340	Рис.9.7	
42	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом нейтралізації азотної кислоти	[1]	С.340-342	Рис.9.8	
43	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом синтезу карбаміду	[1]	С.342-345	Рис.9.9	
44	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління виробництвом екстракційної фосфорної кислоти	[1]	С.345-347	Рис.9.10	
45	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом одержання пульпи амофосу	[1]	С.347-348	Рис.9.11	
46	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом виробництва жовтого фосфору	[1]	С.348-351	Рис.9.12	
47	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом випалу апатитового концентрату	[1]	С.351-353	Рис.9.13	
48	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління установкою випалу колчедану	[1]	С.353-355	Рис.9.14	



№ завдання	Тема	Література	Сторінки	Рисунок з ФСА або файл	Примітки (папка на CD)
49	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом окислювання діоксиду сірки	[1]	С.353, 355-357	Рис.9.15	
50	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління ртутним електролізом	[1]	С.360-362	Рис.9.17	
51	Розробка на основі SCADA – системи комп'ютеризованої системи управління процесом виробництва соляної кислоти	[1]	С.360, 362-364	Рис.9.18	
52	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом полімеризації пропілену	[1]	С.436-438	Рис.14.2	
53	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом каталітичного крекінгу	[1]	С.441-444	Рис.15.2	
54	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом гідроочищення дизельного палива	[1]	С.444-446	Рис.15.3	
55	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом уповільненого коксування	[1]	С.446-449	Рис.15.4	
56	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом алкілування бензолу	[1]	С.449-451	Рис.15.5	
57	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом очищення нітрозних газів	[1]	С.461-463	Рис.17.1	
58	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом очищення газів від діоксиду сірки	[1]	С.463-465	Рис.17.2	
59	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом очищення газів від сірководню	[1]	С.465-467	Рис.17.3	
60	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом очищення газів від сірководню	[1]	С.467-468	Рис.17.4	
61	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом комплексом очищення стічних вод	[1]	С.468-471	Рис.17.5	
62	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом термічного знешкодження промислових стоків	[1]	С.468, 469, 472-474	Рис.17.7	

№ завдання	Тема	Література	Сторінки	Рисунок з ФСА або файл	Примітки (папка на CD)
63	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління процесом біохімічного очищення стічних вод	[1]	С.468, 469, 474 –476	Рис.17.8	
64	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління комплексом очищення газів, що відходять	[1]	С. 476 – 479	Рис.17.9 - 17.11	
<b>Теми проектів, що пов'язані з автоматизацією цукрового виробництва</b>					
65	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління сховища буряка	[1]	С.93-95		
66	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління трактором подачі буряка	[1]	С.97-100		
67	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління дифузійною установкою (I стадія процесу)	[1]	С.100-109	Рис.2.18	
68	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління дифузійною установкою (II стадія процесу)	[1]	С.100-109	Рис.2.18	
69	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління процесом дефекосатурації (I стадія процесу)	[1]	С.116-127	Рис.2.23	
70	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління процесом дефекосатурації (II стадія процесу)	[1]	С.116-127	Рис.2.23	
71	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління випарною установкою (I стадія процесу)	[1]	С.131-141	Рис.2.25	
72	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління випарною установкою (II	[1]	С.131-141	Рис.2.25	

№ завдання	Тема	Література	Сторінки	Рисунок з ФСА або файл	Примітки (папка на CD)
	стадія процесу)				
73	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління ділянкою сокового потоку	[1]	С.141-146	Рис.2.26	
74	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління ділянкою сокового потоку	[1]	С.141-146	Рис.2.27	
75	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління вакум-апаратом періодичної дії	[1]	С.141-156	Рис.2.31	
76	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління процесом приготування клеровки	[1]	С.146-156	Рис.2.32	
77	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління барометричним конденсатором	[1]	С.146-156	Рис.2.33	
78	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління процесом приготування вапнякового молока	[1]	С.158-162	Рис.2.35	
79	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління процесом сушіння жому	[1]	С.162-165	Рис.2.36	
80	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи оперативного диспетчерського управління ділянкою переробки цукру-сирця	[1]	С.170-174	Рис.2.40	
<b>Теми проектів, що торкаються різних областей застосування</b>					
81	Розробка комп'ютерної виміральної системи для контролю якості електроенергії	[1, 2]			
82	Розробка комп'ютерної системи контролю та керування доступом на об'єкт	[3, 4]			

№ завдання	Тема	Література	Сторінки	Рисунок з ФСА або файл	Примітки (папка на CD)
83	Розробка комп'ютерної системи керування багатокомпонентними ваговими дозаторами	[5, 6]			
84	Розробка комп'ютерної системи керування перевезеннями продукції між багатьма виконавцями	[7, 8]			
85	Розробка програмного забезпечення редактора САПР	[9, 10]			
86	Розробка автоматизованого робочого місця реєстрації і документування комплексу засобів автоматизації	[11, 12]			
87	Розробка локальної обчислювальної мережі для банку	[13, 14]			
88	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої система для пункту обміну валюти банку	[15, 16]			
89	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи диспетчерського контролю вузла електрозв'язку	[17-19]			
90	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи диспетчерського управління спиртовою колоною гідролізного виробництва				
91	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи диспетчерського управління процесом сушіння лігніну в трубі-сушарці				
92	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи диспетчерського управління процесом виготовлення фурфуролу				
93	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи диспетчерського управління процесом алкілування бензолу				
94	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи диспетчерського управління вапняково-випалювальною піччю				
95	Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи диспетчерського управління котельною установкою цукрового заводу				

№ завдання	Тема	Література	Сторінки	Рисунок з ФСА або файл	Примітки (папка на CD)
<b>Теми проектів по навчальним комп'ютерним системам</b>					
96	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження системи взаємопов'язаного управління (підсистема моделювання)	[1-3]			
97	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження системи взаємопов'язаного управління (підсистема управління)	[1-3]			
98	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження багатоконтурної системи управління (підсистема моделювання)	[1-3]			
99	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження багатоконтурної системи управління (підсистема управління)	[1-3]			
100	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження системи управління послідовністю подій (підсистема моделювання)	[1-3]			
101	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження системи управління послідовністю подій (підсистема управління)	[1-3]			
102	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження програмної обробки сигналів датчиків (підсистема моделювання)	[1-3]			
103	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження програмної обробки сигналів датчиків (підсистема обробки)	[1-3]			
104	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження програмної обробки сигналів датчиків (підсистема управління)	[1-3]			
105	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження системи комбінаційного управління (підсистема моделювання)	[1-3]			
106	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження системи комбінаційного управління (підсистема управління)	[1-3]			

№ завдання	Тема	Література	Сторінки	Рисунок з ФСА або файл	Примітки (папка на CD)
107	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження імпульсного перемагнічування (підсистема введення параметрів)	[2-5]			
108	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження імпульсного перемагнічування (підсистема моделювання)	[2-5]			
109	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження імпульсного перемагнічування (підсистема управління)	[2-5]			
110	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження імпульсних трансформаторів (підсистема введення параметрів)	[2-5]			
111	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження імпульсних трансформаторів (підсистема моделювання)	[2-5]			
112	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження імпульсних трансформаторів (підсистема управління)	[2-5]			
113	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження безконтактної електромагнітної системи знімання інформації з рухомого об'єкта	[2, 3, 13, 14]			
114	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження електромагнітних пристроїв комутації	[2, 3, 15, 16]			
115	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження електромагнітного датчика фізичних величин	[2, 3, 15, 16]			
116	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження електромагнітного виконавчого пристрою	[2, 3, 15, 16]			
117	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження електромагнітного пристрою реєстрації сигналів датчиків	[2, 3, 17, 18]			
118	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження імпульсного джерела живлення	[2, 3, 19, 20]			

№ завдання	Тема	Література	Сторінки	Рисунок з ФСА або файл	Примітки (папка на CD)
119	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження мехатронної системи постійного струму (підсистема представлення даних)	[2,3,6,7]			
120	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження мехатронної системи постійного струму (підсистема управління та моделювання)	[2,3,6,7]			
121	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження асинхронної мехатронної системи (підсистема представлення даних)	[2,3,6-8]			
122	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження асинхронної мехатронної системи (підсистема управління та моделювання)	[2,3,6-8]			
123	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження способів програмної компенсації похибок електромеханічних систем	[2,3,9,10]			
124	Комп'ютеризований лабораторний стенд для дослідження автоматизованого електроприводу токарного верстату з дисципліни "Мехатроніка"	[2,3,6,7]			
125	Дистанційні навчальні засоби розробки програмного забезпечення системи управління циклічним технологічним процесом	[1-3, 11, 12]			
126	Дистанційні навчальні засоби розробки програмного забезпечення системи управління автоматичною виробничою лінією	[1-3, 11, 12]			
127	Дистанційні навчальні засоби розробки програмного забезпечення підсистеми введення сигналів технологічних датчиків	[1-3, 11, 12]			
128	Дистанційні навчальні засоби розробки програмного забезпечення системи регулювання кількох технологічних параметрів	[1-3, 11, 12]			

### 3 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ПО ТЕМАМ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

#### Теми по журнальним статтям:

1. Перепечаенко В. и др. Автоматизированная система контроля массы продуктов// Современные технологии автоматизации. – 1999. - №3. – С.68-73.
2. Варламов Г., Сердюк С. и др. Модернизация системы контроля водогрейного котла// Современные технологии автоматизации. – 1999. - №3. – С. 74 – 78.
3. Бабицкий Л. Автоматизированные системы для блока реагентного хозяйства водопроводной станции// Современные технологии автоматизации. – 2000. - №1. – С. 58 – 61.
4. Тарасенко В., Филиппов В., Сеньюков В., Миденко М. Система управления газовым хозяйством региона// Современные технологии автоматизации. – 2000. - №2. – С. 28 – 35.
5. Красных Б., Гильфанов И. Учет муки и готовой продукции на булочно-кондитерском комбинате// Современные технологии автоматизации. – 2000. - №3. – С. 54 – 59.
6. Егоров Д. Автоматизированная система мониторинга и управления водозаборным узлом// Современные технологии автоматизации. – 2000. - №4. – С. 26 – 31.
7. Боровский А., Герасимов Л. и др. Пирометрический измерительный комплекс для стационарного контроля пылеугольной топки// Современные технологии автоматизации. – 2000. - №4. – С. 70 – 77.
8. Намазбаев Т., Полевой А. И др. Нейтронный измерительно-вычислительный комплекс для контроля влажности и плотности шихтовых материалов// Современные технологии автоматизации. – 2001. - №1. – С. 26 – 31.
9. Агапов А., Борзунов А., Бунтушкин В. и др. Радиационный контроль комплекса по переработке и утилизации радиоактивных отходов// Современные технологии автоматизации. – 2001. - №1. – С.32-39.
10. Жарков А., Потапов М. и др. Современная автоматизированная система управления взрывоопасным технологическим процессом// Современные технологии автоматизации. – 2001. - №1. – С. 40 – 46.
11. Балин Н., Демченко А., Лавров М. Система управления резервуарными парками переработки и хранения нефтепродуктов// Современные технологии автоматизации. – 2001. - №2. – С. 24 – 31.
12. Носик Л., Собакарь Т., Кондрычин Э. Аварийный регистратор БАРС: характеристики и опыт эксплуатации// Современные технологии автоматизации. – 2001. - №3. – С. 52 – 57.
13. Кукуй К., Сульников С., Вахранев С., Светличный А. Автоматизированная система управления нагревом слитков в нагревательных колодцах обжимного стана// Современные технологии автоматизации. – 2001. - №3. – С. 26 – 33.
14. Рогожников С., Кинёв В. Система автоматического дозирования флотационных реагентов на обогатительной фабрике// Современные технологии автоматизации. – 2001. - №4. – С. 16 – 21.



15. Калабухов В., Ляпков А., Поляков В. Система контроля загазованности «Газ-6»// Современные технологии автоматизации. – 2002. - №2. – С. 36 – 40.
16. Шатилов О., Челпанов А., Чуйков С. Автоматизированная система контроля и регулирования вращающихся печей// Современные технологии автоматизации. – 2002. - №3. – С. 20 – 27.
17. Жарменов А., Намазбаев Т. и др. АСУ ТП для резервуаров с реагентами цеха редких металлов// Современные технологии автоматизации. – 2002. - №3. – С. 54 – 59.
18. Намазбаев Т., Критский Ю. И др. Измерительно-вычислительный комплекс для определения натяжения полосы проката// Современные технологии автоматизации. – 2003. - №1. – С. 46 – 52.
19. Белозёров В., Бердников Н. И др. Автоматизированная система управления водяной завесой// Современные технологии автоматизации. – 2003. - №2. – С. 60 – 65.
20. Починчук Н., Сивко И., Пахоменко А., Зяблицев В., Еганов М. Комплексный подход к решению проблем автоматического увлажнения зерна// Современные технологии автоматизации. – 2000. - №4. – С. 32 – 39.
21. Долгова А. и др. Система управления силовым оборудованием климатических камер// Современные технологии автоматизации. – 2003. - №3. - С.28–33
22. Усынин С. Опыт создания автоматизированной системы управления взрывоопасным технологическим процессом// Современные технологии автоматизации. – 2003. - №3. - С.34–39
23. Рогов С. Система управления водоснабжением зданий административно-производственного комплекса// Современные технологии автоматизации. – 2005. - №4. - С.40–44
24. Смирнов Ю. Система управления тепловлажностной обработкой железобетонных изделий// Современные технологии автоматизации. – 2005. - №1. - С.42–46
25. Кижаяев С.А. Автоматизация процесса волочения// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2003. - №11. - С.1–8
26. Кижаяев С.А. Комплексная автоматизация бумажномассного агрегата// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2003. - №3. - С.1–5
27. Кижаяев С.А. Автоматизация процесса испытания кабелей на электрическую прочность изоляции// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2004. - №9. - С.14–17
28. Соколов Ю.А. Автоматизация процесса литья изделий с направленной и монокристаллической структурой// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2003. - №4. - С.27–28
29. Сажин С.Г. и др. Оптимизация процесса получения нефтеполимерных смол на основе АСУ// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2003. - №3. - С.12–13
30. Кижаяев С.А. Автоматизация процесса сушки кабелей с бумажной изоляцией// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2004. - №1. - С.12–15

31. Кижаяев С.А. Автоматизация процесса стабилизации шага скрутки проводов в сердечник и его диаметра// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2004. - №5. - С.13–16
32. Смышляев П.В. Микропроцессорная система управления термокамерами// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2003. - №6. - С.18–19
33. Аллаяров О.Н. и др. АСУТП станции защитных атмосфер// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2003. - №8. - С.15–16
34. Жуманиязов Р.С. и др. Система управления дозаторами на базе TRACE MODE// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2003. - №5. - С.24–26
35. Балин Н.И. и др. Система управления резервуарными парками переработки и хранения нефтепродуктов// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2002. - №7. - С.14–19
36. Луконин В.П. Автоматизированная система активного контроля утечек с лимитированным воздействием на технологический процесс// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2002. - №7. - С.47–51

#### Теми по хімічному виробництву:

1. Шувалов В.В., Огаджанов Г.А., Голубятников В.А. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. – М.: Химия, 1991. - 480 с.
2. (661 А22) Автоматизация управления сернокислотным производством. – М.: Химия, 1975.
3. (661 Т92) Тхоржевский В.П. Автоматический контроль в производстве серной кислоты фосфорных и сложных удобрений. – М.: Химия, 1980.
4. (661 А22) Автоматизация хлорных производств/ Лошакин И.Л. и др. – М.: Химия, 1975.
5. (621.35 О39) Огородник А.В. Автоматическое управление электрохимическими производствами. – К.: Техника, 1974.
6. (666.3 М80) Мороз И.И., Леенсон А.И. Автоматизация тепловых процессов в производстве стеновой керамики – К.: Будивельник, 1970.
7. (666.1 А22) Автоматизация предприятий стекольной промышленности/ Под ред. Г. Бретфельда. – М.: Стройиздат, 1985.
8. (666.1 У74) Усвицкий М.Б. Автоматизированное управление процессами производства стекла. – Л.: 1975.

#### Теми по автоматизації цукрового виробництва:

1. Волошин З.С., Макаренко Л.П., Яцковский П.В. Автоматизация сахарного производства. – М.: Агропромиздат, 1990. – 380 с.

## Теми по різним областям застосування:

1. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

2. Ванько В., Столярчук П. Проблеми контролю якості електроенергії в електричних мережах. // Журнал “Вимірювальна техніка і метрологія”, Л., № 58, 2001, с. 47 – 55.

3. Голиков И., Казанцев Т. Система централизованного доступа в помещения ДРІ-ЦСКД// Современные технологии автоматизации. – 1998. - №4. – С.44-46.

4. Коняхин В. Сезам, откройся!!! Современные технологии автоматизации. – 1996.- №1. – С.65-67.

5. Елисеев В. Комплекс технических средств для автоматизации процессов взвешивания и дозирования// Современные технологии автоматизации. – 1999. - №1. –С. 36 – 38.

6. Адаменко И., Фоменко Е. Учет сырья и готовой продукции// Современные технологии автоматизации. – 2001. - №4. –С. 6 – 10.

7. Елизаров В.А., Львин М.Е., Сахаров В.П. Автоматизированные системы управления на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1983.

8. Молчанов А.А. Моделирование и проектирование сложных систем. – К.: Вища школа, 1988.

9. Разработка САПР. В 10 кн. Кн. 5. Организация диалога в САПР: Практик. пособие / В. И. Артемьев, В. Ю. Строганов. – М.: Высш. шк., 1990. – 158 с.

10. Разработка САПР. В 10 кн. Кн. 7. Графические системы САПР: Практик. пособие / В. Е. Климов. – М.: Высш. шк., 1990. – 142 с.

11. Организационные вопросы автоматизации управления (перевод с английского Глушкова В. М.)- М.: Экономика, 1972

12. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. - М.: Мир, 1980

13. Шрайберг Я.Л., Гончаров М.В. Справочное руководство по основам информатики и вычислительной техники. - М.: Финансы и статистика, 1990

14. Якубайтис Э.А. Информатика. Электроника. Сети. - М.: Финансы и статистика, 1989

15. Інструкція НБУ «Про порядок організації роботи обмінних пунктів на території України, вчинення й урахування валютно - обмінних операцій уповноваженими банками» №27 від 27.02.1995.

16. П.Нортон, П. Иао. Программирование на С++ в среде Windows. – К: Диалектика, 1993г.

17. Сысоев В.С. Компьютеры на узлах электросвязи: Обзор// Компьютерная телефония. – 2001. – №3. – с. 14 – 21.

18. Ковалёва В.Д., Телефония и системы автоматической коммутации, – М.: Связь, 1989.

19.Грязнов Ю.М. Городские телефонные станции – М.: Высшая школа, 1991.

20.Фиркович С. Автоматизация гидролизного производства и переработки сульфитных щелоков.- М.: «Лесная промышленность», 1967.-287с.

Теми по навчальним комп'ютерним системам:

1. Олссон Г., Пиани Д. – Цифровые системы автоматизации и управления. – С-Пб.: Невский диалект, 2001 – 557 с.

2. Папінов В.М., Суворін О.І. Лабораторний гібридний обчислювальний комплекс для дослідження елементів та пристроїв автоматики// Вісник Технологічного університету Поділля. – 2002 – с. 37 – 39.

3. Папінов В.М., Скидан Ю.А. Інструментальні засоби автоматизованого проектування комп'ютеризованих систем управління: Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 136 с.

4. Ионов И.П. Магнитные элементы дискретного действия. Основы расчета и проектирования/ Под редакцией П.А. Ионкина. – М.: Высшая школа, 1975. – 320с.

5. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни “Елементи та пристрої систем управління та автоматики”/ Укладачі: А.С. Васюра, В.М. Папінов. – Вінниця: ВДТУ, 2000. – 48 с.

6. Моделирование и основы автоматизированного проектирования приводов: Учебн.пособие для студентов высш.учебн.заведений/ Под ред. В.Г.Стеблова. - М.: Машиностроение, 1989. – 324 с.

7. Вейц В.Л., Царев В.Г. Динамика и моделирование электромеханических приводов. - М.: Машиностроение, 1992. – 280 с.

8. Гостев В.И. Системы управления с цифровыми регуляторами: Справочник. – К.: Тэхника, 1990. – 280 с.

9. Цифровые электромеханические системы \ В. Г. Каган и др. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

10. Домрачев В. Г., Смирнов Ю. С. Цифроаналоговые системы позиционирования (Электромеханотронные преобразователи). – М.: Энергоатомиздат, 1990.

11.Соловов А.В. Проектирование компьютерных систем учебного назначения: Учебное пособие. - Самара: СГАУ, 1995. – 340 с.

12.Подготовка и проведение учебных курсов в заочно - дистанционной форме обучения. Методические рекомендации преподавателям/ Под ред. проф. И.А. Цикина. – СПб: из-во СПбГТУ, 2000. – 34с.

13.Прокунцев А.Ф., Максимова Е.С. Бесконтактная передача и обработка информации с вращающихся изделий. – М.: Машиностроение, 1985.– 80 с.

14.Гусев В.Г., Андрианова Л.П. Индуктивные и магнитомодуляционные преобразователи для передачи информации с вращающихся объектов. – М.: Энергия, 1979. – 86 с.

15.Електромагнітні елементи та пристрої СУА. Навчальний посібник/ Васюра А.С. – Вінниця: ВДТУ, 1999 . – 146с.

16.Келим Ю.М. Электромеханические и магнитные элементы систем автоматики: Учебник для средних специальных заведений. – М.: Высшая школа, 1991. – 304 с.

17.Балашов Е.П., Атанасов Д.Х. Накопители информации с подвижным носителем. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 346 с.

18.Гитлиц М.В. Магнитная запись в системах передачи информации. – М.: Радио и связь, 1981. – 304 с.

19.Найвельт Г.С. и др. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник/ Г.С. Найвельт, К.Б. Мазель, Ч.И. Хусаинов и др.; Под ред. Г.С. Найвельта. – М.: Радио и связь, 1985. – 576 с.

20.Шишкин С. Импульсные стабилизаторы на микросхеме TL494// Схемотехника. – 2002. – №12. – с. 13 – 16.

## 4 ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

- об'єм основної частини пояснювальної записки - не менше 50 аркушів;
- інтервал 1,5; шрифт №14 Times New Roman;
- аркуші з рамкою;
- поле тексту (від рамки): зверху – 10-15 мм; зліва та справа – 5-10 мм, знизу – 10-15 мм.

### 4.1 Типова тема курсового проекту

*“Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління (контролю, моніторингу і т.д.) технологічним процесом (назва процесу, технологічної установки, виробничої ділянки або ще щось)”.*

### 4.2 Типовий зміст

#### пояснювальної записки до курсового проекту

Титульний лист

Індивідуальне завдання (в зміст не входить)

Анотація (*\*на укр., рос. та англ. мовах; в зміст не входить*)

Вступ (*\* об'єм 1-2 сторінки*)

1 Аналіз об'єкту управління. Розробка технічного завдання

1.1 Дослідження технологічного процесу, що підлягає автоматизації (*\*опис ТП, нормативні параметри...*)

1.2 Аналіз типової системи автоматизації (*\*на основі функціональної схеми автоматизації - ФСА*) або Аналіз існуючої системи управління (*\*на основі опису в журнальній статті*)

1.3 Формування напрямків подальшого проектування. Розробка технічного завдання (*\*ТЗ у вигляді окремого документу наводиться в додатку А*)

2 Розробка структурної схеми системи управління (*\*сама схема у вигляді рисунку наводиться в тексті цього розділу*)

- 3 Вибір програмно-апаратних засобів автоматизації. Розробка функціональної схеми автоматизації
  - 3.1 Вибір інструментальної системи автоматизованої розробки (*\*обґрунтований вибір SCADA-системи*)
  - 3.2 Вибір апаратних засобів автоматизації (*\*обґрунтовується вибір та наводиться опис таких засобів, як датчики, модулі чи плати введення/виведення, контролери, виконавчі механізми, засоби комутації та комунікації тощо*)
  - 3.3 Розробка функціональної схеми автоматизації (*\*сама схема у вигляді креслення наводиться у додатку Б*)
- 4 Розробка програмного забезпечення для обробки інформації
  - 4.1 Розробка архітектури програмного забезпечення
  - 4.2 Розробка окремих програмних модулів (*\*текстові чи графічні листинги програм наводяться у додатках*)
- 5 Розробка програмного забезпечення графічного інтерфейсу оператора (чи диспетчера) (*\*зображення вікон графічного інтерфейсу наводяться у додатках*)
- 6 Розробка програмного забезпечення формування звітності
- 7 Розробка програмного забезпечення Web-сайту системи управління (не обов'язково)

Висновки

Література

Додатки

Додаток А (обов'язковий) – Технічне завдання на курсове проектування

Додаток Б (обов'язковий)– Комп'ютеризована система управління. Схеми автоматизації функціональна

Додаток В (обов'язковий) – Лістинг програми (*\*наприклад, лістинг програми "Control" у вікні редактора FBD-програми*)

Додаток Г (обов'язковий)– Графічний інтерфейс (*\* наприклад, вікна редактора представлення даних системи Трейс Моуд*)

### **4.3 Типовий зміст технічного завдання на курсове проектування**

*(\*додаток А)*

Титульний лист (*\*з підписами керівника КП та студента-виконавця*)

*Обов'язкові розділи ТЗ:*

1. Основні характеристики об'єкту управління
2. Умови експлуатації проектованої комп'ютеризованої системи
3. Вихідні параметри об'єкту, що підлягає регулюванню
4. Параметри об'єкту, що підлягають вимірюванню або контролю
5. Управляючі діяння та місце їх прикладення
6. Дії оператора у разі виникнення аварійних ситуацій
7. Основні екранні форми графічного інтерфейсу
8. Вимоги до форм звітності

*Необов'язкові розділи ТЗ:*

9. Вимоги до Web-сайту комп'ютеризованої системи



## 5 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Функціональна схема автоматизації (ФСА) розробляється згідно до вимог ДЕСТ 21.404-85. Ця схема показує функціональний склад системи автоматизації конкретного технологічного процесу.


На схемі наводяться спрощене зображення обладнання технологічного процесу і умовні графічні позначення (УГП) усіх засобів автоматизації, які необхідні для утворення системи автоматизації цього процесу. Засоби автоматизації можуть бути реалізованими або апаратним, або програмним шляхом. УГП доповнюються спеціальними буквеними позначеннями і позиційними позначеннями.

(\*див. приклади виконання ФСА у файлах *Visio*).

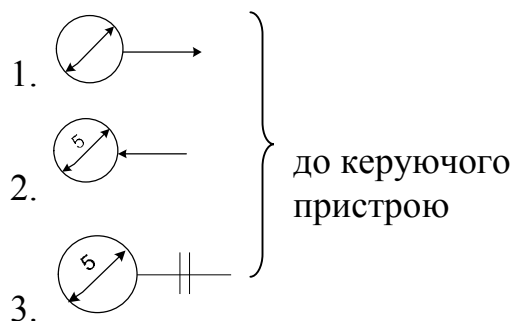
УГП розміщуються на ФСА в трьох основних зонах:

- біля спрощених зображень технологічного обладнання (датчики, виконавчі механізми,...)
- у верхньому рядку спеціальної таблиці, яка називається “Прилади по місцю” (засоби зв’язку з об’єктом, пристрої дистанційної передачі даних)
- в нижньому рядку спеціальної таблиці, яка називається “Прилади на пульті”.

Розглянемо УГП засобів автоматизації.

Всі засоби, що розміщені на обладнанні або по місцю (крім виконавчих механізмів), позначаються у вигляді кола  діаметром 10мм.

Виконавчі механізми (ВМ) позначаються колом меншого діаметру:

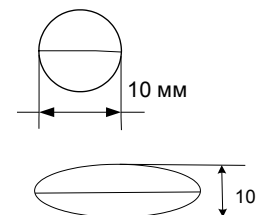


ВМ після зняття електричного сигналу від керуючого пристрою:

1. закриває регулюючий орган;
2. відкриває регулюючий орган;
3. залишає регулюючий орган в тому ж самому стані

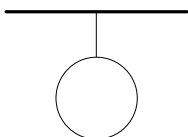
Засіб автоматизації на пульту позначається так:

Допускається і таке позначення:

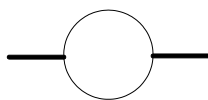


Позначення підключення датчиків:

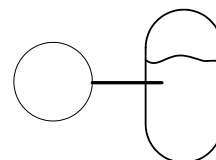
Трубопровід



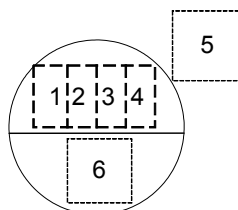
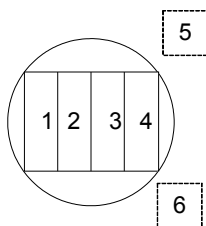
або



або



Буквені позначення на умовних позначеннях засобів автоматизації розміщуються у п'яти зонах 1-5, а позиційне позначення – у зоні 6.



Зліва наведене УГП пристрою, який монтується на технологічному обладнанні або по місцю, а справа – пристрою, який монтується на пульті оператора (диспетчера).

Для буквених позначень використовують великі літери латинського алфавіту.

Зона 1 – позначення основної фізичної величини, яка вимірюється, контролюється або регулюється.

D – щільність;

E – будь-яка електрична величина;

F – витрати;

G – розмір, положення, переміщення;

H – ручне управління;

K – час і часові параметри;

L – рівень;

M – вологість;

P – тиск;

Q – якість (склад, концентрація);

R – радіоактивність;

S – швидкість, частота;

T – температура;

U – декілька різнорідних фізичних величин;

V – в'язкість;

W – маса;

A, B, C, I, N, O, Y, Z – резервні літери для позначення фізичних величин, які не описані в ДЕСТ;

X – не рекомендується для використання.

Зона 2 – додаткове буквене позначення, що уточнює параметр основної фізичної величини.

D чи d – різниця перепадів;

F чи f – відношення, доля, дріб;

I – автоматичне переключення;

Q чи q – інтегрування, підсумовування у часі.

Зона 3 – позначення основних функціональних ознак пристрою (може мати декілька букв).

A – сигналізація;

I – показання;

R – реєстрація;

C – регулювання, управління;

S – включення, виключення, переключення;

H – верхня границя вимірюваної величини;

L – нижня границя вимірюваної величини.

Якщо треба застосувати кілька букв, то вони розміщуються в такому порядку: I-R-C-S-A.

Зона 4 – додаткові буквені позначення функціональних ознак пристрою:

E – чутливий елемент;

T – дистанційна передача;

K - станція управління;

Y – обчислювальні функції, перетворення.

Зона 5 – додаткові буквені позначення характеристик роботи пристрою:

Характеристика пристрою за видом енергії:

E – електричний;

P – пневматичний;

G – гідравлічний.

Характеристика пристрою за формою сигналу:

A – аналоговий;

D – дискретний;

Характеристика пристрою за виконуваним перетворенням вхідного сигналу:

$\Sigma$  - підсумовування;

K – множення на сталий коефіцієнт K;

X – множення 2-ох і більше сигналів;

: - ділення;

$f^n$  - піднесення до степеня;

lg – обчислення логарифму;

$dx/dt$  – обчислення похідної;

$x(-1)$  – зміна знаку сигналу.

Зона 6 – позиційне позначення пристрою на ФСА (для складення специфікації)

Позиційне позначення засобу автоматизації складається з двох цифр, розділених рискою, наприклад, 3-6. Де перша цифра (3) ставиться як позиційне позначення основного контуру регулювання або кола вимірювання, до якого відноситься цей пристрій (наприклад, контур регулювання рівня, коло вимірювання вихідних витрат і т.д.). Нумерація цих контурів та кіл виконується у такому порядку: зліва направо та зверху вниз, починаючи з верхнього лівого кута креслення. Друга цифра позначення (6) означає порядковий номер пристрою в даному контурі чи колі. Нумерація починається з чутливого елемента або іншого джерела вхідної інформації (вхідних сигналів чи даних).

## 6 МОЖЛИВІ ВАРІАНТИ ВИКОНАННЯ СТРУКТУР АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ КСУ

Апаратну частину проектованої КСУ будемо створювати тільки на основі тих засобів, які підтримує обрана SCADA.

**Варіант 1.** Збір даних і вивід керуючих сигналів здійснюється за допомогою убудованих плат введення/виведення (наприклад, плати PCL – плати введення/виведення фірми Advantech; див. каталог фірми Advantech, глава 10, зведена таблиця 10-4, 10-5).

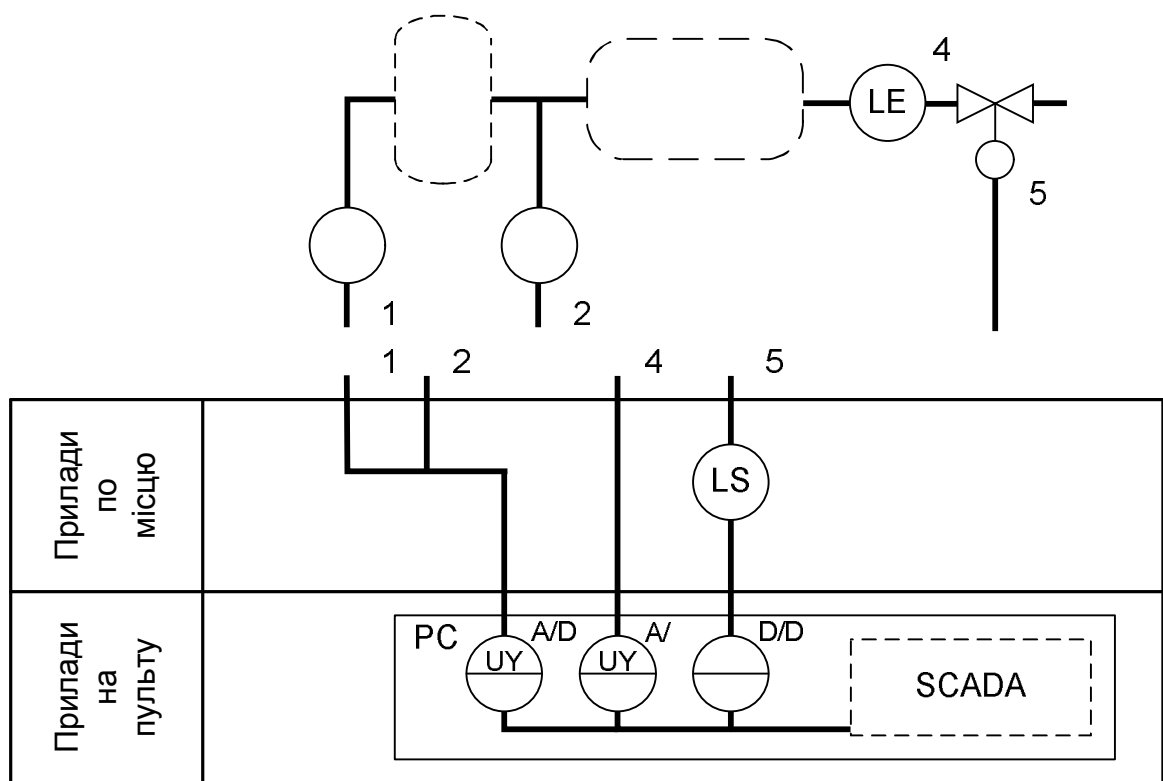


Рисунок - Приклад виконання функціональної схеми автоматизації для варіанта 1 структури КСУ

## Варіант 2. Структура КСУ на основі промислового контролера.

Візьмемо за основу структури контролер MIC-2000 (див. каталог фірми *Advantech*, глава 14). Контролер розташовуємо по місцю (біля обладнання) і зв'язуємо з комп'ютером оператора через послідовну симетричну лінію RS-485 (мережний варіант лінії RS-232). Максимальна довжина лінії, виконана у вигляді кручений пари, досягає 1200 метрів. На одному відрізку можна розташовувати 32 джерела й приймача даних. Можна збільшити мережу шляхом застосування мережного повторювача ( ADAM-2760). Максимальна кількість пристроїв такої мережі може досягати 256.

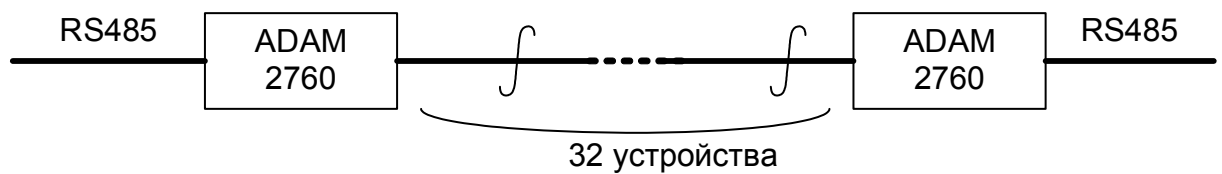


Рисунок - Спосіб розширення мережі RS-485 за рахунок повторювачів ADAM-2760

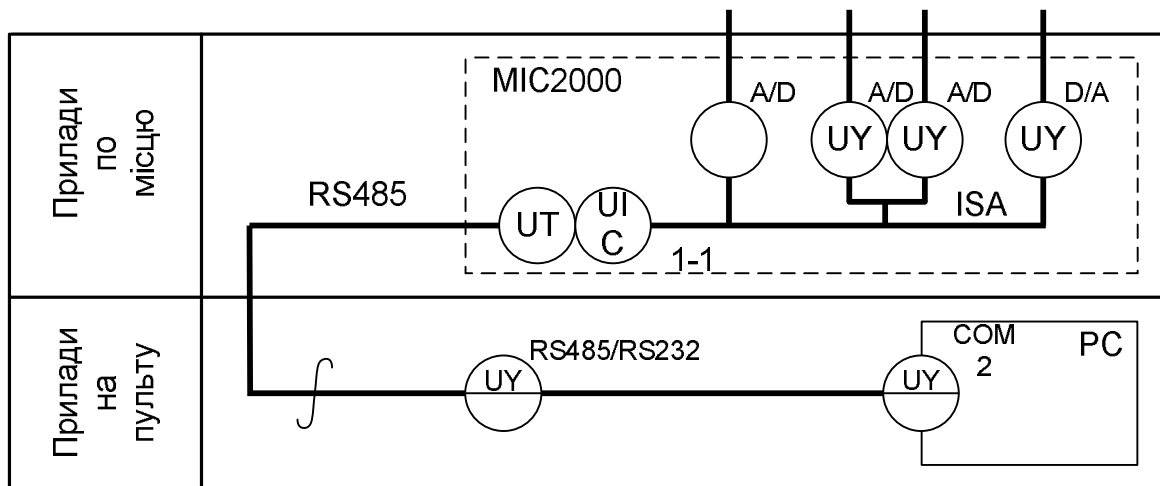


Рисунок - Приклад виконання функціональної схеми автоматизації для варіанта 2 структури КСУ

**Варіант 3.** Структура КСУ виконується на основі модулів вилученого збору даних (віддалений ПЗО). Прикладом таких ПЗО є модулі фірми Advantech серій ADAM-4000 або ADAM-5000, (див.каталог фірми Advantech, глава 12 – ADAM-4000, глава 13 – ADAM-5000).

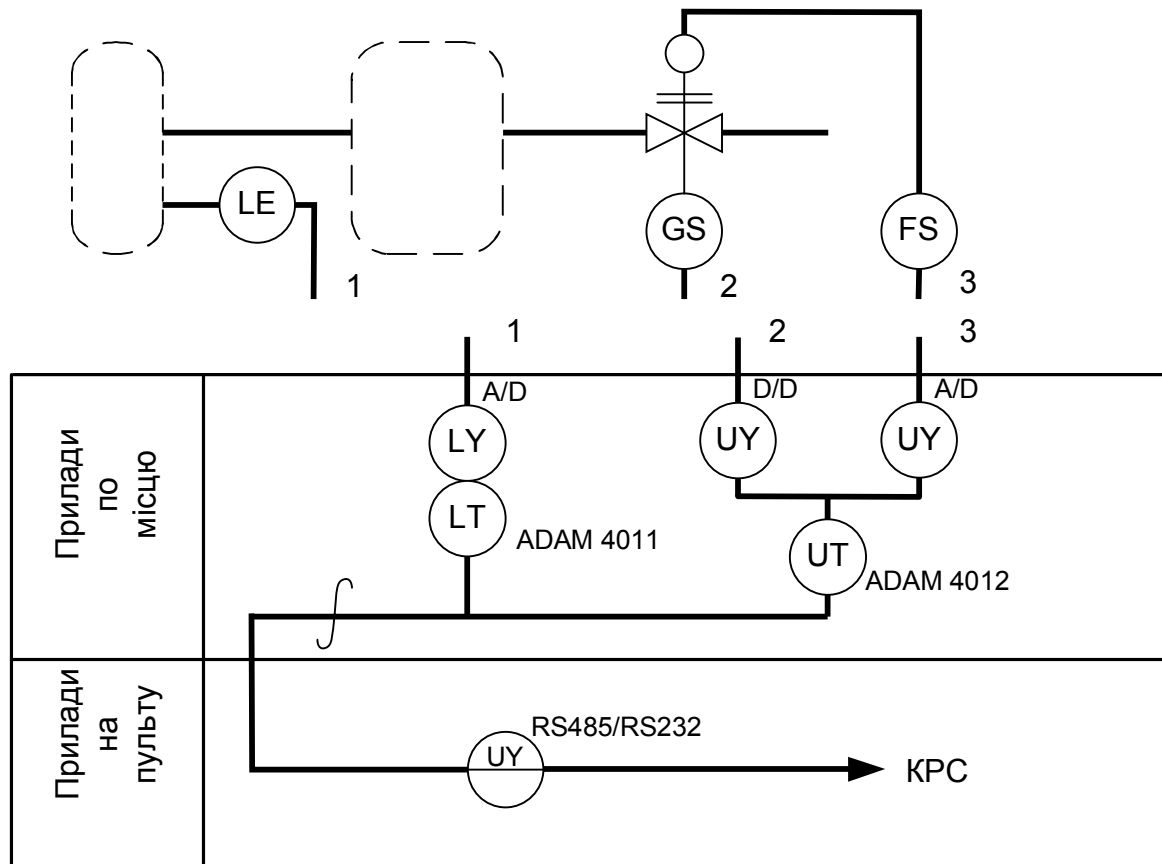


Рисунок - Приклад виконання функціональної схеми автоматизації для варіанта 3 структури КСУ

Модуль ADAM - 4012 має один канал дискретного введення й два канали дискретного виведення.

**Варіант 4.** Використання польових шин і відповідних їм контролерів і модулів ПЗО.

**Варіант 5.** Використання локальної мережі для збору даних і керування (наприклад, Trace Mode підтримує такі мережі : CAN, Ethernet, Arcnet, TokenRing).

**Варіант 6.** Збір даних і керування через модем і через радіоканал.

**Варіант 7.** Керування через Інтернет (з використанням Web-Активатора).

# 7 ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ НА ОСНОВІ SCADA TRACE MODE 5.06

Тема: «Розробка на основі SCADA-системи комп'ютеризованої системи управління двоємнісним накопичувачем рідини»

Додаток А

## 7.1 Технічне завдання на курсове проектування

### 1.Опис технологічного процесу

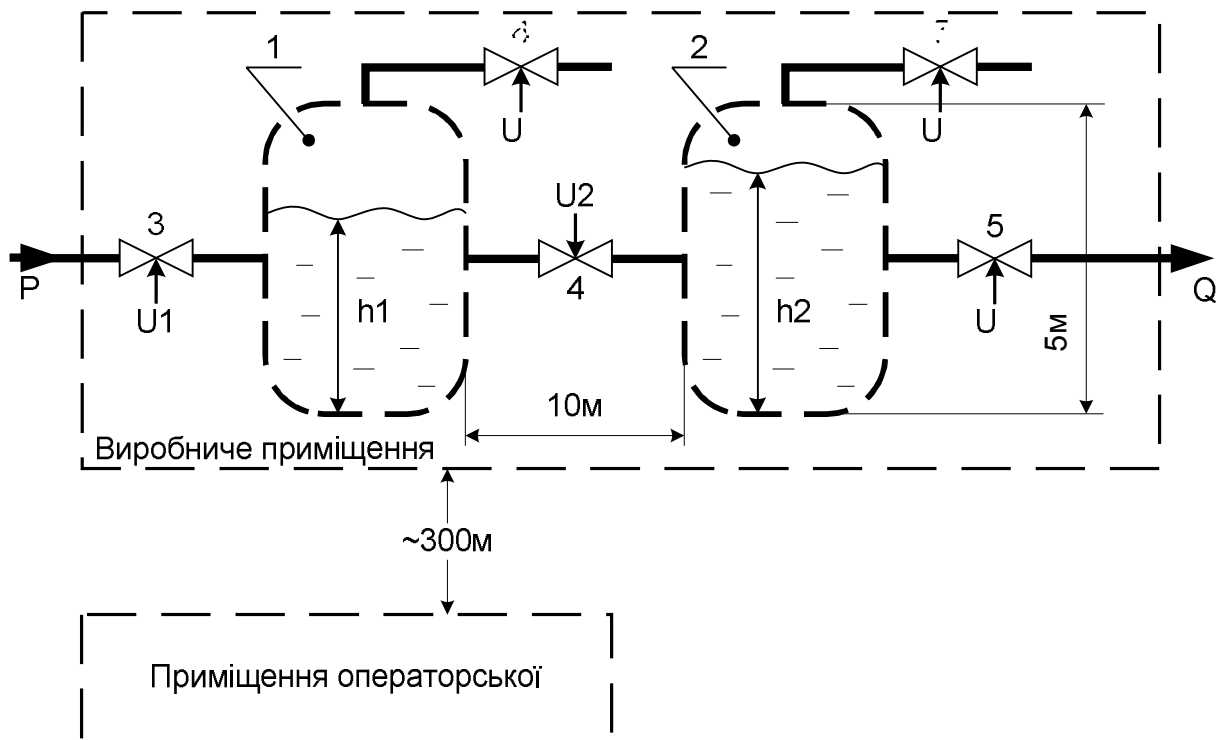


Рисунок 1 – Технологічна схема накопичувача рідини

Двоємнісний накопичувач рідини, призначений для утворення запасу рідини при її безперервній подачі до технологічного обладнання. На технологічній ділянці встановлені ємності 1 і 2, які з'єднані трубопроводом з вентилем 4. На вхід ємності 1 через вентиль 3 подається рідина під тиском  $p$ . Відбір рідини з ємності 2 здійснюється шляхом її вільного витікання через



вентиль 5. Кожна ємність може бути з'єднаною з атмосферою через вентилі 6 та 7.

## 2. Умови експлуатації проекрованої системи

Частина обладнання встановлена по місцю, тобто на технологічній ділянці. Вона відноситься до неопалювальних приміщень. Основні умови на ділянці такі:

- температура навколишнього середовища від мінус  $40^{\circ}\text{C}$  до плюс  $60^{\circ}\text{C}$ ;
- відносна вологість повітря до 93%;
- ударні навантаження: немає;
- вібрація:
  - \*частотою від 10 до 30 Гц;
  - \*віброприскорення: до  $19,6 \text{ м/с}^2$ ;
  - \* лінійне прискорення: відсутнє.
- понижений атмосферний тиск: до 61 кПа;
- додаткові умови: можливе утворення роси та інею, виникнення дії дощу та повітряно-пилових потоків.

Друга частина обладнання встановлена в приміщенні операторської. Воно відноситься до опалювального приміщення з такими умовами:

- температура навколишнього середовища від плюс  $10^{\circ}\text{C}$  до плюс  $50^{\circ}\text{C}$ ;
- відносна вологість повітря до 93%;
- ударні навантаження: немає;
- вібрація:
  - \*частотою від 10 до 30 Гц;
  - \*віброприскорення: до  $19,6 \text{ м/с}^2$ ;
  - \* лінійне прискорення: відсутнє.

## 3. Вихідні параметри, що підлягають регулюванню

Вихідними змінними об'єкту, що підлягають регулюванню є рівні рідини  $h_1$  і  $h_2$  у баках 1 і 2.

Для баку 1 номінальне значення  $h_{10}=2$  м, а допустимі границі зміни рівня  $h_{1\min}=1$  м,  $h_{1\max}=3$  м.

Для баку 2  $h_{20}=1$  м,  $h_{2\min}=0,5$  м,  $h_{2\max}=2$  м.

#### 4. Параметри об'єкту, що підлягають контролю або вимірюванню

Змінними збуреннями, що впливають на якість регулювання є тиск у вхідному трубопроводі  $p$  та витрати рідини  $Q$  у вихідному трубопроводі. Саме ці параметри необхідно вимірювати та регулювати.

Номінальне значення тиску:  $p_0=0,035$  МПа,  $p_{\min}=0,02$  МПа,  $p_{\max}=0,05$  МПа.

Номінальні значення витрат:  $Q_0=4 \times 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с,  $Q_{\min}=10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с,  $Q_{\max}=6 \times 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с.

#### 5. Управляючі діяння та місце їх прикладання

Регулювання рівня  $h_1$  здійснюється за допомогою вентиля 3 з електричним виконавчим механізмом шляхом подачі на нього управляючого діяння  $U1$  від відповідного регулятора. З опису технологічного процесу відомо, що в номінальному режимі управляюче діяння  $U1_0=30\%$  Х.Р.О. (% ходу робочого органу). У процесі регулювання можлива плавна зміна  $U1$  у діапазоні від  $U1_{\min}=0\%$  Х.Р.О. до  $U1_{\max}=100\%$  Х.Р.О.

Аналогічно для  $h_2$  управляючим діянням є  $U2$ , що подається на виконавчий механізм вентиля 4. Параметри цього сигналу:  $U2_0=55\%$  Х.Р.О., а границі його зміни від  $U2_{\min}=0\%$  Х.Р.О. до  $U2_{\max}=100\%$  Х.Р.О.

Витрати рідини  $Q$  на виході накопичувача встановлюються диспетчером «вручну» шляхом подачі сигналу управління  $U3$  на виконавчий механізм вентиля 5. Його параметри:  $U1_0=50\%$  Х.Р.О.,  $U3_{\min}=0\%$  Х.Р.О.,  $U3_{\max}=100\%$  Х.Р.О.

Для управління двома аварійними вентилями 6 та 7 призначені сигнали управління  $U4$  і  $U5$ , які формується диспетчером «вручну» (через екран монітору). Ці сигнали приймають тільки два дискретні значення:  $U4_3=0\%$  Х.Р.О. (вентиль 6 - закритий) та  $U4_6=100\%$  Х.Р.О. (вентиль 6 - відкритий), а також

$U_{5_3}=0\%$  Х.Р.О. (вентиль 7 - закритий) та  $U_{5_в}=100\%$  Х.Р.О. (вентиль 7 - відкритий)

#### 6. Дії оператора у разі виникнення аварійних ситуацій

У разі виходу рідини  $Q$  за встановлені границі оператор повинен шляхом формування «вручну» сигналу  $U_3$  встановити цей параметр.

При виході тиску  $p$  за границі норми оператор повинен: повідомити насосну станцію про аварію та «вручну» встановити аварійні значення параметрів регулятора рівня  $h_1$ .

#### 7. Основні екранні форми відображення технологічного процесу

З ергономічної точки зору графічний інтерфейс диспетчера повинен складатися з одного основного екрану та кількох додаткових.

На основному екрані відображується мнемосхема технологічного процесу та засоби сигналізації про аварійні події.

На першому додатковому екрані виводяться результати регулювання рівня  $h_1$ , зокрема, мнемосхема ємності 1 з технічною анімацією зміни рівня, тренди зміни у часі  $h_1$  та тиску  $p$ , стани вентилів 3 та 6, органи «ручного» управління вентилем 6 та встановлення «аварійних» параметрів регулятора рівня  $h_1$ .

На другому додатковому екрані наводяться аналогічні дані для ємності 2 та рівня рідини  $h_2$ .

#### 8. Вимоги до форм звітності

Система повинна автоматично формувати звіт про роботу накопичувача на протязі робочої зміни з 8.00 до 17.00.

До звіту вносяться такі дані:

- середній вхідний тиск рідини за зміну;
- середні витрати рідини на виході накопичувача за зміну;

– загальні витрати рідини на виході накопичувача за зміну.

Звіт виводиться на екран по вимозі оператора.

## 9. Вимоги до Web-сайту проектованої системи

Сайт створюється на сервері, що ієрархічно розміщений на верхньому рівні системи управління підприємством.

На сайті повинен відображатися графічний інтерфейс оператора системи управління накопичувачем.

Цей інтерфейс повинен бути пасивним для будь-кого, хто не має пароллю доступу до керування процесом. Тобто сайт в цьому випадку повинен виконувати тільки інформаційні функції.

Для тих відвідувачів сайту, хто має пароль доступу до керування накопичувачем, система повинна давати змогу виконувати тільки дозволені їм функції шляхом активації відповідних органів управління інтерфейсу оператора.

## 7.2 Текст основної частини пояснювальної записки

*(\*кожний розділ починається з нового аркуша)*

### 1 Аналіз об'єкту управління. Розробка технічного завдання

#### 1.1 Дослідження технологічного процесу, що підлягає автоматизації

*(\*опис технологічного процесу, що відбувається в накопичувачі, його нормативні параметри, статичні та динамічні характеристики, складність управління, взаємний зв'язок параметрів тощо)*

#### 1.2 Аналіз типової *(\*або існуючої)* системи автоматизації

*\* Даємо короткий опис принципу дії системи автоматизації, що описана у підручнику чи журнальній статті. Проводимо її аналіз.*

*Визначаємо недоліки, наприклад:*

*– точність регулювання основних параметрів недостатня, бо використовуються датчики та вимірювальні прилади з низькими метрологічними характеристиками;*

*– засоби автоматизації фізично та морально застаріли, не випускаються зараз серійно, тому ремонт власними силами вимагає великих зусиль, вони часто виходять з ладу, що веде до простою обладнання;*

*– контрольно-вимірювальні прилади розміщені на спеціальних щитах, вони мають низьку інформативну спроможність, розміщені у цеху в різних місцях, що не дозволяє диспетчеру швидко реагувати на їх сигнали;*

*– диспетчер повинен працювати у важких виробничих умовах, а не в окремому приміщенні диспетчерської;*

*– важко налаштувати та регулювати апаратуру, бо типова система побудована на засобах з жорсткою логікою дії (а не за програмою, яку можна легко змінити);*

– типова система має низьку якість комунікацій, що не дозволяє відносити контроль-вимірвальне обладнання на велику відстань (у спеціальну диспетчерську);

– сильний вплив електромагнітних полів та температури на передавання сигналів, що збільшує похибки вимірювання і керування.

– типова система не формує автоматично документи та звіти;

– вона не зв'язана з системою управління вищого рівня;

– в ній відсутні засоби розрахунку техніко-економічних показників;

– якість регулювання недостатня, бо не можна реалізувати складні алгоритми (нелінійні, адаптивні, статистичні, оптимальні тощо);

– вона не відповідає сучасним ергономічним умовам в плані інформативного забезпечення та якісної роботи диспетчера, немає ефективних засобів аварійної сигналізації.

### 1.3 Формування напрямків подальшого проектування. Розробка технічного завдання

(\*Вибираються та описуються шляхи усунення тих недоліків типової (існуючої) системи автоматизації, які визначені у попередньому підрозділі. Само ТЗ у вигляді окремого документу з кількісними показниками проекрованої системи наводиться в додатку А)

## 2 Розробка узагальненої структурної схеми системи управління

На основі розробленого ТЗ розробимо узагальнену структурну схему проектованої комп'ютеризованої системи, на якій за допомогою блоків відобразимо усі функції, що вона повинна виконувати, а також основні потоки даних (рисунок 2.1).

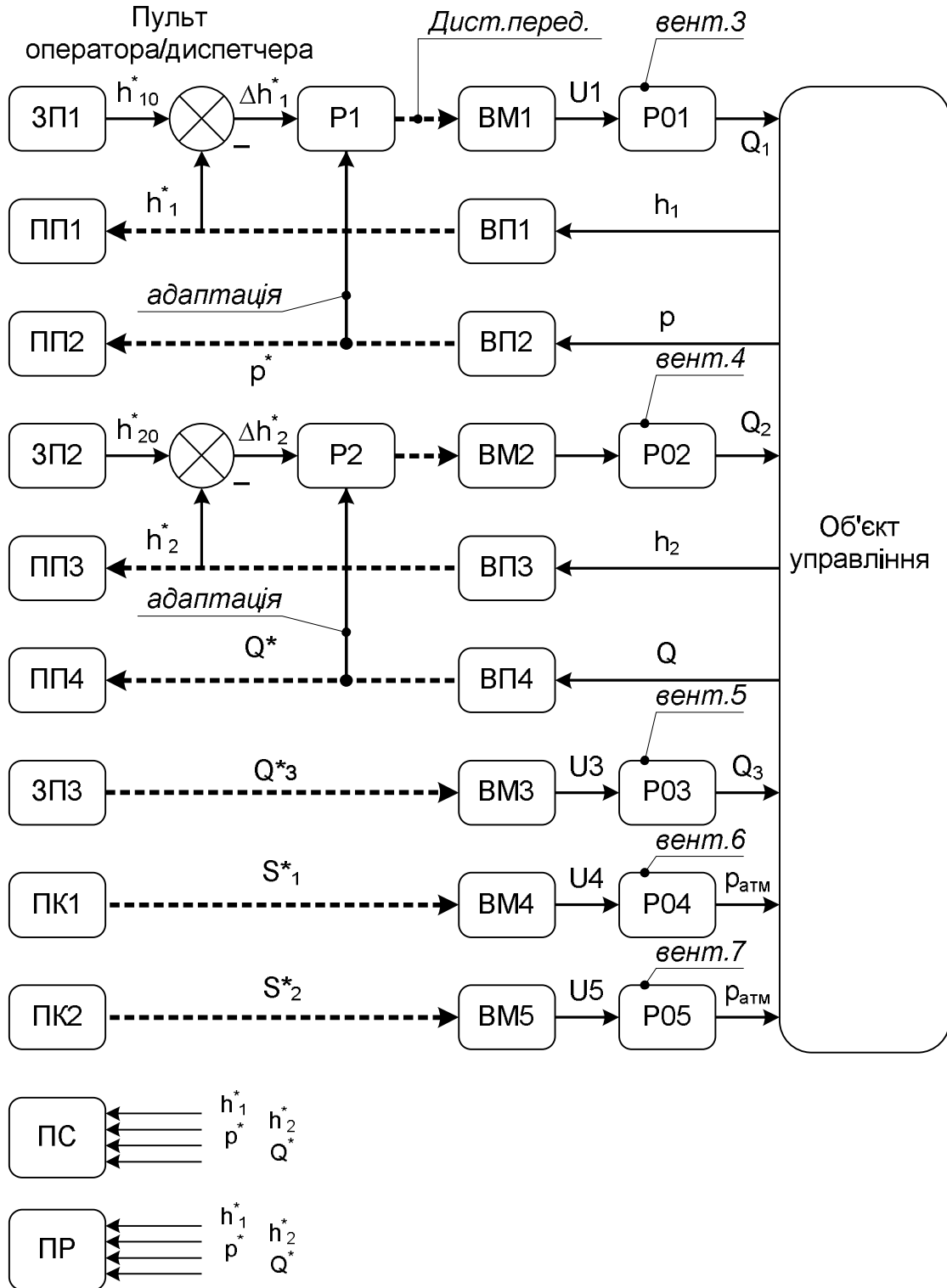


Рисунок 2.1 – Узагальнена структурна схема проектованої системи

На схемі використовуються такі позначення:

ЗП1 – пристрій, що задає, номінальне значення рівня  $h_1$ ;

Р1 – регулятор рівня рідини  $h_1$  в ємності 1;

ВМ1 – виконавчий механізм контуру регулювання рівня  $h_1$ ;

РО1 – регулюючий орган контуру регулювання  $h_1$  (вентиль 3);

ВП1 – вимірювальний пристрій рівня  $h_1$ ;

ПП1 – пристрій, що показує, рівня  $h_1$ ;

ВП2 – вимірювальний пристрій тиску  $p$ ;

ПП2 – пристрій, що показує, тиску  $p$ ;

ЗП2 – пристрій, що задає, номінальне значення рівня  $h_2$ ;

Р2 – регулятор рівня рідини  $h_2$  в ємності 2;

ВМ2 – виконавчий механізм контуру регулювання рівня  $h_2$ ;

РО2 – регулюючий орган контуру регулювання  $h_2$  (вентиль 4);

ВП3 – вимірювальний пристрій рівня  $h_2$ ;

ПП3 – пристрій, що показує, рівня  $h_2$ ;

ВП4 – вимірювальний пристрій витрат  $Q$ ;

ПП4 – пристрій, що показує, витрат  $Q$ ;

ЗП3 – пристрій, що задає, витрати рідини  $Q$  на виході накопичувача;

ВМ3 – виконавчий механізм вентиля 5;

РО3 – регулюючий орган (вентиль 5);

ПК1 – пристрій комутації для дискретної зміни стану вентиля 6;

ВМ4 – виконавчий механізм вентиля 6;

РО4 – регулюючий орган (вентиль 6);

ПК2 – пристрій комутації для дискретної зміни стану вентиля 7;

ВМ5 – виконавчий механізм вентиля 7;

РО5 – регулюючий орган (вентиль 7);

ПС – пристрій сигналізації;

ПР – пристрій реєстрації.

*\* далі дається опис роботи проектованої системи за цією структурною схемою*



### 3 Вибір програмно-апаратних засобів автоматизації. Розробка функціональної схеми автоматизації

#### 3.1 Вибір інструментальної системи автоматизованої розробки

*(\*обґрунтований вибір SCADA-системи для подальшого проектування системи управління і розробки її програмного забезпечення; матеріал можна взяти з електронного посібника Скидана Ю.А., Папінова В.М. “Інструментальні засоби автоматизації КСУ”)*

Для нашого прикладу вибір зупиняємо на системі Trace Mode (ТМ).

#### 3.2 Вибір апаратних засобів автоматизації

*(\*обґрунтовується вибір та наводиться опис таких засобів, як датчики, модулі чи плати введення/виведення, контролери, виконавчі механізми, засоби комутації та комунікації тощо)*

Вибираємо засоби вимірювання. Для цього складаємо таблицю усіх фізичних величин, що підлягають вимірюванню або контролю (таблиця 3.1).

З відповідних довідників вибираємо засоби вимірювання, які відповідають вимогам цієї таблиці, а також мають уніфіковані вихідні сигнали, що узгоджені з пристроями введення.

Для вимірювання рівня вибираємо радіо-імпульсний рівномір, що описаний в [...] (журнал «Приборы и СУ», №10, 1996, с.3-34).

Він має:

- діапазон вимірювання рівня, м .....від 0,15 до 30;
- похибка вимірювання при  $h=6$  м, см .....плюс/мінус1,5;
- діапазон робочих температур,  $С^0$  .....від мінус 40  
до плюс 45;
- вихідний уніфікований сигнал напруги, В .....від 0 до 10.

Рівномір складається з чутливого елемента, що монтується на технологічному об'єкті, та вторинного приладу.

Таблиця 3.1 - Перелік фізичних величин, що підлягають вимірюванню та контролю

Контур регулювання	Фізична величина	Діапазон вимірювання	Похибка вимірювання	Особливі вимоги
Рівня в ємності 1	рівень технологічної рідини	0 - 4 м	-	без контактність вимірювання
	тиск у вхідному трубопроводі	0,02 - 0,05 МПа	-	монтується на трубопроводі
Рівня в ємності 2	рівень технічної рідини	0 - 3 м	-	безконтактне вимірювання
	витрати рідини на виході	$10^{-3} - 6 \times 10^{-3}$ м <sup>3</sup> /с	-	-

Для вимірювання тиску у вхідному трубопроводі вибираємо кварцовий перетворювач тиску «Кварц - ДИ», АО «Центроприбор» (Росія).

Він має такі характеристики:

- діапазон вимірювання тиску рідин, кПа..... від 0 до 60;
- вихідний уніфікований сигнал струму, мА..... від 0 до 5;
- основна похибка, % не більше .....плюс/мінус 0,25;
- додаткова похибка від збільшення температури на 10<sup>0</sup>С, % .....0,1;
- напруга живлення, В .....від 24 до 36;
- умови експлуатації:
  - діапазон робочих температур, <sup>0</sup>С ..... від мінус 40 до плюс 80;
  - вологість не більше, % ..... 98;
  - термін служби, років ..... 12.

Для вимірювання витрат на виході накопичувача вибираємо датчик фірми Cole-Parmel Instrument, CO (США) [ 1 ].

Він має такі характеристики:

- діапазон вимірювання витрат рідини, л/хв.....від 0,01 до 400;
- основна похибка у % від повної шкали, .....плюс/мінус 1;
- вихідний уніфікований сигнал постійної напруги, В ...від 0 до 5;
- напруга живлення, В.....плюс/мінус 15.

Для вибору вихідних механізмів проектованої системи необхідно визначити основні характеристики регулюючих органів (вентилів), які приводяться до дії цими виконавчими механізмами.

В нашому прикладі такими регулюючими органами є вентиля 3, 4, 5, 6, 7. Складемо таблицю технічних характеристик цих регулюючих органів (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики регулюючих органів системи

Регулюючий орган	Контур регулювання	Необх.діапазон ходу рег., % Х.Р.О.	Необх.діап. переміщень вхідного валу РО	Момент опору обертанню валу РО, Н·м
вентиль 3	рівня в ємності 1	0 - 100	0 - 90 <sup>0</sup>	15
вентиль 4	рівня в ємності 2	-	-	-
вентиль 5	витрати на виході	0 - 100	0 - 180 <sup>0</sup>	25
вентиль 6	рівня в ємності 1	0 або 100	0 - 90	4
вентиль 7	рівня в ємності 2	0 або 100	0 - 90	4

З каталогу електричних виконавчих механізмів або довідників вибираємо ті, що задовольняють вимогам таблиці 3.2.

По-перше, усі виконавчі механізми повинні бути однооборотними. Тому вибираємо механізми типу МЕО (механізми електричні однооборотні). Момент, що розвиває цей механізм має бути більшим, ніж момент опору регулюючого органу.

Для вентилів 3, 4, 6, 7 вибираємо МЕО-16 (де 16 – max обертовий момент).  
Для нього існують такі діапазони повороту робочого важеля:

0,25 повного обороту ( $0 \dots 90^0$ );

0,63 повного обороту ( $0 \dots 226,8^0$ ).

Тому обираємо для вентилів 3, 4, 6, 7 МЕО 16-0,25. Для вентиля 5 обираємо механізм типу МЕО-40, який має ті самі діапазони: МЕО-40-0,63.

Керування цими механізмами виконується за допомогою контактних реверсивних пускачів типу ПБР – 2М. Його спрощена електрична функціональна схема зовнішніх кіл наведена на рисунку 3.1.

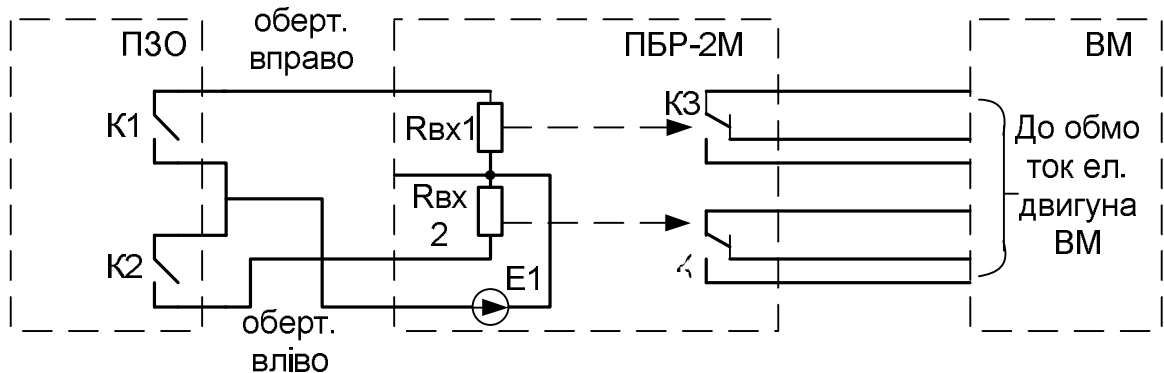


Рисунок 3.1 –Електрична функціональна схема зовнішніх кіл пускача ПБР-2М

Пускач керується зовнішніми контактами К1 та К2 пристрою зв'язку з об'єктом (наприклад, модуля дискретного виведення). В пускачі вбудоване джерело напруги  $E1=24В$ . Вихідні контакти К3 та К4 можуть бути реалізовані або у вигляді контактних реле або у вигляді тиристорів. Ці контакти змінюють підключення двох фаз обмоток електродвигуна виконавчого механізму ВМ до джерела живлення. При цьому змінюється напрямок його обертання (вліво або вправо).

У вибраних виконавчих механізмах типу МЕО обов'язково встановлюється датчик зворотного зв'язку, який вимірює положення вихідного важеля механізму, що діє на вхідний вал вентиля.

Існують два типи датчиків: БСП-10 (з індуктивним датчиком положення) і БСПР-10 (з реостатним датчиком положення).

Датчик БСП-10 має такі характеристики:

- робочий кут повороту, град .....0-90, 0-225;
- вихідний сигнал постійної напруги, мВ не більше ....625;
- нелінійні характеристики вх/вих., % не більше .....2,5;
- живлення змінною напругою, В.....12,0.

Датчик БСПР-10 має такі характеристики:

- кут повороту, град.....0-90, 0-240;
- повний опір реостату, Ом .....120;
- не лінійність, % не більше .....1,2;
- живлення постійною напругою, В не більше .....12.

Для нашого прикладу вибираємо датчик типу БСПР-10, який живиться напругою 10 В.

Тепер можна вибрати типи пристроїв віддаленого введення/виведення сигналів. Їх кількість буде визначатись не тільки кількістю сигналів, але і просторовим розміщенням об'єкту управління.

Для нашого прикладу доцільно розділити усі пристрої введення/ виведення сигналу на дві групи:

1. Пристрої, що обслуговують ємність 1 (група 1);
2. Пристрої, що обслуговують ємність 2 (група 2).

До групи 1 входять такі сигнали:

- аналогові сигнали для введення:
  - сигнал з датчика рівня  $h_1$  .....від 0 до плюс 10В;
  - сигнал датчика вхідного тиску  $p$  .....від 0 до 5мА;
  - сигнал датчика положення вентиля 3.....від 0 до 10В;
  - сигнал датчика положення вентиля 6.....від 0 до 10В;
- дискретні сигнали для виведення:
  - сигнал відкривання вентиля 3.....24 В;
  - сигнал закривання вентиля 3 .....24 В;

- сигнал відкриття вентиля 6.....24 В;
- сигнал закриття вентиля 6 .....24 В.

З довідкової літератури (наприклад, по каталогу фірми ADVANTECH, стр.12.8-12.9) вибираємо модулі введення/виведення. Для введення чотирьох аналогових сигналів вибираємо модуль ADAM-4017, який має 8 диференційних аналогових входів, кожний з яких можна налагодити на наступні діапазони:  $\pm 150$  мВ,  $\pm 500$  мВ,  $\pm 1$ В,  $\pm 5$  В,  $\pm 10$  В,  $0 \dots 20$  мА. На виході модуля буде формуватися 16-розрядний двійковий код, що відповідає вхідному аналоговому сигналу.

Для виведення дискретних сигналів для управління колами комутації обмоток електродвигунів виконавчих механізмів використовуємо модуль релейної комутації ADAM-4060, який має 4 вихідні канали. Навантажувальна спроможність цих каналів не перевищує 30 В постійної напруги зі струмом від 0 до 0,5 А.

Тепер розглянемо сигнали групи 2:

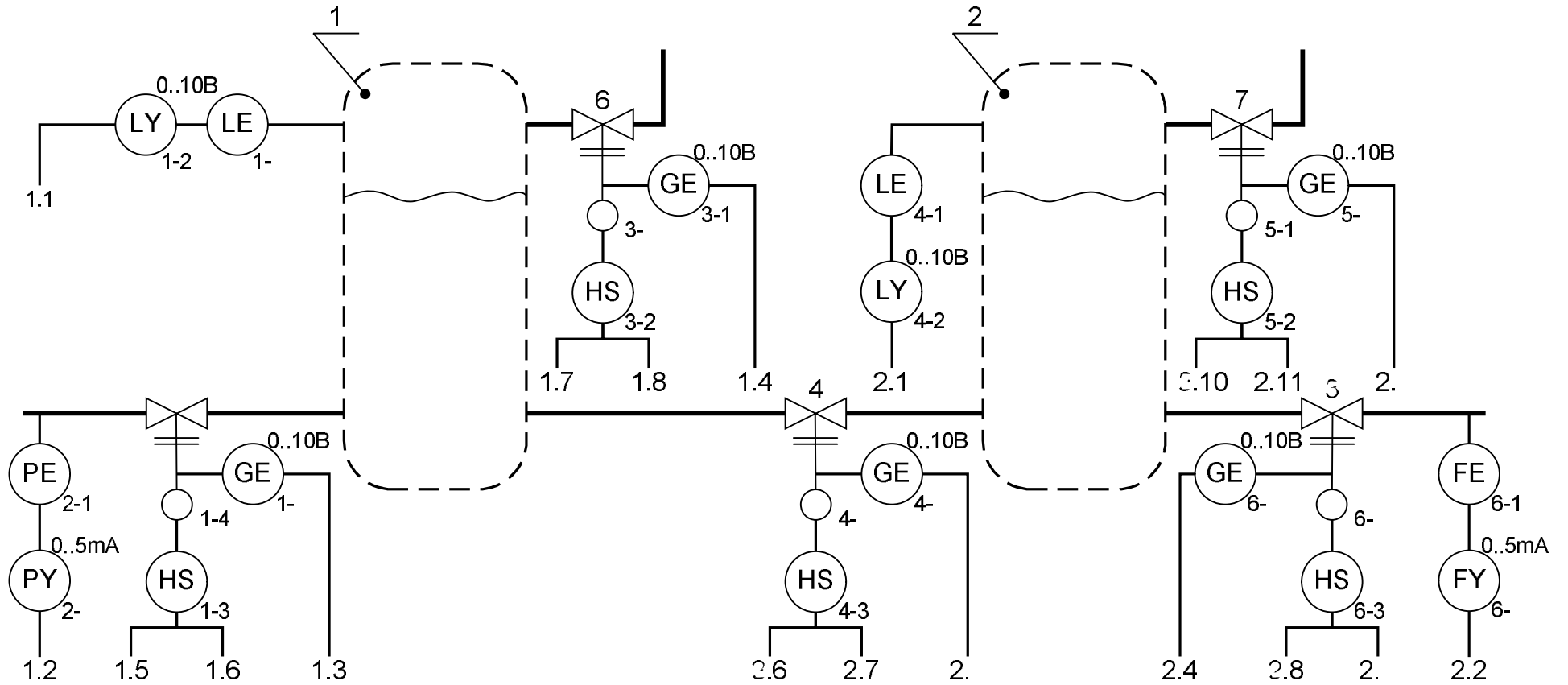
- аналогові сигнали для введення:
  - сигнал датчика рівня  $h_2$  ..... від 0 до 10В;
  - сигнал датчика вихідних витрат ..... від 0 до 5В;
  - сигнал датчика положення вентиля 4..... від 0 до 10В;
  - сигнал датчика положення вентиля 5..... від 0 до 10В;
  - сигнал датчика положення вентиля 7..... від 0 до 10В;
- дискретні сигнали для виведення:
  - сигнал відкриття вентиля 4..... 24 В;
  - сигнал закриття вентиля 4 ..... 24 В;
  - сигнал відкриття вентиля 5..... 24 В;
  - сигнал закриття вентиля 5 ..... 24 В;
  - сигнал відкриття вентиля 7..... 24 В;
  - сигнал закриття вентиля 7 ..... 24 В;

Тоді для введення аналогових сигналів вибираємо модуль аналогового введення типу ADAM-4017, а для виведення шести дискретних сигналів комутації вибираємо два модулі типу ADAM-4060.

### 3.3 Розробка функціональної схеми автоматизації

На основі апаратних та програмних засобів, що були вибрані у попередньому підрозділі, розробимо функціональну схему автоматизації накопичувача рідини (додаток Б).

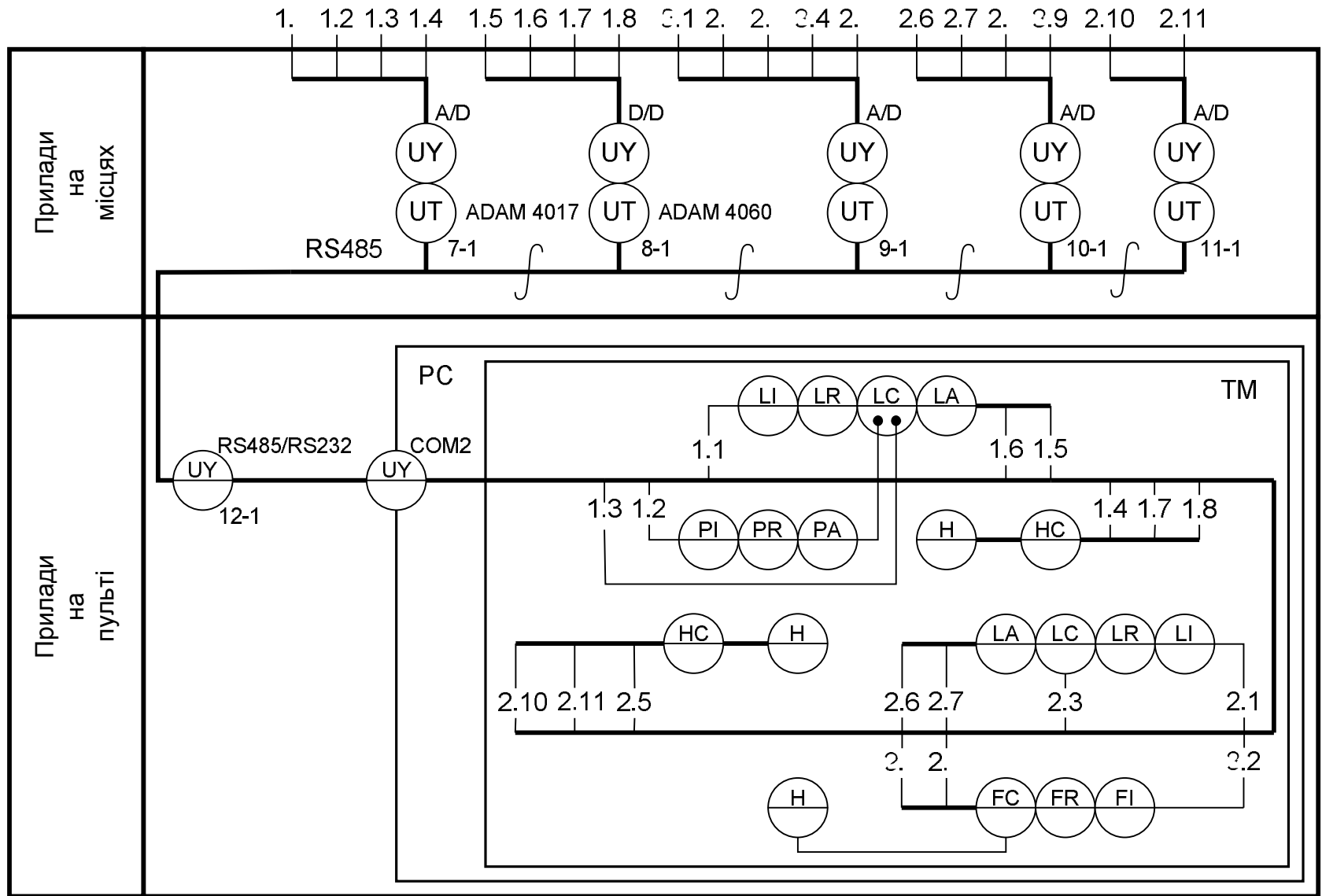
*\* Даються пояснення по цій схемі – які контури утворені, якими засобами вони утворені, як працюють.*



*\*Оформлюється у вигляді креслення з рамкою та великим штампом*



Продовження функціональної схеми



\*Оформлюється у вигляді креслення з рамкою та великим штампом

## 4 Розробка програмного забезпечення для обробки інформації

### 4.1 Розробка архітектури програмного забезпечення

*\* Розглянемо приклад розробки програмного забезпечення в середовищі SCADA–системи Trace Mode (TM).*

Розробка архітектури програмного забезпечення (ПЗ) в середовищі SCADA–системи Trace Mode передбачає визначення:

- складу вузлів (nodes) системи управління, на яких буде виконуватися це програмне забезпечення;
- структури об'єктів (objects) кожного вузла, яка є способом структурування бази каналів як самого вузла, так і системи управління в цілому;
- переліку каналів обробки інформації, що входять до складу кожного з визначених об'єктів ПЗ;
- переліку усіх необхідних FBD-програм обробки інформації, що вбудовуються в ці канали.

Для нашого прикладу структура проектованої системи будується на основі однієї операторської станції та групи модулів віддаленого введення/ виведення сигналів типу ADAM-4000. З цих пристроїв тільки операторська станція може програмуватися засобами SCADA–системи Trace Mode. Модулі же ADAM-4000 програмуються тільки через додаткові програми-утиліти, які постачаються разом з ними. Тому склад вузлів системи управління в редакторі бази каналів TM буде представлений тільки одним вузлом типу «великий МРВ», що є операторською станцією з встановленим на ній монітором реального часу (МРВ) системи TM.

Назвемо цей вузол “Supervisor”, тобто «оператор» чи «диспетчер».

На рисунку 4.1 показаний вигляд вікна вузлів редактора бази каналів TM з піктограмою цього вузла.

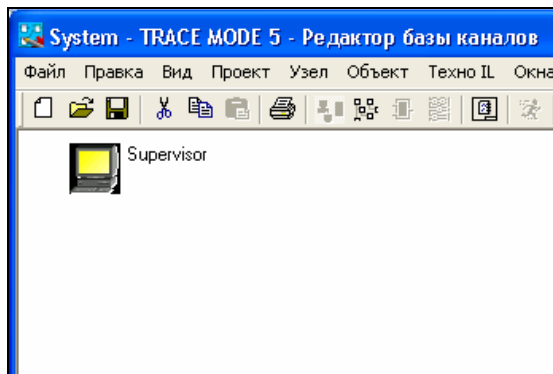


Рисунок 4.1 - Вікно вузлів редактора бази каналів ТМ  
з піктограмою вузла “Supervisor”

Тепер можна представити архітектуру ПЗ вузла “Supervisor” у вигляді структури його об’єктів, які, згідно до загального підходу до програмування, можна вважати програмними модулями. В системі ТМ об’єкти будуть охоплювати усі створені канали та FBD-програми, які необхідні для виконання функцій системи управління. Таке структурування ПЗ полегшує як процес поступової його розробки, так і подальший процес його налаштування.

У вікні об’єктів редактора бази каналів ТМ створимо два головних об’єкта «Ємність 1» та «Ємність 2», які будуть містити, відповідно, ПЗ для регулювання рівня рідини в ємності 1 та ємності 2 накопичувача. Крім того, створюємо об’єкт «Звітність», який буде містити ПЗ для обробки інформації, яка призначена для формування звіту про роботу системи (наприклад, розрахунок усереднених значень фізичних величин, що входять до звіту).

В проектованій системі введення та виведення сигналів здійснюється через групу модулів типу ADAM-4000. В плані розробки ПЗ вони являються або джерелами, або приймачами даних (інформації). Тому їх теж необхідно відобразити у вигляді відповідних об’єктів проектованого ПЗ. Це робиться через механізми настройки параметрів послідовних портів вузла “Supervisor” та установки зв’язку через його послідовний інтерфейс. Таким шляхом можна підключити через послідовний порт до вузла “Supervisor” два модуля аналогового введення типу ADAM-4017 та три модуля виведення дискретних сигналів комутації типу ADAM-4060.

Після підключення модулів піктограми їх об'єктів з'являються у вікні об'єктів ТМ. Назвемо ці об'єкти так: “ADAM-4017/1”, “ADAM-4017/2”, “ADAM-4060/1”, “ADAM-4060/2”, “ADAM-4060/3”.

Для кращого структурування ПЗ можна підпорядкувати об'єкт модуля “ADAM-4017/1” та об'єкт модуля “ADAM-4060/1” головному об'єкту «Ємність 1», а решту об'єктів модулів введення/ виведення – другому головному об'єкту «Ємність 2».

В результаті усіх цих дій отримаємо для вузла “Supervisor” структуру об'єктів проектованого ПЗ, яка наведена на рисунку 4.2.

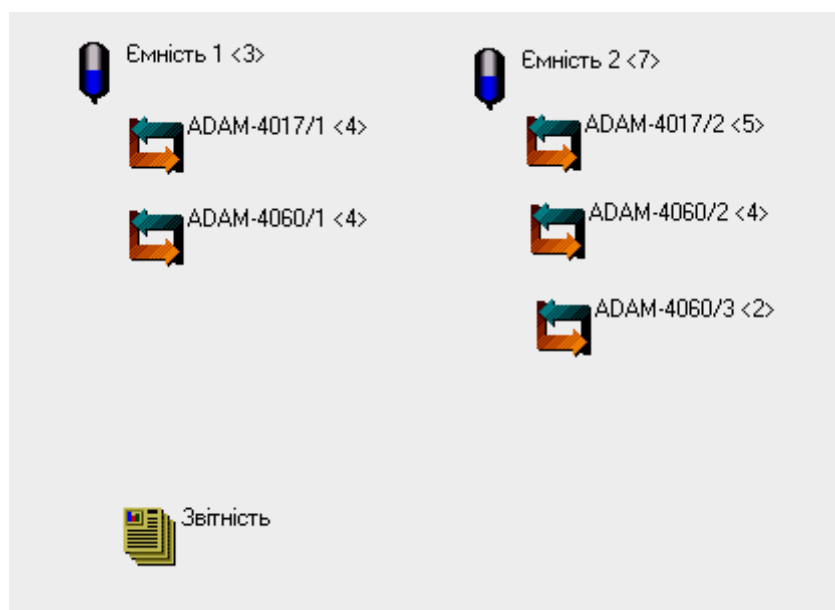


Рисунок 4.2 – Об'єкти проектованого ПЗ в редакторі бази каналів ТМ

Після розробки структури об'єктів ПЗ можна визначитися з переліком усіх необхідних каналів та FBD- програм обробки інформації, які повинні входити до складу цих об'єктів.

Попередній перелік необхідних каналів (бази каналів) можна визначити за допомогою простого графічного способу, який показаний на рисунку 4.3. На ньому показані основні канали введення та виведення інформації, а також основні процедури програмної її обробки.

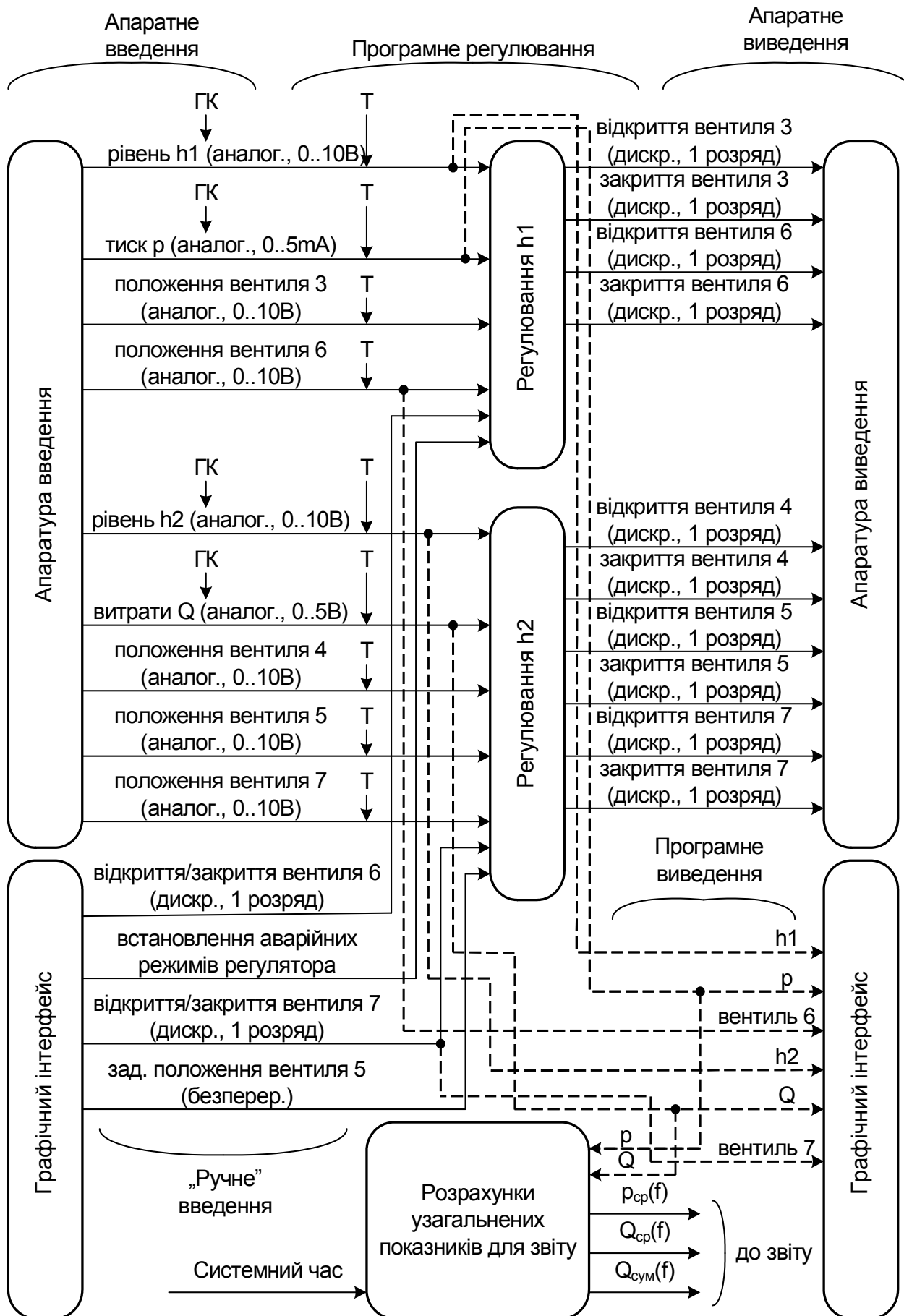


Рисунок 4.3 – Узагальнене графічне представлення бази каналів та процедур проєктованого ПЗ

На рисунку у вигляді стрілок показані основні канали передавання та обробки інформації, а у вигляді прямокутників – основні процедури ПЗ. На стрілках, які відображають канали апаратного введення чи виведення сигналів, показані характеристики цих сигналів (форма сигналу та його діапазон). На стрілках, які відображають канали програмного введення чи виведення інформації, також показана форма її представлення (дискретна чи безперервна).

Крім загальних процедур, таких як «Регулювання», «Графічний інтерфейс» та «Розрахунок узагальнених показників для звіту», на стрілках каналів показані необхідні проміжні програмні процедури – перевірка встановлених границь контролю (ГК) у конкретному каналі апаратного введення та трансляція (Т) апаратного значення цього каналу у реальне його значення.

Рисунок 4.3 можна було б виконати більш детально, якщо канали ТМ відображати не стрілками, а так, як показано на рисунку 4.4.

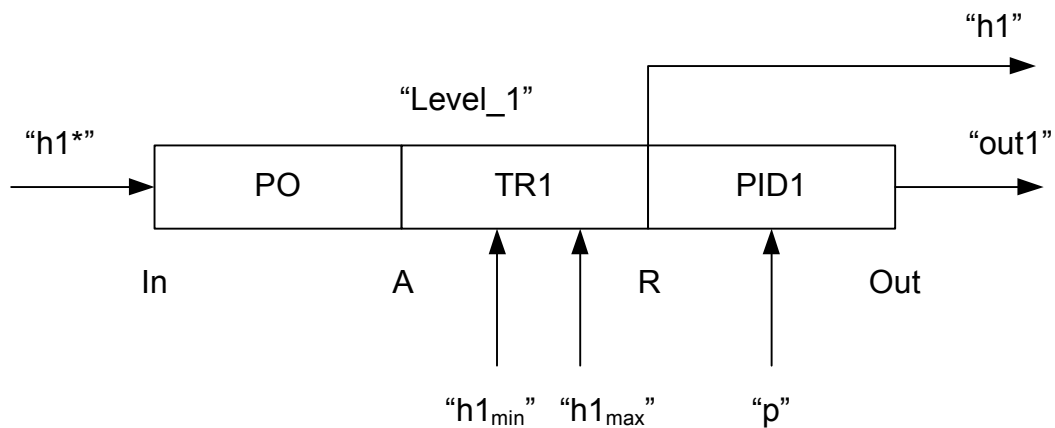


Рисунок 4.4 – Спосіб детального відображення каналу ТМ

На рисунку 4.4 введені такі позначення:

- “Level\_1” – назва каналу;
- “In” – вхідне значення каналу;
- “A” – апаратне значення каналу;
- “R” – реальне значення каналу;
- “Out” – вихідне значення каналу;

- “PO” – процедура первинної обробки в каналі (фільтрація, згладжування, відкидання аномального результату чи накладання маски тощо);
- “TR1” – ім’я необхідної процедури трансляції, вбудованої в цьому каналі;
- “PID1” – ім’я необхідної процедури управління, вбудованої в цьому каналі;
- “h1\*” – вхідний кодовий сигнал з апаратури введення, що відповідає вимірній величині, наприклад h1;
- “h1” – розраховане процедурою трансляції “TR1” реальне значення величини h1;
- “h1<sub>min</sub>” – значення мінімальної встановленої границі контролю величини h1;
- “h1<sub>max</sub>” – значення максимальної встановленої границі контролю величини h1;
- “Out1” – значення нової величини, розрахованої процедурою управління “PID1” на основі реального значення величини “h1” та додаткової величини “p”, яка передається з іншого каналу.

Таке представлення дає більше уявлення про побудову бази каналів проектного ПЗ та їх взаємні зв’язки.

Після визначення загальної структури об’єктів та необхідного складу їх каналів можна виконувати більш детальну розробку процедур ПЗ. Назвемо їх так: “Control\_1” - процедура регулювання рівня h1, “Control\_2” - процедура регулювання рівня h2, “Zvit” – процедура розрахунку узагальнених даних для звіту.

## 4.2 Розробка окремих програмних модулів

На основі рисунку 4.3 для регулювання рівня h1 створимо в об’єкті “ADAM-4017/1” такі чотири канали введення аналогових сигналів датчиків:

– "Level\_1" – канал типу INPUT, формату F, підтипу ANALOG, атрибути - "ADAM 4017"; в канал вбудована процедура трансляції "TRANS\_H1" для розрахунку реального значення величини  $h_1$ , а також процедура управління "Control\_1" для реалізації ПІД-закону регулювання цього рівня;

– "Press" – канал типу INPUT, формату F, підтипу ANALOG, атрибути - "ADAM 4017"; в канал вбудована процедура трансляції "TRANS\_P" для розрахунку реального значення величини тиску  $p$ ;

– "Status\_V3" – для введення сигналу з датчика положення виконавчого механізму вентиля 3: тип INPUT, формат F, підтип ANALOG, атрибут "ADAM 4017"; процедура трансляції "TRANS\_V3";

– "Status\_V6" – для введення сигналу з датчика положення виконавчого механізму вентиля 6: тип INPUT, формат F, підтип ANALOG, атрибут "ADAM 4017"; процедура трансляції "TRANS\_V6".

В об'єкті "ADAM-4060/1" створюємо чотири канали дискретного виведення сигналів управління виконавчими механізмами вентилів 3 та 6:

– "V3\_ON" - канал для виведення сигналу відкриття вентиля 3: тип OUTPUT, формат H, підтип DIGITAL, атрибут "ADAM-4060", накладання маски на 1-й розряд коду, що виводиться;

– "V3\_OFF" - канал для виведення сигналу закриття вентиля 3: тип OUTPUT, формат H, підтип DIGITAL, атрибут "ADAM-4060", накладання маски на 1-й розряд коду, що виводиться;

– "V6\_ON" - канал для виведення сигналу відкриття вентиля 6: тип OUTPUT, формат H, підтип DIGITAL, атрибут "ADAM-4060", накладання маски на 1-й розряд коду, що виводиться;

– "V6\_OFF" - канал для виведення сигналу закриття вентиля 6: тип OUTPUT, формат H, підтип DIGITAL, атрибут "ADAM-4060", накладання маски на 1-й розряд коду, що виводиться;

Крім того, в об'єкті «Ємність 1» створюємо два внутрішніх канали, не зв'язаних з апаратурою введення/ виведення, для отримання інформації з графічного інтерфейсу:



– "CONTROL\_V6" – канал для виведення сигналу управління вентилем 6 з графічного інтерфейсу: тип OUTPUT, формат H, підтип VALID; накладання маски на 1-й розряд коду, що виводиться;

– "ALARM\_H1" – канал для виведення команди з графічного інтерфейсу на переведення процедури "Control\_1" у аварійний режим роботи: тип OUTPUT, формат H, підтип VALID; накладання маски на 1-й розряд коду, що виводиться.

*(\*При створенні зазначених каналів бажано було б вказати додаткові атрибути кожного з каналів, а саме коди у 16-річній системі числення, які задають, наприклад, номери опитуваних каналів мультиплексора модуля або плати введення, діапазон вхідного сигналу конкретного каналу цього пристрою і т.д. Відомості про ці коди можна знайти у керівництвах користувача, якими постачаються ці пристрої. Ці коди при опитуванні каналу монітором реального часу системи ТМ будуть через відповідний драйвер надсилатися через послідовний порт до пристрою і задавати режим роботи його каналу)*

Тепер розглянемо розробку окремих процедур, перелічених вище. Їх будемо розробляти за допомогою вбудованої в систему ТМ мови програмування FBD.

Розробимо процедуру трансляції "TRANS\_H1" апаратного значення каналу "Level\_1" у реальне значення рівня h1. Вона буде полягати у множенні десяткового значення вхідного коду з модуля аналогового введення h1\* на постійний коефіцієнт трансляції  $k_{транс}$ . Виконаємо розрахунок цього коефіцієнту.

Вихідний код АЦП модуля ADAM-4017 має 16 розрядів. При цьому старший розряд використовується для відображення знаку вхідної напруги. Тоді максимальне десяткове значення коду буде дорівнювати  $N_{max} = 2^{15}$ . Сигнал датчика рівня змінюється від 0 до 10 В при вимірюванні рівня від 0,15 до 30 м.

Таким чином, коефіцієнт перетворення датчика дорівнює:

$$K_n = \frac{10}{30 - 0,15} = 0,335 \left[ \frac{В}{м} \right].$$

Задаємо за допомогою відповідного 16-річного коду для каналу модуля ADAM-4017, через який буде вводиться сигнал рівнеміра, діапазон вхідного сигналу  $\pm 10\text{В}$ .

Тоді реальне значення рівня по вхідному коду  $h1^*$  буде розраховуватися так:

$$h_1 = \frac{(30 - 0,15)}{N_{\max}} \cdot h1^* = \frac{30 - 0,15}{2^{15}} \cdot h1^* = \frac{29,85}{32768} \cdot h1^* = 0,00091 \cdot h1^*,$$

тобто коефіцієнт трансляції  $k_{\text{транс}} = 0,00091$ .

Математична модель процедури “TRANS\_H1” зображена на рисунку 4.5.

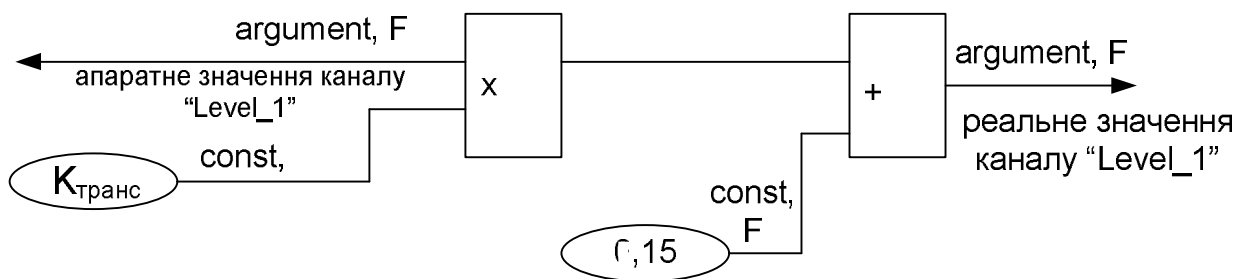


Рисунок 4.5 – Математична модель процедури “TRANS\_H1”

З рисунку видно, що апаратне значення каналу “Level\_1” спочатку треба помножити на визначений коефіцієнт  $k_{\text{транс}}$ , а потім до отриманого результату додати зону нечутливості рівнеміра (0, 15 м). В результаті отримаємо реальне значення рівня  $h1$ , яке автоматично запишеться у реальне значення цього каналу.

На рисунку також показані атрибути входів та виходів алгоритмічних блоків, що виконують елементарні математичні операції. Ці ж атрибути треба буде задавати при розробці FBD – програми процедури “TRANS\_H1”.

На рисунку 4.6 наведене схематичне зображення FBD – програми “TRANS\_H1”, що розроблена в FBD - редакторі системи ТМ.

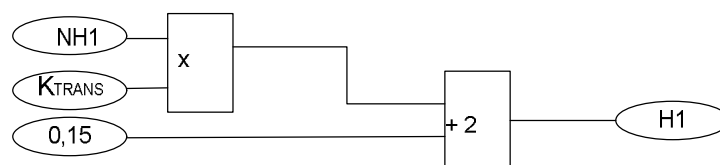


Рисунок 4.6 – Схематичне зображення FBD – процедури “TRANS\_H1”

На рисунку овалами з текстом показані коментарі до входів та виходів алгоритмічних блоків, які можна застосувати у реальному FBD - редакторі системи ТМ. Числові ж значення цих входів та виходів формуються програмним шляхом. Наприклад, апаратне значення рівня передається до цієї процедури шляхом зв'язування входу процедури "NH1", який має атрибут "argument" у форматі F дійсного числа з плаваючою комою, з апаратним значенням каналу "Level\_1". На вході процедури "K<sub>TRANS</sub>", який має атрибут "Const" в форматі F, постійний коефіцієнт 0,00091 задається через спеціальну інструментальну панель FBD – редактора. Аналогічно на вхід "0,15" процедури вводиться число 0,15. Вихід процедури "H1", який має атрибут "argument" у форматі F, зв'язується з реальним значенням каналу "Level\_1", де воно і буде зберігатися до нового циклу перерахування каналу.

Аналогічно розробимо процедуру трансляції "TRANS\_P" для каналу "Press" введення сигналу датчика вхідного тиску...

Аналогічно розробимо процедуру трансляції "TRANS\_V3" для каналу "Status\_V3" введення сигналу датчика положення виконавчого механізму вентилля 3...

Аналогічно розробимо процедуру трансляції "TRANS\_V6" для каналу "Status\_V6" введення сигналу датчика положення виконавчого механізму вентилля 6...

Розробимо тепер процедуру управління "Control\_1" для реалізації ПІД-закону регулювання рівня h1, яка вбудовується в канал "Level\_1".

Математична модель цієї процедури показана на рисунку 4.7.

Блок 1 виконує розрахунок похибки регулювання рівня  $\Delta h_1$  шляхом віднімання від реального значення рівня його заданого значення. Блок 2 утворює зону нечутливості на вході регулятора 6 (запобігає "смиканню" виконавчого механізму вентилля при малих значеннях похибки регулювання). Блок 6 реалізує ПІД-закон регулювання рівня, коефіцієнти якого задаються ззовні ( $K_P$ ,  $K_{INT}$ ,  $K_{DIF}$ ). Блок 7 перераховує вихідне значення регулятора у необхідне зміщення вентилля 3 відносно номінального його положення (50% X.P.O.). Блок 8 розраховує завдання на нове положення вентилля 3. Блок 9 порівнює це завдання

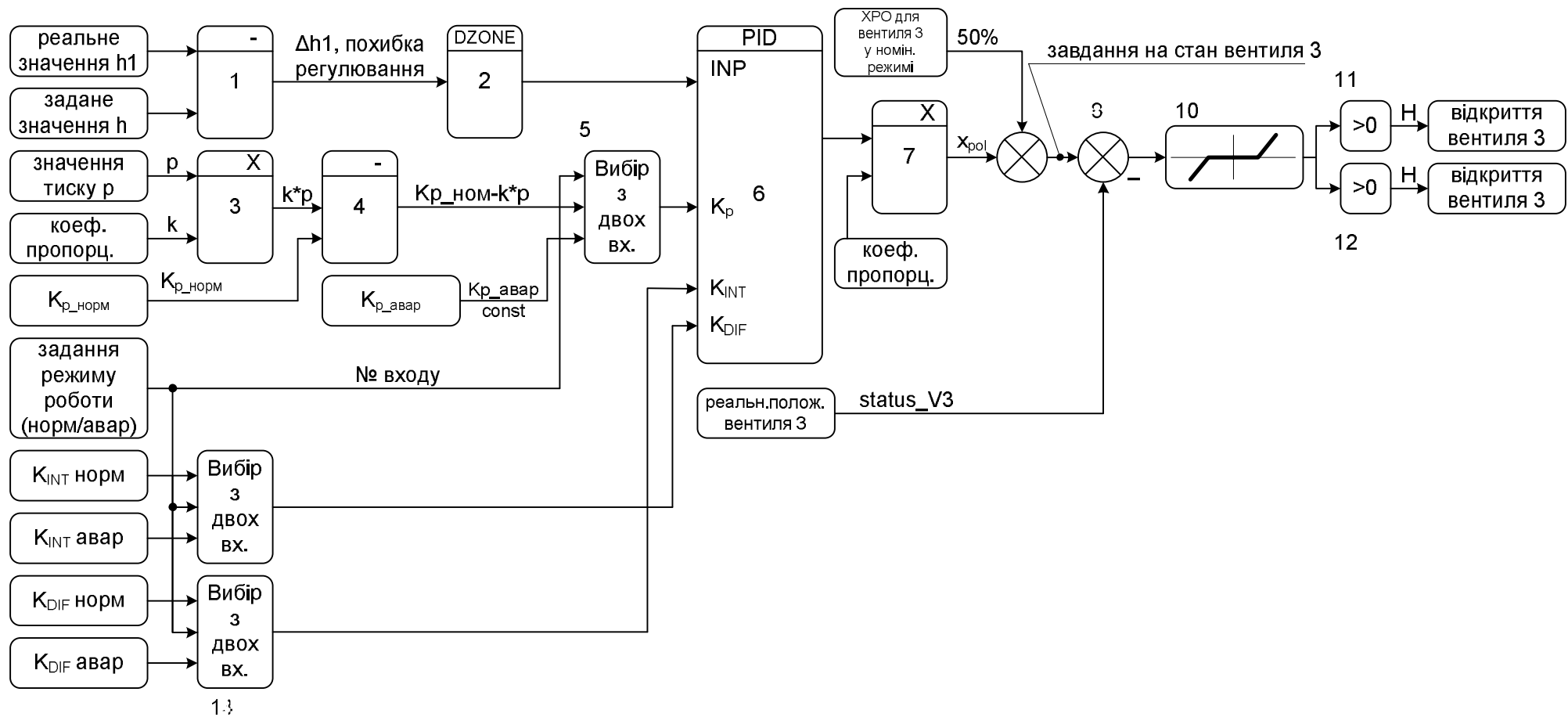


Рисунок 4.7 – Математична модель процедури “Control\_1”

з реальним положенням вентиля 3, яке отримується з каналу “Status\_V3” і розраховує похибку в положенні вентиля. Блок 10 створює зону нечутливості для малих значень цієї похибки. Блоки 11 та 12 визначають знак похибки і формують дискретні сигнали на відкриття чи закриття вентиля. Якщо похибка має додатній знак, то формується сигнал на відкриття вентиля у вигляді логічної «одиниці». Якщо ж знак від’ємний, то формується другий сигнал у вигляді логічної «одиниці» на закриття вентиля.

Блок 3 розраховує значення корекції коефіцієнту пропорційної складової ПІД-регулятора в залежності від вхідного тиску рідини  $p$ . Якщо тиск нормальний, то ця корекція буде дорівнювати нулю. Якщо ж тиск змінюється відносно нормального значення, то виконується корекція коефіцієнту регулятора (блок 4). При збільшенні тиску коефіцієнт регулятора зменшується і навпаки.

Блок 5 дозволяє вибирати одне з двох значень коефіцієнту регулятора, що вводиться до блоку 6. При штатній роботі накопичувача цей коефіцієнт передається з блоку 4. Якщо ж виникає аварійна ситуація, то оператор переводить роботу регулятора в аварійний режим. Тоді блок 5 вибирає аварійне значення коефіцієнту, що задане програмним шляхом. Аналогічно працюють блоки 13 та 14, які вибирають або нормальне, або аварійне значення інтегрального та диференціального коефіцієнтів регулятора.

Використовуючи математичну модель на рисунку 4.7 можна в FBD-редакторі ТМ розробити відповідну FBD - процедуру “Control\_1”. Схематично вона показана на рисунку 4.8. На цьому рисунку наведені коментарі до входів та виходів процедури, а також буквені позначення алгоритмічних блоків FBD мови.

Розкриємо значення деяких коментарів:

– “DLT1” – вхід константи, яка задає ширину зони нечутливості блоку DZONE для похибки регулювання;

– “ALARM\_H1” – вхід дискретної величини аварійного стану рівня  $h1$  (вводиться з графічного інтерфейсу оператора; дорівнює логічному «нулю», якщо рівень не виходить за встановлені границі, і дорівнює логічній одиниці, якщо границі контролю порушені);

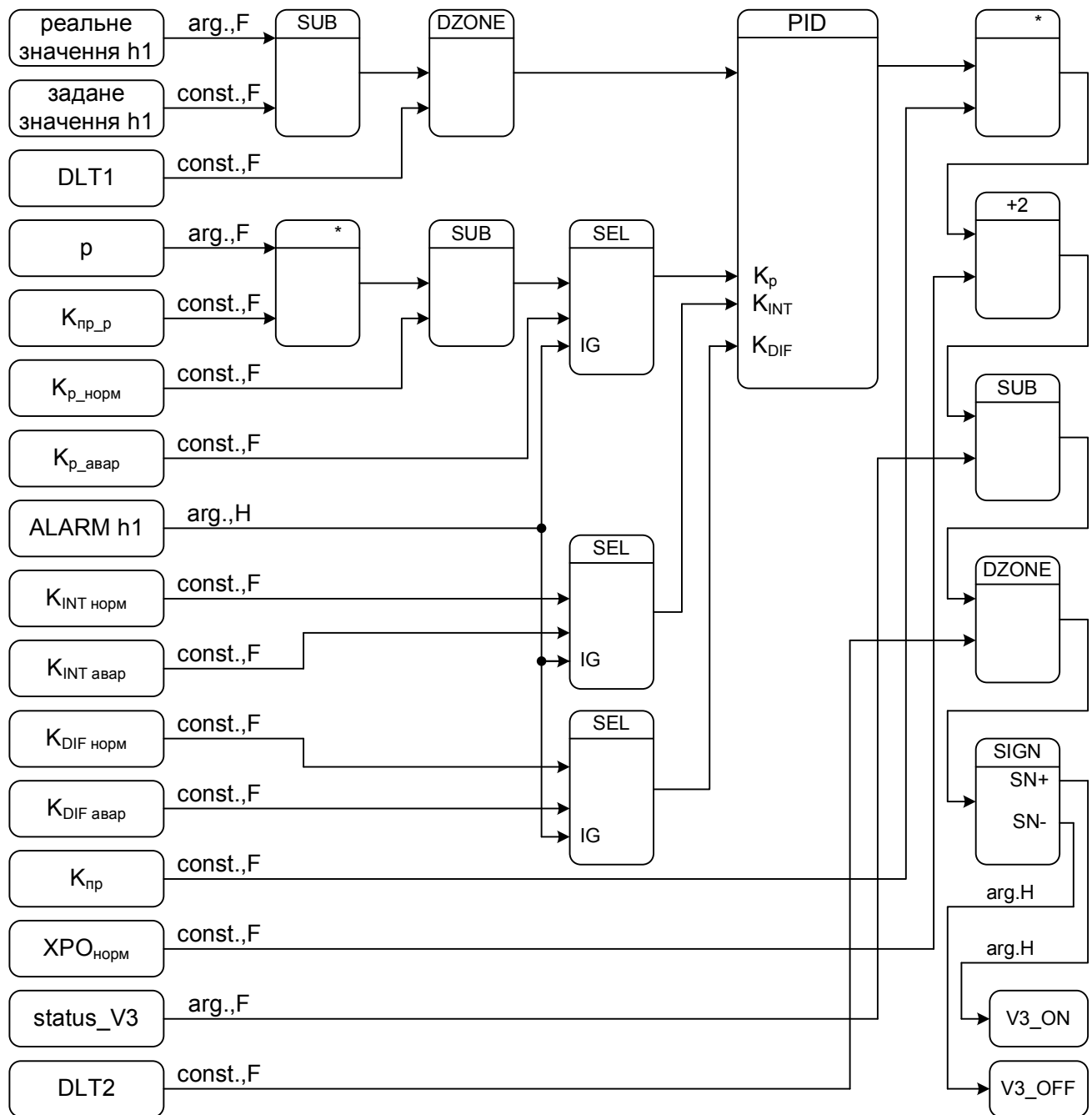


Рисунок 4.8 – Схематичне зображення FBD - процедури “Control\_1”

- "XPO<sub>НОРМ</sub>" – положення вентиля 3 у нормальному режимі роботи накопичувача (у % Х.Р.О.);
- “DLT2” – вхід константи, яка задає ширину зони нечутливості блоку DZONE для похибки положення вентиля 3;
- “V3\_ON” – вихід процедури у вигляді дискретної величини для відкривання вентиля 3 (логічна «одиниця»);

– “V3\_OFF” – вихід процедури у вигляді дискретної величини для закриття вентиля 3 (логічна «одиниця»).

Аналогічно розробляється база каналів об'єкту «Ємність 2» та його програмні процедури...

Аналогічно розробляється база каналів об'єкту «Звітність» та його програмні процедури...

## 8 ПРИКЛАД РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КСУ

### В SCADA GENIE 3.0

#### 8.1 Короткі відомості про SCADA Genie 3.0

Genie 3.0 призначена для розробки програмного забезпечення (ПЗ) АСУТП малого або середнього рівня складності, тобто для виробничої ділянки або невеликого цеху. Її архітектура складається із двох основних програмних модулів: будувача стратегії (файл `genie.exe`) і виконавчого середовища (`GWRUN.exe`).

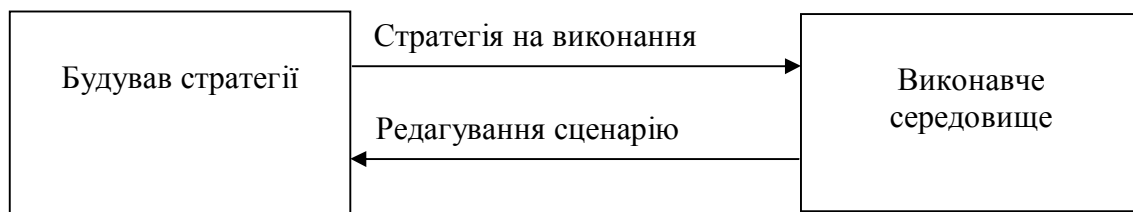


Рисунок 8.1 – Основні програмні модулі SCADA Genie 3.0

У портфель стратегій входять такі редактори: редактор задач, редактор форм відображення й редактор звітів.

У виконавче середовище входять: ядро програмування й виконання стратегій, редактор сценарію, центр обробки даних (DLL-файл) і драйвера пристроїв введення/виведення (DLL-файл).

Genie - відкрита система, що підтримує стандартні механізми обміну даними: DDE, ODBC, OLE Automation.

Для нестандартних засобів введення/виведення можна розробляти оригінальні драйвери. Наприклад, мовою C або C++ і оформляти їх у вигляді оригінальних функціональних блоків задач.



## 8.2 Технологія розробки стратегії управління

При створенні нового проекту одночасно відкриваються обидва редактори (редактор задач і редактор форм відображення). Алгоритм обробки інформації створюється в редакторі задач за допомогою піктограм функціональних блоків. Ці піктограми розміщуються на панелі інструментів. Розробка полягає у вставці потрібних піктограм блоків у поле редактора задач і з'єднання їх входів та виходів провідниками.

Окремі блоки, які відповідають за взаємодію із пристроями введення/виведення, з'єднуються з потрібними каналами цих пристроїв через спеціальну панель налаштування. Перед тим, як це робити, пристрій повинен бути встановленим в систему. Для цього існує спеціальна програма «Установка/видалення пристроїв». У неї можна увійти через панель редактора задач «Налаштування»-«Пристрою».

Genie підтримує плати введення/виведення фірми Advantech, модулі введення/виведення серії ADAM-400 (група COM1), контролер MIC2000 і модулі ADAM-5000/CAN.

Треба встановити стільки екземплярів пристроїв (у тому числі й однотипних), скільки потрібно по проекту.

Проект дозволяє створити сім задач (TASK1...TASK7). Число функціональних блоків у цих задачах не обмежене (але рекомендується до 500). Кожна задача має параметр - період сканування (відродження її змінних). Мінімальний період - 55 мс. Задачі також мають свій порядок сканування, умови запуску й зупинки, це й обмовляється сценарієм.

Всі змінні задач зберігаються в центрі обробки даних, де їх можна знайти по індивідуальному ідентифікатору (включає номер задачі, номер функціонального блоку, його позначення й номер виходу цього блоку). Змінні діляться на локальні й глобальні. Локальні змінні - змінні, які доступні тільки в межах однієї задачі. Глобальні змінні - змінні, які доступні всім задачам.

Глобальними є всі змінні, що вводяться із пристроїв (через блоки аналогового або дискретного введення), а також віртуальні теги. Тільки

глобальні змінні можна зв'язувати з формами відображення (графічний інтерфейс оператора).

Редактор форм відображення створює растрові зображення елементів графічного інтерфейсу: кнопки, індикатори колірні і лінійчаті, тренди, технічна анімація, регулятори.

З форми відображення інформацію можна ввести в задачу тільки через віртуальний тег.

Функціональні блоки редактора задач можна розбити на такі групи:

1. Процедури введення інформації й сигналів у задачу:

AI – аналогове введення

DI - дискретне введення

INF - введення з файлу

CNT - лічильник подій

DDEC - DDE клієнт - введення інформації з об'єктів Windows

CTFQ - апаратний лічильник подій, частотомір, генератор

ALM - блок дискретного аварійного управління

NETIN - введення з мережі

TS - мітка часу

RMP - генератор пилкоподібного сигналу

TMP - блок виміру температури (зв'язується з каналами пристроїв призначених для підключення термопари)

ET - таймер (формував тимчасового інтервалу)

SQWAVE - генератор прямокутних сигналів

2. Процедури виведення інформації й сигналів із задач:

AO - аналогове виведення

DO – дискретне виведення

DDES - сервер DDE

NETOUT - виведення по локальній мережі

SP - формував звукового сигналу

SOUND - відтворення звукового файлу за умовою

3. Універсальні процедури введення/ виведення:

SER - введення/ виведення по послідовному інтерфейсу (COM порт)

TAG - обмін між задачами, екранами, формами (через віртуальний тег), розгалуження інформації

4. Процедури обробки даних і формування сигналу:

ALOG - архівація тривог

LOG - архівація даних

SOC - обчислення з одним оператором

AVG - усереднення

ONF - двопозиційне регулювання

PID - pid-регулятор

SCR - обробка по Basic сценарію

PRG - обробка через процедуру користувача

### 8.3 Приклад розробки ПЗ простої системи регулювання

Дано простий об'єкт регулювання (рисунок 8.2).

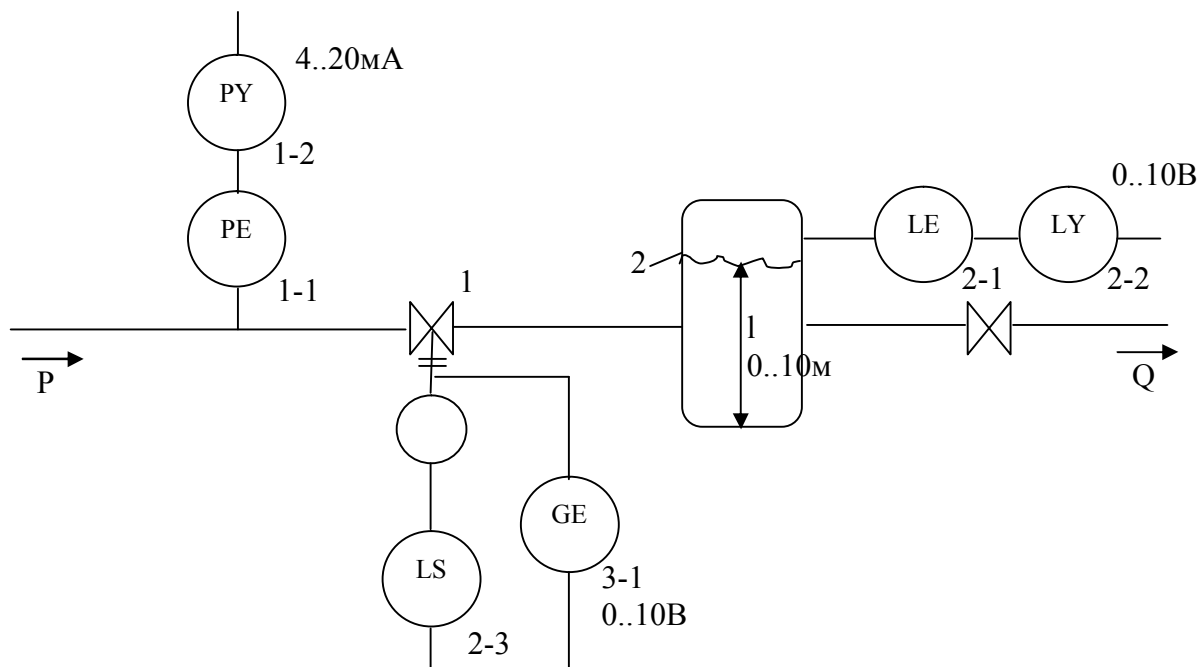


Рисунок 8.2 – Технологічна схема об'єкту регулювання

## Алгоритм регулювання об'єктом

Система повинна підтримувати номінальне значення рівня рідини в баку  $l_0=5$  м при зміні вихідної витрати  $Q$  шляхом зміни ступеня відкриття вентиля 1 (регулюючий вплив) з урахуванням зміни вхідного тиску рідини  $p$ .

Відомо, що постійна часу об'єкта керування й регулювального органа (вентиля) становить  $0,5$  з, а для номінального режиму роботи установки (номінальне значення вихідної витрати й вхідного тиску) номінальне положення вентиля 1 відповідає  $x_0=50\%$  X. P. O.

### Розробка загальної структурної схеми системи регулювання

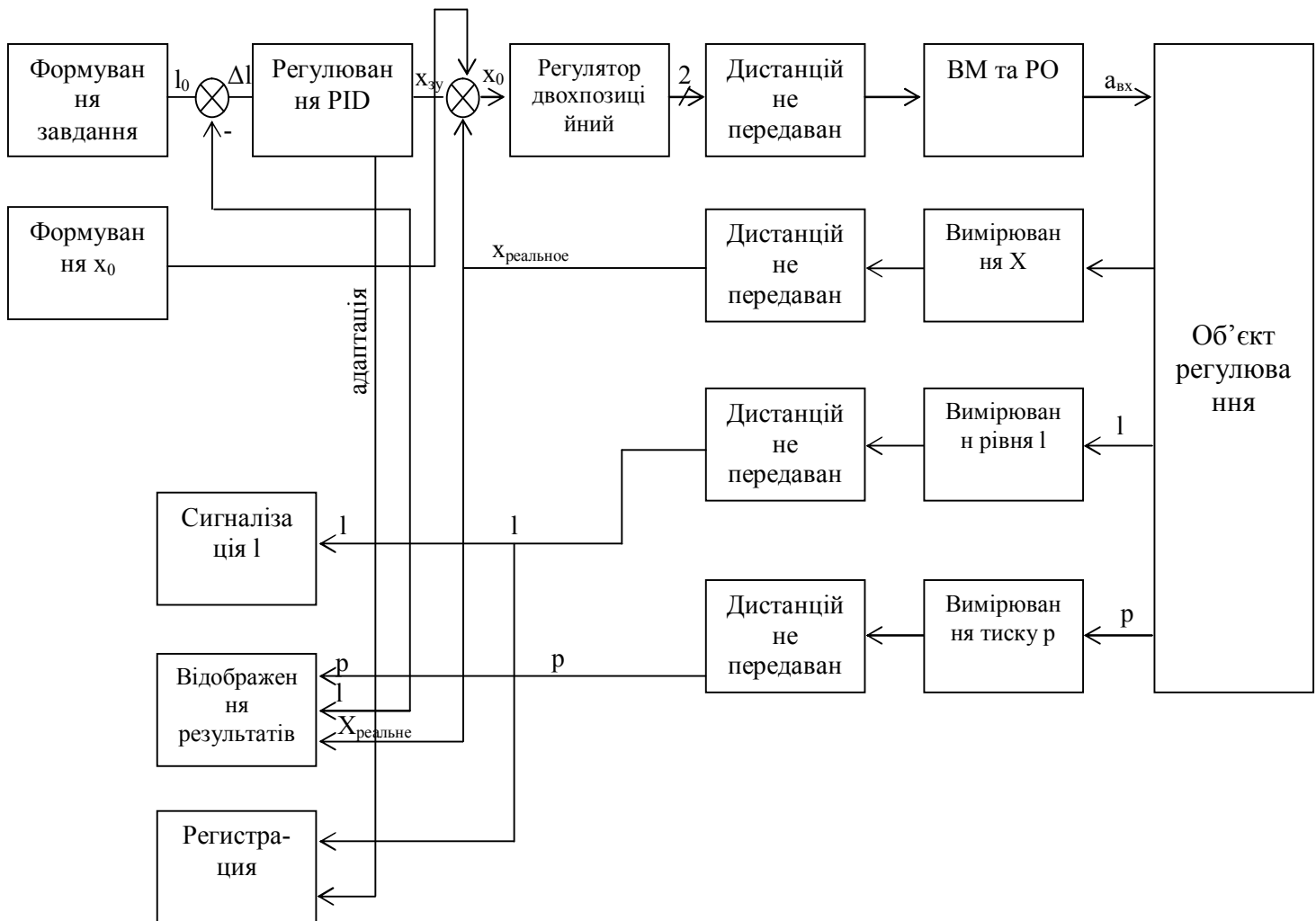


Рисунок 8.3 – Загальна структурна схема системи регулювання

На рисунку введені такі позначення: ВМ – виконавчий механізм, РО – регулюючий орган.

На загальній структурній схемі показані усі дані, що передаються в проєктованій системі, та процедури, що виконуються над ними. Процедури впливають з тих функцій, що повинна виконувати система. Тому усі її функції необхідно описати в технічному завданні на КП.

Даємо всі необхідні пояснення до структурної схеми на рисунку 8.3.

### **Розробка архітектури ПЗ**

Тому що завдання не складне, то стратегію управління робимо у вигляді однієї задачі (TASK1) і однієї форми відображення (DISP1). Тоді сценарію нам не потрібно. Для виконання всіх функцій зі структурної схеми треба створити такі віртуальні теги (глобальні змінні):

«PREAL» - реальний тиск для відображення його на екрані

«LREAL» - реальне значення рівня для відображення його на екрані

«XREAL» - реальне положення заслінки

«ALARML» - для передачі стану тривоги по змінній I (рівень)

Для реєстрації змінних I (рівень) і p (тиск) створюємо один локальний архів, а для реєстрації аварії також створюємо архів аварійних подій, пов'язаний з журналом аварії.

Установимо період сканування задачі TASK1. Постійна часу об'єкта управління дорівнює 0,5 с, що приблизно в 10 разів повільніше періоду сканування задачі в системі Genie, що дорівнює 50 мс. Тому період сканування задачі TASK1 вибираємо рівним 1 (мінімальному періоду сканування в Genie).

Визначення постійних коефіцієнтів програми. Для визначення постійних коефіцієнтів програми необхідно спочатку вибрати пристрій введення/виведення сигналів. У нас вводяться три аналогових сигнали, тому для введення вибираємо 8-канальний модуль ADAM-4017.

Через канал 1 будемо вводити сигнал датчика рівня 0..+10 В, тому для цього каналу вибираємо діапазон вхідних сигналів  $\pm 10$  В.

Через канал 2 будемо вводити сигнал датчика тиску 4..20 мА, тобто вибираємо діапазон вхідних сигналів  $\pm 20$  мА. Для перетворення струмового сигналу датчика в напругу використають резистор 125 Ом (рисунок 8.4).

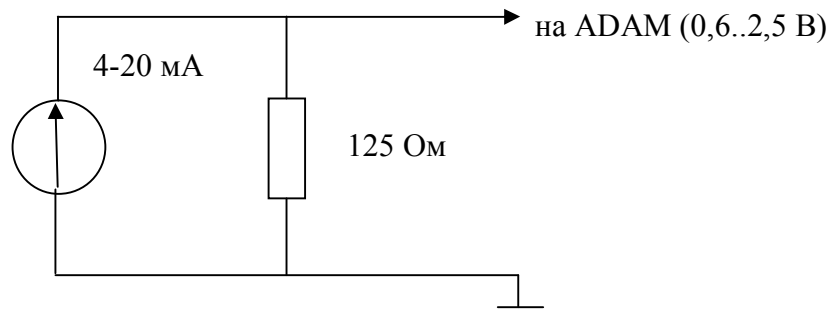


Рисунок 8.4 - Спосіб узгодження вихідного струмового сигналу датчика з входом модуля введення

Через канал 3 вводимо сигнал датчика положення заслінки (0-10В). Вибираємо діапазон  $\pm 10$  В.

Для всіх каналів установимо формат передачі даних у комп'ютер у вигляді фізичних значень вхідних величин (тобто у вольтах або міліамперах).

Задамо діапазони змінних  $p$  (тиск),  $l$  (рівень),  $x_{\text{реальне}}$  (реальне положення заслінки вентиля):

$$p = 1..5 \text{ Н/м}^2$$

$$l = 0..10 \text{ м}$$

$$x_{\text{реальне}} = 0..100\%$$

Для виведення сигналів на виконавчий механізм беремо модуль комутації ADAM-4060, що має чотири релейних виходи.

## Розробка завдання "TASK1"

Блок аналогового введення АІІ зв'язуємо із джерелом інформації - модулем ADAM-4017 (через панель настроювання). Установлюємо черговість опитування каналів: «перший у черзі» - 1, «останній у черзі» - 3, «період опитування» - 1. Для кожного із задіяних каналів встановлюємо діапазон вхідних сигналів і масштаб вихідного сигналу (таблиця)

	Діапазон вхідних сигналів		Масштаб вихідних сигналів	
канал 1	min = 0	max = 10	min = 0	max = 10
канал 2	min = 4	max = 20	min = 1	max = 5
канал 3	min = 0	max = 10	min = 0	max = 100

Лістинг задачі "TASK1" у редакторі задач системи Genie буде мати такий вигляд:

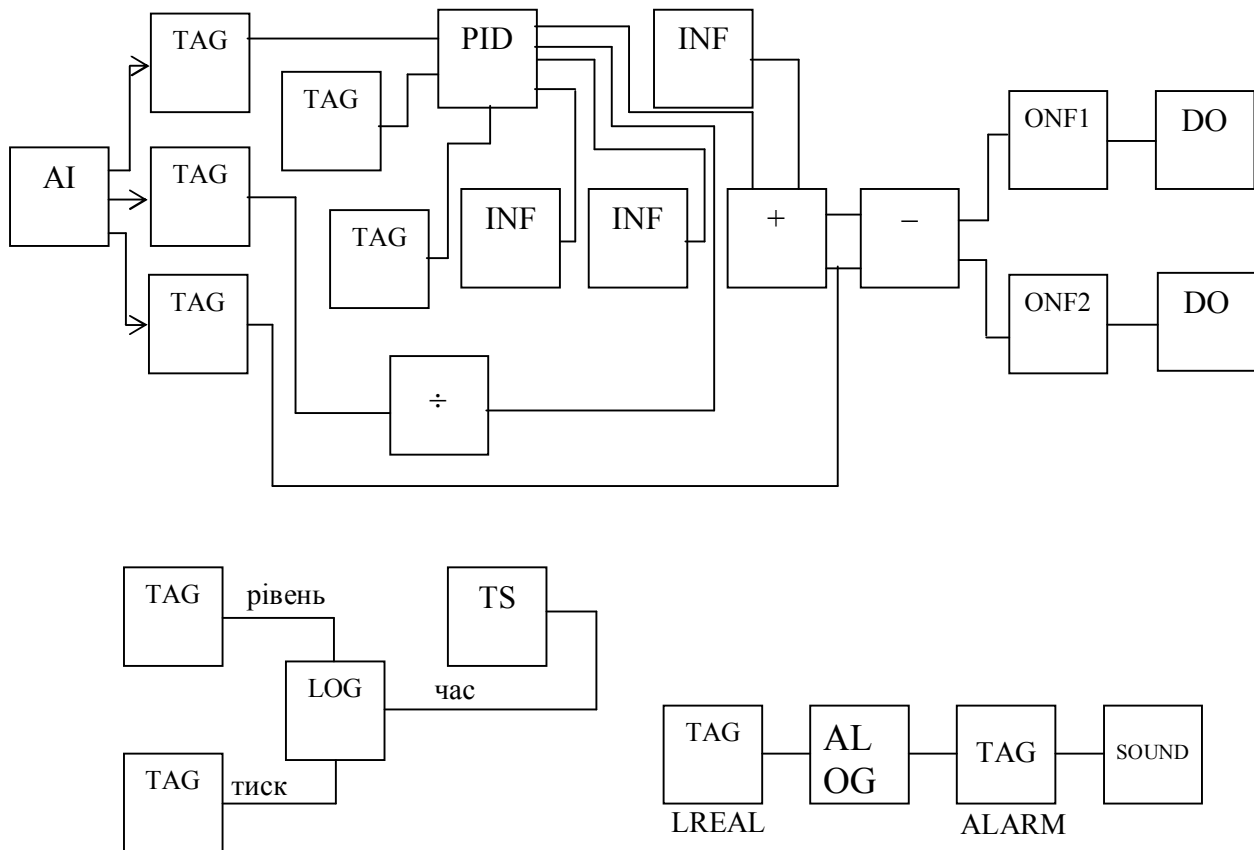


Рисунок 8.5 – Лістинг задачі “TASK1” в редакторі задач

Для зв'язування створених віртуальних тегів ("LREAL", "PREAL", "XREAL") з даними, що вводяться з модуля ADAM-4017, створюється три блоки TAG, потім кожний із цих блоків з'єднується з потрібним каналом AI1, а також через панель налаштування блоку з потрібним віртуальним тегом.

Блок SOC1 обчислює поточне значення коефіцієнта пропорційної складової регулятора, шляхом визначення зворотного значення від тиску й множення результату на коефіцієнт. Цей коефіцієнт друкується в полі панелі налаштування в якості операнду 1, тобто виконується адаптація регулятора до зміни вхідного тиску  $p$ .

Вихід блоку PID формується в одиницях «відсоток ХРО». Це значення не повинне перевищувати 100%, тому через панель налаштування блоку встановлюємо обмеження вихідного сигналу:  $\min = 0$ ;  $\max = 100$ .

Блоки двопозиційного регулятора ONF1 і ONF2 перетворюють вихідний безперервний сигнал регулятора рівня у два дискретних сигнали (рисунок 8.6): «обертання вправо» (виводиться через DO1) і «обертання вліво» (виводиться через DO2). Налаштування статичних характеристик блоку - через панель налаштування.

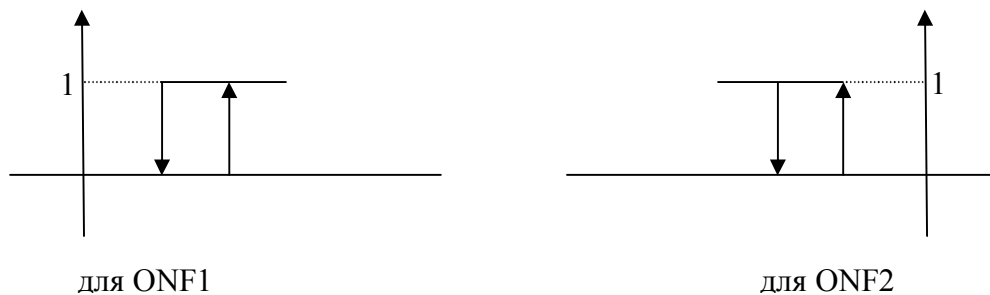


Рисунок 8.6 – Статичні характеристики двохпозиційних регуляторів

Реєстрація двох змінних ( $p$  и  $l$ ) виконується блоком архівації LOG. Він може реєструвати до восьми змінних. Як третю змінну використаємо системний час, формований блоком «мітка часу» (TS). Через панель налаштування можна вибрати формат записуваних даних, назву стовпців і інтервал між ними. Створюваний архів - текстовий файл із обраною назвою.



Контроль і сигналізація за рівнем  $l$  виконується за допомогою блоку «архів тривоги» (ALOG), через панель налаштування можна встановити чотири границі: верхня, верхня максимальна, нижня, нижня мінімальна.

Залежно від значення входу формується вихідний сигнал:

1 -  $l > \text{верхня максимальна}$

2 -  $b < l < b_m$

3 -  $h < l < b$

4 -  $h_m < l < h$

5 -  $l < h_{\max}$

Вихід блоку ALOG перетворюємо у віртуальний тег ("ALARML") для передачі на екран. Для звукової сигналізації тривоги використовуємо блок «відтворення звукового файлу за умовою» (SOUND), він може відтворювати сім файлів.

## 9 ПЕРЕЛІК ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСІВ ЩОДО РОЗРОБКИ КСУ

### Періодичні видання за напрямом

[www.asucontrol.ru](http://www.asucontrol.ru) – журнал "Промышленные АСУ и контроллеры";  
[www.mka.ru](http://www.mka.ru) – журнал "Мир компьютерной автоматизации";  
[www.cta.ru](http://www.cta.ru) – журнал "Современные технологии автоматизации";  
<http://www.tgizdat.ru/mag/pribor/> - журнал "Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика";  
<http://AutomationWorld.com.ua> – журнал "Мир автоматизации";  
<http://picad.com.ua> – журнал "ПиКАД: Промышленные измерения, контроль, автоматизация, диагностика";

### Інформаційні Інтернет - ресурси за напрямом

<http://www.asutpportal.narod.ru/> - розробки проектів по АСУ ТП;  
<http://avtomatiz.ru/index.php> - Business website;  
<http://automate.su/> - Автоматизация: это вы о чем?;  
<http://www.silogic.com.ua/solutions/show?id=3> - АСУ ТП: Промышленные системы управления, типовые задачи;  
<http://asu-tp.org/> - АСУ ТП: ресурс для специалистов по автоматизации, КИПиА, АСУТП, контроллерам, SCADA;  
<http://www.promautomatika.ru/manuals/valves/emerson/index.html> - русская документация по клапанам;  
<http://www.promautomatika.ru/manuals> - русская документация по средствам промышленной автоматики;  
[www.vvt.ru](http://www.vvt.ru) - трубопроводная арматура;  
[www.italgaz.com.ua](http://www.italgaz.com.ua) - электромагнитные клапаны и т.д.  
[www.promarm.ru](http://www.promarm.ru) - вся промышленная арматура;  
<http://www.ab.com/en/epub/catalogs> - каталоги по ПЛК на сайте Аллен-Бредли;  
[www.automation.ru/equip-db](http://www.automation.ru/equip-db) – оборудование для автоматизации;  
<http://www.rockwellautomation.com/products/overview.html> - сайт Роквеллаутомайшн;

[www.library.abb.com](http://www.library.abb.com) - библиотека документации фирмы АВВ (клапаны, позиционеры и т.п.);

Світові виробники засобів автоматизації та системні інтегратори

<http://www.metra.ru/solutions.html> - ваговимірювальна техніка для різних областей застосування;

<http://www.abb.ru> - АВВ in Russia (Russian version) – русский сайт фирмы АВВ;

<http://www.avs-mk.ru/> - AVS-МК: Разработка и производство автоматизированных систем управления производством;

<http://www.automation.kz/> - Автоматизация и Технологии – главная;

<http://asupro.com/automation/> - Автоматизация производства: СМАРТ Системы Украина;

<http://www.ingener.info/pages-cat-3.html> - Автоматизация производства предприятия. Автоматизация технологических процессов;

<http://www.pes.com.ua/> - Компания ПромЭлектронСервис;

<http://www.owen.ru/> - ОВЕН: датчики, контроллеры, измерители, регуляторы;

<http://www.promsat.com/> - ПРОМСАТ: Промышленные системы автоматизации;

<http://www.promautomatic.ru/> - Промышленная автоматизация – комплексная автоматизация производства технологических процессов, технологические системы автоматизации;

<http://www.indusoft.com.ua/> - Промышленная автоматизация: ПЛК, АСУТП, SCADA, HMI;

<http://www.proavtomatika.ru/> - Компания ПромАвтоматика: автоматизация технологических процессов;

<http://www.asuservice.ru/> - Автоматизированные системы управления;

<http://www.pro-sto.ru/> - Автоматизированные системы управления для промышленности. АСУ ТП и автоматика;

<http://www.asu-tp.ru/> - АСУТП. Автоматизация технологических процессов, автоматика и средства...;

<http://www.insat.ru/> - ИнСАТ - Интеллектуальные Системы Автоматизации Технологии - промышленная автоматизация во всех отраслях;

<http://www.dex.donetsk.ua/departamentasy/> - Компания «Дейта Экспресс» - Автоматизация технологических процессов;

<http://www.asku.ru/> - Компания АСКУ – Автоматизированные системы контроля и управления;

<http://www.spbec.ru/solution/?15528> - НПО Санкт-Петербургская Электротехническая Компания Автоматизированные системы управления;

<http://сахавтомат.com.ua/sistemi.html> - ООО САХАВТОМАТ Системы автоматизации сахарного производства;

<http://www.pagru.com/> - ПАГ – Системы управления производством (АСУ ТП). Автоматизация технологических процессов пивное производство, соковое производство;

<http://plcsystems.by/> - ПЛК Системы Беларусь - Оборудование и программное обеспечение для АСУ ТП;

<http://www.aisfirm.kiev.ua/> - Фирма АИС - автоматизация технологических процессов, системы контроля и управления, системы учета и контроля энергоносителей, АСКУЭ;

<http://www.elites-montage.com.ua/> - «Элит-Монтаж»: Профессиональные решения в области промышленной автоматизации, качественный электромонтаж, внедрение интеллектуальных систем управления;