

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»

Декан факультету

\_\_\_\_\_

(підпис)

Андрій Форсюк

(ім'я та прізвище)

«8» червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ярослав Смітюх

(ім'я та прізвище)

«8» червня 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані

(код та назва спеціальності)

технології»

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

на тему: Розробка системи автоматизації процесу кристалізації цукру

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-2ск

Березинець Максим Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник Клименко Олег Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Консультанти

\_\_\_\_\_

(ім'я та прізвище)

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ім'я та прізвище)

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ім'я та прізвище)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Рецензент

Олена М'якило

(ім'я та прізвище)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2022 р.

# Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

« 31 » березня 2022 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Березинець Максим Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу кристалізації цукру  
керівник роботи доцент, к.т.н. Клименко Олег Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 31 » березня 2022 р. №163-к

2. Строк подання здобувачем роботи « 8 » червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для

промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 31 березня 2022 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

	<b>Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи</b>	<b>Строк виконання етапів роботи</b>	<b>Примітка</b>
	<i>Видача та затвердження завдання</i>	<i>Перед переддипломною практикою</i>	
	<i>Розділ 1</i>	<i>Захист переддипломної практики</i>	
	<i>Розділ 2</i>	<i>1 тиждень</i>	
	<i>Розділ 3</i>	<i>2 тиждень</i>	
	<i>Розділ 4 та 5</i>	<i>3 тиждень</i>	
	<i>Розділ 6 та 7</i>	<i>4 тиждень</i>	
	<i>Підготовка матеріалів до захисту</i>	<i>5 тиждень</i>	
	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>6 тиждень</i>	

Здобувач Березинець М.М.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи Клименко О.М.

\_\_\_\_\_ (підпис)

## Анотація

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизації вакуум-апарату цукрового заводу.

В проекті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить : опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, конфігураційна схема, принципові схеми управління і сигналізації.

Розроблене програмне забезпечення для даного відділення. Програма розроблена в програмному забезпеченні Unity PRO від Schneider Electric. Роботоспроможність програми було перевірено на реальному контролері.

В проекті докладно розглянуто варіанти технологічних рішень по реалізації системи автоматизації, а також зроблений аналіз існуючої та розробленої системи. Проведено порівняльний аналіз перехідних процесів для різних значень параметрів регулятора. В ході роботи приведена оцінка рівня автоматизації технологічного процесу в цілому.

**Ключові слова:** кваліфікаційна робота, система автоматизації, вакуум-апарат, Unity PRO від Schneider Electric.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

## Abstract

This qualifying work is devoted to the development of the automation system of the vacuum apparatus of the sugar factory.

The project has developed documentation for the automation system, which includes: a description of the technological object of control, automation scheme, configuration scheme, basic schemes of control and signaling.

Developed software for this department. The program is developed in the Unity PRO software from Schneider Electric. The operability of the program was tested on a real controller.

The project considers in detail the options for technological solutions for the implementation of automation systems, as well as an analysis of the existing and developed system. A comparative analysis of transients for different values of the controller parameters. In the course of work the estimation of level of automation of technological process as a whole is resulted.

**Keywords:** qualification work, automation system, vacuum apparatus, Unity PRO from Schneider Electric.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						5
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Зміст

Вступ.....	7
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	10
2. Система автоматизації.....	11
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	11
2.2. Схема автоматизації.....	33
2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації.....	34
2.4. Проектне компонування мікропроцесорних контролерів.....	36
3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	57
3.1. Загальна схема підключення.....	57
3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів.....	60
3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру.....	60
3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	60
3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	61
3.2.4 Опис схеми підключення.....	61
4. Креслення встановлення технічних засобів.....	62
5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	64
6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.....	70
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	70
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	73
Висновки.....	77
Бібліографічний список.....	78
ДОДАТКИ ДО ЗАВДАННЯ.....	78

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## Вступ

Науково-технічний прогрес у науці та техніці значно посилив роль технічних засобів у процесі автоматизації. Це пояснюється тим, що без випереджаючого розвитку технічних засобів неможливий прогрес багатьох напрямків науки і техніки і передусім розробка нових сучасних засобів вимірювання та їх практичне використання. Одним із важливих завдань технічних засобів є сумісна їх робота в системі та достовірності результатів їхньої роботи, оскільки останім часом різко підвищувались вимоги до точності вимірювань, збільшилася кількість вимірюваних величин.

Значно зросли вимоги до вимірювань у харчовій промисловості, до контролю за показниками якості продукції, що випускається. Як правило, показники якості продукції є комплексними для їхнього визначення потрібні інформаційно-вимірювальні системи з елементами прогнозування та програмованого здійснення складних технологій харчових виробництв.

Управління будь-яким технологічним процесом або об'єктом у формі ручного або автоматичного керування можливо лише при наявності вимірювальної інформації про окремі параметри, характеризуючих процес або стан об'єкту.

Технологічні виміри і вимірювальні прилади використовуються при керуванні багатьма технологічними процесами в різних сферах народного господарства.

В основі виміру параметрів та фізичних величин лежать різні фізичні явища та закономірності. Вимірювальні схеми будуються з використанням сучасних досягнень мікро-електроної техніки та інше.

Використання вимірювальних приладів, перетворювачів, регуляторів та інших технічних засобів - сприяє технічному прогресу, росту виробничої праці та підвищенню культури виробництва.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. Опис об'єкта автоматизації

## 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Сироп після підігрівання і фільтрації поступає на уварювання, де відбувається подальше випарювання з нього води, причому розчин стає вже перенасиченим і цукор виділяється у вигляді кристалів. Ціллю уварювання і є кристалізування цукру при випарюванні води.

Продукт, що отриманий після уварювання називається утфелем. Він містить лише 7,5% води і біля 55% викристалізованого цукру. Міжкристальна рідина представляє собою рідкий розчин, що містить всі нецукри і насичений розчин цукру в невеликій кількості води, що залишилася. За своєю консистенцією утфель являє собою доволі густу і вязку суміш кристалів і міжкристальної речовини. Таку кристалічну масу не можливо отримати у випарних апаратах, так як навпаки потребується, щоб сироп не містив кристалів, щоб концентрацію сухих речовин не перевищувала 70% за для уникнення зацукрювання труб, вентилів і т.д.

Сироп уварюють в спеціальних вакуум-апаратах, що працюють періодично.

Уварювання сиропів необхідно вести під розрідженням, так як концентрація киплячої маси досить висока, що викликає підвищення температури кипіння, наприклад на 20°C. Якщо уварювати сироп під атмосферним тиском, то температура кипіння буде  $100+20=120^{\circ}\text{C}$ , що викличе карамелізацію цукру, так як уварювання сиропу триває 2-4 години. Під розрідженням температура сиропу при уварюванні тримається лише 75-80°C. Утфель 1 кристалізації з вакуум апарата поступає на мішалку, звідки його направляють в центрифуги, де під дією відцентрової сили у обертаючому перфорованому барабані (1000об/хв) кристали цукру відокремлюються від міжкристальної речовини. Ця речовина називається зеленим витоком і містить всі нецукри і концентрований розчин цукру.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Березинець М.М.			Розробка системи автоматизації процесу кристалізації цукру	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Клименко О.М.					8	3
Секретар		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-2ск		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Чистота зеленого віддітку (75-78%) значно нижче чистоти утфеля, так як велика частина цукру буде видалена у вигляді кристалів.

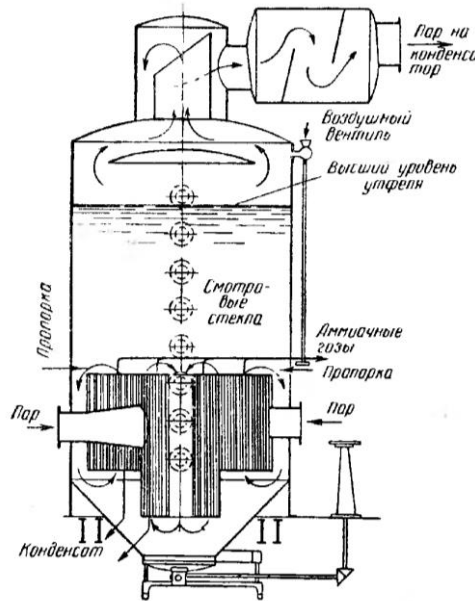


Рис.1.1 Вакуум-апарат з підвісною камерою.

На цукрових заводах застосовуються вакуум-апарати двох типів: вертикальні і горизонтальні. Вакуум-апарати мають форму вертикального циліндра висотою 5-7м і діаметром 2,4-4м. Ємність вертикального вакуум-апарату 100-800ц утфеля.

Сам апарат має дві циліндричні парові камери різного діаметру, вставлені одна в одну. Камери пронизані вертикальними обігрівачими трубками діаметром 70-100 мм. В середині центральної камери вмонтована циркуляційна труба (діаметром 500мм), обігрівачі трубки ширші ніж в звичайного випарного апарату для проходження більш густої маси утфеля (не 25-30мм, а 70-100мм). Внутрішня парова камера довша ніж зовнішня, таким чином внутрішня камера опущена глибше і обігріває нижню конічну частину апарату, викликаючи кипіння і циркуляцію утфеля, не дозволяючи масам кристалів цукру опускатися на дно апарату. Верхня поверхня обох камер обмежена одною горизонтальною площиною. Пара входить в кожную камеру з протилежних сторін, причому різного тиску. Також відбувається виведення конденсату.

					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

## 1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

Апарат, агрегат	Параметри, що підлягають контролю і сигналізації	Оптимальні значення параметрів	Допустимі технологічні	Аварійні відхилення параметра	Функції системи контролю і сигналізації			
					Вид контролю	Вид інформації	Сигналізація	
							Світлова	Звукова
Вакуум-апарат	Температура у вакуум апараті	70°C	+2 -2	+5 -5	Неперервний	П	-	-
	Тривалість уварювання утфеля	2-3 год.	+10 -10	+20 -20	Перервний	П	-	-
	Тиск в апараті	-70 кПа	+10 -10	+20 -20	Перервний	П	-	-
	Рівень в апараті	70%	+5 -5	+10 -10	Неперервний	П	+	-
	Температура в збірнику сиропу	85°C	+5 -5	+10 -10	Неперервний	П	-	-
	Вміст сухих речовин	92-95%	+5 -5	+10 -10	Неперервний	П	-	-
	Тиск гріючої пари	0,8МПа	+0,05 -0,05	+0,1 -0,01	Неперервний	П	-	-
	Витрата пари	100 м <sup>3</sup> /год	+5 -5	+10 -10	Неперервний	П	-	-
	Витрата сиропу	200 м <sup>3</sup> /год	+10 -10	+20 -20	Перервний	П	-	-
	Витрата утфелю	100м <sup>3</sup> /год	+5 -5	+10 -10	Неперервний	П	+	-
	Витрата пудри	15 кг/ год	+2 -2	+5 -5	Неперервний	П	+	-

## 2. Система автоматизації

### 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)

#### Температура

В промисловій термометрії використовується 2 основних методи вимірювання температури:

- контактний, який реалізується первинним вимірювальним перетворювачем, який знаходиться в безпосередньому контакті з вимірювальним середовищем;

-безконтактний, який реалізується в пірометрах, а температура визначається по тепловим електромагнітним випромінюванням нагрітих тіл.

У відповідності з основними методами вимірювання температури термометри класифікують наступним чином:

- контактні на:

1) термометри розширення: рідинні скляні (діапазон вимірювання від -200 до +600°C) та дилатометричні і біметалеві (від -150 до +700 °C). Принцип їхньої дії базується на зміні об'єму рідини чи лінійних розмірів твердих тіл при зміні температури;

2) манометричні термометри: (-200...+1000 °C) – в термометрах використовується зміна тиску газу, рідини чи пари в замкнутому об'ємі при зміні температури;

3) термометри опору, які використовують залежність електричного опору провідників та напівпровідників від температури і які поділяються на:

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Березинець М.М.			Розробка системи автоматизації процесу кристалізації цукру	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Клименко О.М.					11	47
Секретар		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-2ск		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

а) металеві ( від  $-260$  до  $+1100$  °С) та б) напівпровідникові ( $-275\dots+600$ °С);

4) термоелектричні термометри (термопари), які використовуються в діапазоні температур ( $-200\dots+2200$  °С), а принци дії ґрунтується на зміні термоелектрорушійної сили (ТЕРС) в ланцюгу при нагріванні спаю двох різнорідних металів.

Безконтактні (пірометри) на:

а) квазімонохроматичні ( $700\dots10000$ ° С);

б) спектрального відношення ( $300\dots2800$  °С);

в) повного випромінювання ( $-50\dots3500$  °С).

Принцип дії пірометрів базується на використуванні яскравості горіння чи сумарного теплового випромінювання при нагріванні тіла.

Вибір того чи іншого методу та ЗВ для вимірювання температури залежить від багатьох факторів, основними із яких є: а) межі випромінювання температури; б) точність випромінювання; в) склад і властивості вимірювального середовища.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в  
проекті

Розглянемо детальніше кожен із методів вимірювання та оберемо найоптимальніший для даного випадку.

Склянні рідинні термометри

Рідинні скляні термометри – вимірювання температури ґрунтується на різниці коефіцієнтів об'ємного розширення матеріалу оболонки корпусу термометра та рідини, яка в ньому міститься (розміщена) в залежності від температури.

Переваги скляних рідинних термометрів: простота конструкції, невисока вартість, достатня точність. Недоліки: відсутність дистанційної передачі та

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реєстрації показів, значна теплова інерційність, незручність зняття показів і невисока механічна міцність, що обмежує їх використання в технологічних вимірюваннях.

Висновок: відсутність дистанційної передачі робить неможливим регулювання температури в певних ділянках, адже вихідний сигнал в 4-20 мА необхідний для подальшої обробки на локальних регуляторах. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

### Манометричні термометри

Принцип дії манометричних термометрів ґрунтується на механічному переміщенні пружкого чутливого елемента в замкненій герметичній системі від зміни або тиску газу, або зміни об'єму рідини, або зміни тиску насиченої пари в залежності від вимірюваної температури.

Манометричні термометри відрізняються простотою конструкції, можливістю дистанційної передачі показів і автоматичного запису. Однією з важливих переваг є можливість їх використання в пожежо- та вибухонебезпечних приміщеннях. До недоліків необхідно віднести складність ремонту при розгерметизації системи, обмежену відстань дистанційної передачі і у багатьох випадках великі розміри термобалона. Газові і рідинні манометричні термометри мають клас точності 1; 1,5 і 2,5, а парові – 1,5; 2,5 і 4.

Висновок: манометричні термометри мають низький клас точності, їх монтаж на трубопроводах та апаратах досить складний. Ймовірність розгерметизації газового балона під час експлуатації досить висока. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

### Термоелектричні термометри

Принцип дії термоелектричних термометрів (термопар) ґрунтується на ефекті виникнення електрорушійної сили (ЕРС) в замкнутому ланцюгу, який складається із різнорідних провідників.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваги термопар: висока точність вимірювання значень температури (аж до  $\pm 0,01$  ° С), великий температурний діапазон виміру: від  $-250$  ° С до  $2500$  ° С, простота, дешевизна, надійність.

Недоліки:

- Для отримання високої точності вимірювання температури ( до  $\pm 0,01$  ° С) потрібна індивідуальна градуювання термопар.
- На показання впливає температура вільних кінців , на яку необхідно вносити поправку. У сучасних конструкціях вимірювачів на основі термопар використовується вимірювання температури блоку холодних спаїв за допомогою вбудованого термистора або напівпровідникового сенсора і автоматичне введення поправки до виміряної ТЕДС .
- Ефект Пельтьє ( в момент зняття показань, необхідно виключити протікання струму через термопару , так як струм, що протікає через неї, охолоджує гарячий спай і розігріває холодний) .
- Залежність ТЕРС від температури істотно нелінійна. Це створює труднощі при розробці вторинних перетворювачів сигналу.
- Виникнення термоелектричної неоднорідності в результаті різких перепадів температур , механічних напружень , корозії і хімічних процесів в провідниках призводить до зміни градуювальної характеристики і погрешностей до 5 К.
- На великій довжині термопарних і подовжувальних проводів може виникати ефект «антени» для існуючих електромагнітних полів.

Висновок: діапазон вимірювання занадто великий (до  $2000$  ° С), можуть виникати похибки вимірювані при великій довжині термопарних і подовжувальних проводів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Даний метод вимірювання може бути використаний як альтернатива наступному.

### Термометри опору

Принцип дії термометрів опору ґрунтується на властивості провідників (металів) та напівпровідників змінювати свій електричний опір  $R$  в залежності від зміни їхньої температури  $t$ .

#### Переваги:

- Висока точність вимірювань (зазвичай біля  $\pm 0,1$  °C)
- Висока надійність при використанні 4-х провідної схеми вимірювань
- Простота конструкції
- Прстота монтажу

#### Недоліки:

- Низький діапазон вимірювань (в порівнянні з термопарами)
- Не можуть вимірювати високих температур

Висновок: Висока точність, простота в конструкції, стійкість до агресивних середовищ є визначальними факторами у виборі вимірювального перетворювача. В даному курсовому проекті термометри опору є найбільш оптимальними засобами для вимірювання температури.

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

До таких інтелектуальних датчиків останнього покоління відноситься вимірювальний перетворювач температури Rosemount 148.

Вимірювальний перетворювач температури Rosemount 148 з вихідним сигналом 4-20 мА

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Rosemount 148 - це недорогий перетворювач температури, який використовується в поєднанні з первинними перетворювачами різних типів для будь-яких застосувань. Rosemount 148 скорочує витрати на кабель і монтаж і забезпечує чудову точність і надійність вимірювань.

### Переваги:

- Збільшення експлуатаційні характеристики в порівнянні з дротяними датчиками
- Сигнал 4 - 20 мА менш чутливий до перешкод
- Компенсація температури навколишнього середовища покращує експлуатаційні характеристики і якість обробки даних
- Безпосередній монтаж датчика
- Широкий асортимент захисних корпусів
- Простий у використанні комп'ютерний інтерфейс
- Універсальний вхід: 2,3,4-х провідні термометри опору і термопари, Ом, мВ

Цифрова похибка:  $\pm 0,15\%$  інтервалу вимірювання або  $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $33\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) для Pt100

Вплив температури навколишнього середовища:  $0,009\text{C}$  або  $0,006\%$  інтервалу вимірювання для термометрів опору;  $0,03\text{C}$  або  $0,006\%$  інтервалу вимірювання для термопар

Стабільність:  $\pm 0,15\%$  або  $0,15\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $32\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) за 1 рік

Вхідний сигнал: 2-, 3- і 4-х провідні термометри опору, термопари, мВ, Ом

Вихідний сигнал: Можливість програмування з допомогою комп'ютера

Напруга живлення: 12 В

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

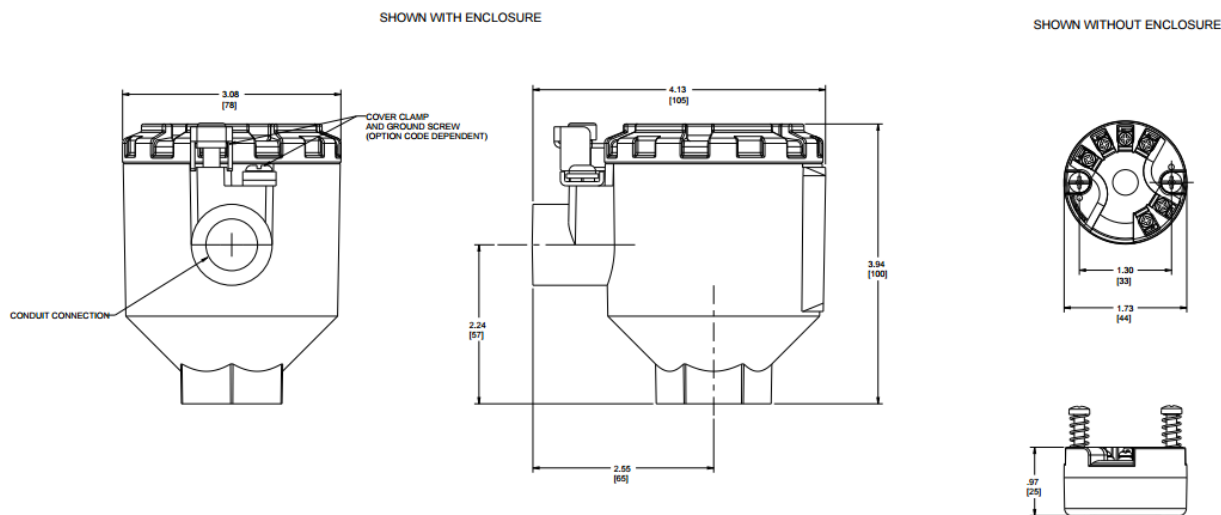


Рис.2.1 Зовнішній вигляд та монтаж Rosemount 148

### Тиск

В проекті використовуються тензоперетворювач Sitrans P Compact. Вимірювальний перетворювач SITRANS P Compact перетворює з високою точністю виміряні величини тиску в підводиться сигнал струму, наприклад в 4 до 20 mA. Він був розроблений у відповідності до вимог, що пред'являються до харчових, фармацевтичних і біотехнічних продуктам. Особливу увагу було звернуто на якість обробки поверхні. Наприклад, можливе забезпечення чистоти обробки поверхонь, що стикаються з продуктом, до Ra 0,4 μm (зона зварного шва: Ra <0,8 μm). Додатково можлива електрополіровка системи. Наступним відмітною ознакою є гігієнічний виконання під'єднання до процесу з різними антисептичними сполуками. Повністю зварений корпус з нерж.сталі (за вибором і з вилкою або кабельним виходом) може бути виконаний до класу захисту IP 67 і тим самим може легко і надійно чиститися. Завдяки відповідним температурним соединітельним елементам вимірювальний перетворювач може використовуватися для температур процесу до 200 ° C.

Відмінні ознаки:

- діапазони вимірювання від 0 до 160 mbar до 0 до 40 bar
- лінійна похибка вкл. гистерезис <+0,2% v.E.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- п'єзорезистивного вимірювальна система, вакуумпрочная і захищена від перевантажень
- гігієнічна конструкція відповідно до рекомендацій EHEDG, FDA і GMP
- матеріал і частота обробки поверхні згідно гігієнічним вимогам
- частини, що контактують з продуктом, з нерж.сталі; повністю зварні
- сигнальний вихід 4 до 20 mA, як опція 0 до 20 mA
- корпус з нерж.сталі з класом захисту IP 65, як опція IP 67
- температура процесу до 200 ° C
- вибухозахист II2G EEx ib IIC T6 по ATEX
- Принцип роботи

Тиск процесу впливає за допомогою передавального рідини через мембрану роздільник тиску на п'єзорезистивного напівпровідниковий вимірювальний міст. Вимірювальний перетворювач перетворює виміряні величини тиску в підводиться сигнал струму. Компенсаційна схема забезпечує значну незалежність вихідного сигналу від зовнішньої температури. Завдяки спеціально розробленим з'єднанням

роздільник тиску зі зменшеним системним об'ємом вплив температури процесу на вихідний сигнал значно зменшено порівняно зі звичайним гвинтовим з'єднанням. Для захисту від вологості, агресивного зовнішнього середовища і вібрацій електроніка залита. Вимірювальні перетворювачі надлишкового тиску можуть харчуватися нерегульованим постійною напругою в 6 до 30 V. Також доступні всі прийняті в вимірювальній техніці вихідні сигнали.

Технічні дані:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діапазон вимірювання 0 до 160 mbar

Конструкція • польовий корпус IP 65 або IP 67, з кабельним різьбових з'єднань

Матеріал корпусу: Нерж.сталь, матеріал Nr. 1.4404 / 1.4305

Накидна гайка: Polyamid (при електро. З'єднанні з вилкою або кабельному з'єднанні)

Внутрішнє провітрювання для діапазонів вимірювання <16 bar, в залежності від виконання через різьбу корпусу або з'єднувальний кабель.

Температурні діапазони:

Зовнішня температура: -10 до +70 ° C

Температура зберігання: -10 до +90 ° C

Вплив температури: <+0,2% v.E.

- Нульова точка <0,2% / 10 K v.E.

- Інтервал вимірювання <0,2% / 10 K v.E.

Напруга: ДК 24 V

Сигнальний вихід: 4 до 20 mA, 2-х дротова техніка або 0 до 20 mA, 3-х

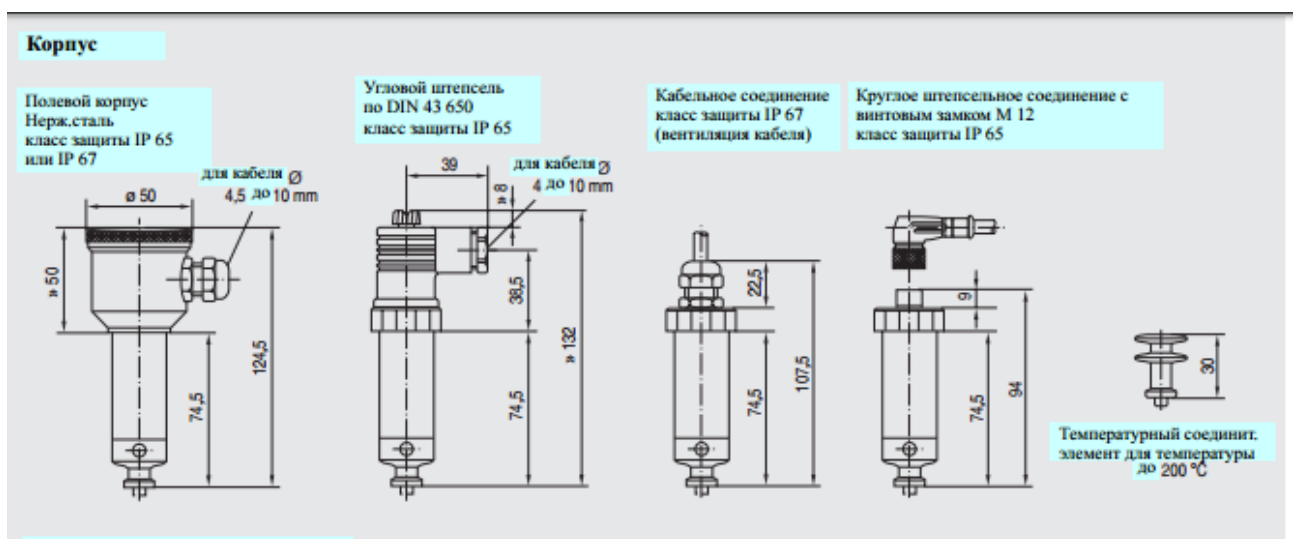


Рис.2.2 Зовнішній вигляд та монтаж Sitrans P Compact

					Кваліфікаційна робота	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## Рівень

Прилади рівня поділяються на дві основні групи: рівнеміри — для одержання безперервної інформації про положені рівня у резервуарі у будь-який момент часу; та сигналізатори рівня — для одержання інформації ( дискретного сигналу) про досягнення рівнем деяких фіксованих значень. Часто рівнеміри мають сигнальні пристрої та виконують функції сигналізаторів.

Промисловість випускає широку номенклатуру приладів рівня і їх в залежності від призначення і конструкції класифікуються наступним:

-за видом контрольованого матеріалу: а) прилади рівня для рідини; б) прилади рівня для сипких матеріалів;

-за принципом дії: 1) вказівні стекла (реалізують закон з'єднаних посудин); 2) поплавкові та буйкові; 3) гідростатичні; 4) ємнісні; 5) акустичні (ультразвукові); 6) індуктивні; 7) радарні та мікрохвильові; 8) радіоактивні; 9) електроконтактні;

-за способом відліку: а) з безпосереднім відліком; б) з електричною передачею показів; в) з пневматичною передачею показів;

-за типом ємності: а) для відкритих та для закритих ємностей під тиском.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в проекті

### Поплавкові та буйкові рівнеміри

Поплавковим називається рівнемір, принцип роботи якого ґрунтується на залежності положення чутливого елемента — поплавка від рівня рідини, в якій він знаходиться. Поплавок плаває на поверхні рідини і відслідковує її рівень. Деяке занурення поплавка у вимірювану рідину за її незмінної густини є незмінним. Рівень визначається за положенням покажчика, з'єданого з поплавком гнучким (стрічка, трос) або жорстким механічним зв'язком.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Буйковими називаються рівнеміри, принцип роботи яких ґрунтується на законі Архімеда: залежності виштовхувальної сили, яка діє на чутливий елемент — буйок, від рівня рідини (див. розділ - густиноміри).

Недоліком поплавкових рівнемірів і регуляторів рівня є велика металоємність, недостатня надійність та точність. Коливання значення густини рідини викликає додаткову похибку вимірювань. Для її зменшення слід зменшити занурення поплавка, що досягається або збільшенням площі перерізу або полегшенням поплавка.

Переваги поплавкових рівнемірів: простота конструкції; широкий діапазон вимірювань; досить висока точність та можливість вимірювання агресивних та в'язких середовищ. Найчастіше використовуються для вимірювання рівня рідин у великих відкритих резервуарах, а також закритих з низьким тиском.

Висновок: поплавкові й буйкові рівнеміри, наприклад, не можуть використовуватися для контролю рідин, які швидко кристалізуються, липких і грузлих продуктів. Затор є грузлим продуктом, тому використання буйкових рівнемірів неможливе.

### ЄМНІСНІ РІВНЕМІРИ

У ємнісних рівнемірах використовуються діелектричні властивості рідин. Первинний вимірювальний перетворювач (ПВП) ємнісного рівнеміра (рис. 2.4) являє собою електричний конденсатор, який перетворює зміну рівня рідини на пропорційне змінювання ємності. ПВП являє собою електрод або електроди (циліндричні або у вигляді пластин), що опускаються у вимірюване за рівнем середовище.

Принцип ємнісних ПВП ґрунтується на різниці між діелектричною проникністю рідини та повітря і відповідно на залежності електричної ємності датчика від зміни рівня рідини або сипкого матеріалу постійної вологості. Для кожного значення рівня, ємність датчика визначається як ємність двох паралельно з'єднаних конденсаторів, один з яких утворюється частиною електродів

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перетворювача і рідиною, рівень якої вимірюється, а другий — іншою частиною електродів перетворювача і повітрям або парою рідини.

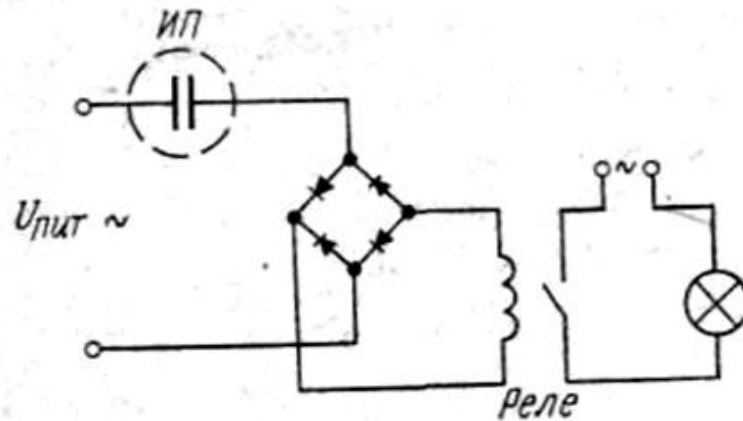


Рис.2.3. Принципова електрична схема кондуктометричного сигналізатора рівня

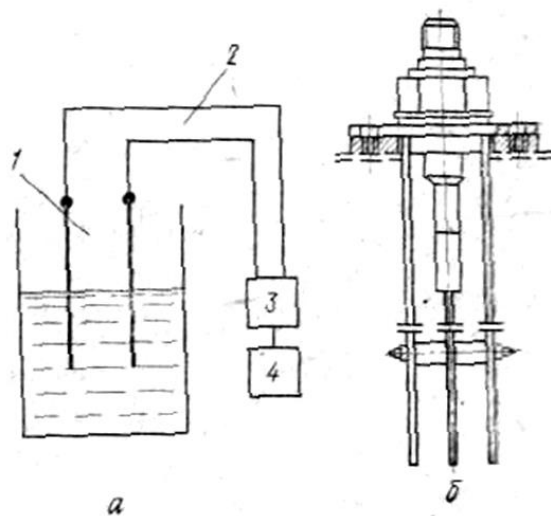


Рис. 2.4. Структурна схема (а) і вимірювальний перетворювач (плстинчатий) ємнісного рівнеміра (б)

Ємнісний рівнемір (рис.2.4) складається з ПВП 1, що опускається у вимірюване середовище, проводів 2 з'єднання, вимірювального блоку 3 і показуючого або самописного приладу 4.

					Кваліфікаційна робота	Арк
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ємність перетворювача, що має постійну по висоті форму електродів (у  $\Phi$ ):

$$C = \varepsilon G_0 h + \varepsilon_0 G_0 (l-h) = [(\varepsilon_r - 1) h + 1] \varepsilon_0 G_0, \quad (6.4)$$

де  $\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0$  — абсолютна діелектрична проникність матеріалу,  $\Phi/\text{м}$ ;  $G_0$  - стала провідності системи електродів, яка залежить від їхньої геометрії;  $h$  — глибина занурення електрода в матеріал, м;  $l$  — повна довжина електродів, м.

Для неелектропровідних матеріалів застосовуються неізольовані електроди у вигляді стержня, двох коаксіальних циліндрів або паралельних пластин. Для електропровідних матеріалів електроди покриваються шаром ізоляції, частіше всього фторопластом. Електроди включаються в мостову схему або коливальний контур генератора високої частоти. Зміна рівня вимірюваного середовища приводить до зміни ємності у міжелектродному просторі датчика, що для пластинчатого перетворювача викликає зміну його ємності за формулою:

$$C_{II} = [0,088b/a] [\varepsilon_{ж}h + \varepsilon_{cp} (H-h)], \quad (6.5)$$

де  $b$  - ширина пластини перетворювача, м;  $a$  — відстань, між пластинами, м;  $\varepsilon_{ж}$  - діелектрична проникність рідини;  $h$  — вимірювана висота рівня, м;  $\varepsilon_{cp}$  — діелектрична проникність середовища (для повітря  $\varepsilon_v=1$ );  $H$  — висота (довжина) пластин, м.

Ємнісні сигналізатори рівня по конструкції, простіші ємнісних рівнемірів і являють собою ємнісні реле, що спрацьовують при підході рівня середовища до електрода (або при його зануренні в середовище).

### Ємнісні сигналізатори граничного рівня

Ємнісні сигналізатори рівня (рис.2.5) по реалізації значно простіші ємнісних рівнемірів і являють собою ємнісні реле, які спрацьовують при зміні ємності самого ПВП або ємності між ПВП та поверхнею (рівнем) речовини. Такі реле будуються за генераторними схемами і ємність ПВП вмикають у контури, що задають частоту коливань таких генераторів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.2.5 Розміри SITRANS LR 200

Повністю лита конструкція гарантує надійну роботу при вібрації (до 4g), наприклад, в резервуарах з мішалками.

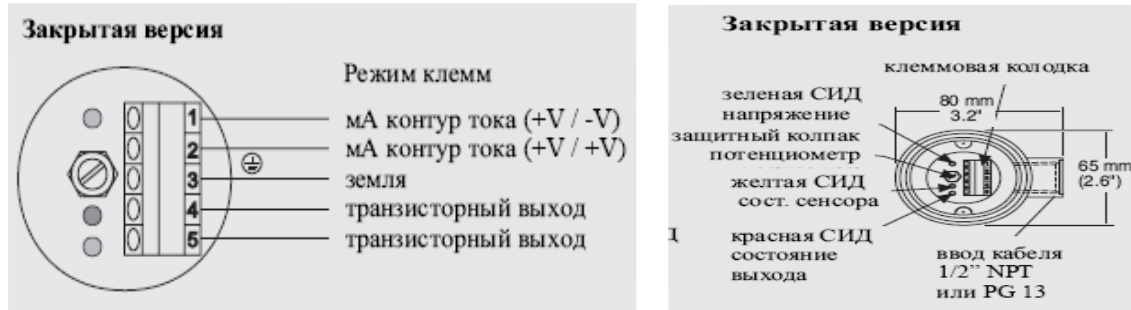


Рис.2.6. Загальний вигляд сигналізатора Pointek CLS 100 при знятій герметичній кришці.

Потенціометр призначений для налаштування значення ємності, при якій спрацьовує тригер Шмідта.

Переваги:

- простий монтаж та контроль через вбудовані світлодіоди;
- Pointek CLS 100 практично не потребує технологічного обслуговування завдяки відсутності рухомих частин;
- налагоджувальна чутливість;
- має інтегровану стандартну конструкцію корпусу з термопластичного поліестеру (VALOX) та має стандартну іскро- та пиловихобезпечну конструкцію.

### Витрата

За принципом дії витратоміри поділяють на витратоміри сипких матеріалів та рідин і газів. Останні в свою чергу ділять на:

- лічильники рідин та газів;
- витратоміри змінного та постійного перепаду тиску;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- індукційні витратоміри;
- витратоміри змінного рівня (щілинні).

Для вимірювання об'єму або маси речовини застосовуються також лічильники кількості. Для вимірювання маси твердих та сипких матеріалів застосовуються вагові лічильники; дозування сипких та рідинних речовин проводиться об'ємними та ваговими дозаторами.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в  
проекті

#### Тахометричні лічильники

За принципом дії тахометричні лічильники рідин і газів поділяються на швидкісні та об'ємні. У швидкісних приладах рідина, яка проходить через камеру, обертає вертушку, кутова швидкість якої пропорційна швидкості потоку. Такі прилади використовуються як лічильники гарячої та холодної води.

Переваги:

- простота конструкції;
- можливість вимірювання витрати рідин, що містять механічні домішки.

Недоліки:

- збільшення амплітуди коливань рухомого елемента і як наслідок удари об стінки вимірювальної камери;
- складнощі із забезпеченням надійності перетворювача частоти обертання рухомого елемента в частотний вихідний сигнал.

Висновки: середовище функціонування витратоміра є агресивним (висока температура), а тахометричні лічильники в основному використовуються для

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірювання витрати води та неагресивних рідин. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

### Витратоміри змінного та постійного перепаду тиску

Первинні вимірювальні перетворювачі (ПВП) витрати змінного та постійного перепаду тиску відносяться до дросельних перетворювачів, тобто, перетворювачів, які дещо звужують основний потік рідини або газу в трубопроводі. Принцип дії таких перетворювачів ґрунтується на законі стаціонарного руху ідеальної рідини Данила Бернуллі: «Якщо зменшити поперечний переріз труби, то швидкість руху рідини або газу в цьому місці зростає, а тиск зменшується», тобто, виникає різниця тисків ( $\Delta p$ ) в речовині в місцях до звуження та відразу після звуження.

#### *Переваги:*

- простота конструкції і надійність у роботі;
- широкий діапазон вимірювання.

#### *Недоліки:*

- необхідність вертикального розташування;
- висота підняття поплавця-індикатора залежить від густини та в'язкості середовища;
- необхідність візуального зчитування показів, що ускладнює використання такої конструкції в засобах автоматизації;
- оптичне зчитування можливе лише для прозорих рідин.

Висновок: складність монтажу, в'язкість рідини суттєво впливає на точність вимірювання. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

### Індукційні витратоміри

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип дії всіх магніто-індукційних витратомірів ґрунтується на явищі, яке описується законом електромагнітної індукції Фарадея. Суть явища електромагнітної індукції і закону Фарадея полягає в тому, що під час переміщення будь-якого провідника у магнітному полі на його кінцях виникає індукована електрорушійна сила  $U_m$ , яка пропорційна довжині  $L$  провідника, швидкості переміщення  $V$ , магнітній індукції  $B$  та синусу кута  $\alpha$  між магнітною індукцією та напрямком швидкості:

$$U_m = B V L \sin \alpha$$

Переваги:

- температура, тиск, в'язкість та густина рідини не впливають на результати вимірювань.
- витратомір здійснює вимірювання витрати агресивних та частково абразивних середовищ за умови правильного вибору матеріалу внутрішньої труби та електродів.
- тверді частинки, що попадають у вимірювальний перетворювач одночасно з вимірюваним середовищем (рідиною), як правило не впливають на результати вимірювань.
- максимальна похибка вимірювання для складає - 0,25% .

Висновок: Висока точність вимірювання, неприхотливість до середовища, легкість монтажу робить цей метод вимірювання найбільш прийнятним для даної ділянки технологічного процесу..

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

Магніто-індукційний витратомір Sitrans FM MAG 6000 фірми «Siemens» є керуємим мікропроцесорним вимірювальним перетворювачем з вбудованою текстовою індикацією режиму налаштування та роботи на 11-ти мовах. В

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залежності від місця розташування витратоміра, він виконується в вигляді або компактного приладу (рис. 2.9,а), або у вигляді двох блоків: сенсора MAGFLO та вторинного вимірювального перетворювача MAG 6000 (мікропроцесорного блоку живлення та обробки, рис. 2.9,б). Останній може бути розташований на відстані на щиті.

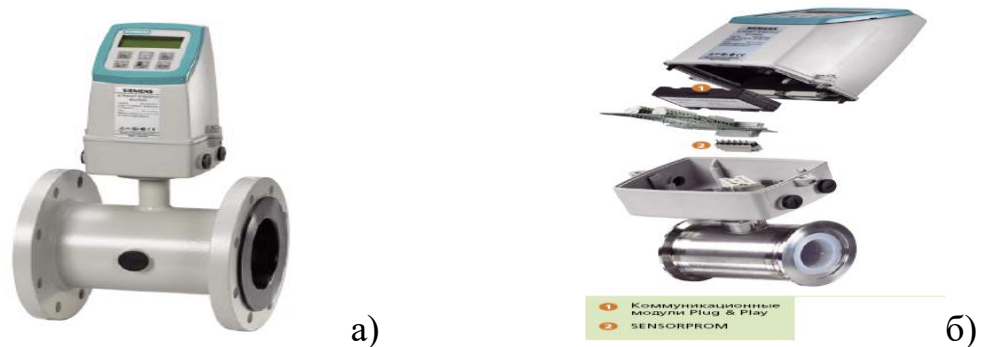


Рис. 2.9 Індукційний витратомір Sitrans FM MAG 6000 фірми «Siemens».

Комплект Sitrans FM MAG 6000 призначений для вимірювання витрати потоку практично всіх електропровідних рідин, а також суспензій та паст. Єдиною умовою його нормальної роботи є наявність хоча б мінімальної (5 мікросим/см) електропровідності в середовищі, витрати якого вимірюють.

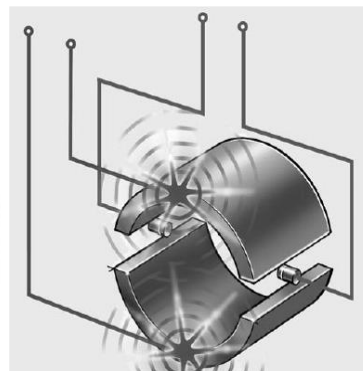
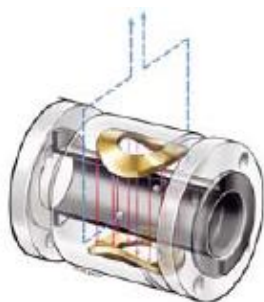
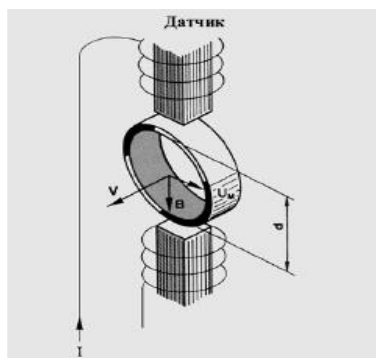
#### Принцип дії ПВП

На рис.2.10,а приведена узагальнена схема індукційного первинного вимірювального перетворювача витрати, де зображено електромагніт, який збуджується змінним струмом  $I$  (напругою збудження  $U_{збудж}$ ) і який на ділянці між полюсами створює рівномірне однорідне магнітне поле з індукцією  $B$ . Розміщення обмоток збудження електромагніту показано і на рис.2.10,б та рис. 2.10,в. В полі магніту розміщена немагнітна труба, по якій протікає вимірювана по витратам рідина з швидкістю  $V$ . В індукційних витратомірах рухомим провідником є електропровідна рідина, витрати якої вимірюють. Магнітна індукція  $B$  пронизує рідину вертикально відносно напрямку її потоку ( $\sin \alpha =$

$\sin 90^\circ = 1$ ), і в рідині, як у рухомому провіднику, наводиться (індукується) електрорушійна сила  $U_m$ .

$U_{збудж}$

$U_m$



а)

б)

в)

Рис.2.10. Узагальнена принципова схема будь якого магніто-індукційного сенсора.

Значення цієї електрорушійної сили знімається з двох точкових електродів, що розміщуються на протилежних кінцях внутрішнього діаметру немагнітної труби і зсунуті по відношенню до обмоток збудження на  $90^\circ$  (рис.7.8б та в). Електроди контактують з вимірюваною за витратами рідиною, але ізольовані від труби, яка виготовляється, як правило, із нержавіючої сталі.

В загальному, індукована в рідині ЕРС дорівнює:

$$U_m = B * V * d, \quad (7.19)$$

де  $B$  – магнітна індукція, тл;  $V$  – швидкість потоку, м/с;  $d$  – довжина рідинного провідника, що відповідає довжині провідника  $L$  по залежності (7.18) і дорівнює діаметру трубопроводу, м.

Витрати рідини у трубопроводі дорівнюють добутку площі перетину трубо-

проводу на швидкість потоку  $V$ :

$$F = S \cdot V \quad (7.20)$$

У результаті спільного розв'язання рівнянь (2) та (3) отримуємо:

$$F = S \left( \frac{U_m}{B \cdot d} \right) = \left( \frac{\pi d^2}{4} \right) \cdot \left( \frac{U_m}{B \cdot d} \right) = k \cdot U_m, \quad (7.21)$$

де  $k$  — коефіцієнт пропорційності (постійна сенсора), який залежний від конструкції приладу.

Таким чином, витрата рідини у трубопроводі, вимірювана за допомогою індукційного витратоміра, буде пропорційна ЕРС  $U_m$ . Сигнал первинного перетворювача індукційного витратоміра містить, крім корисної складової, що визначається формулою (1) і є мірою витрати, трансформаторну ЕРС, що наводиться електромагнітним полем перетворювача в рухомому рідинному провіднику. Трансформаторна ЕРС зсунута по фазі відносно корисного сигналу на  $90^\circ$  і компенсується за допомогою ланцюга, що складається із спеціального подільника напруги.

### Вміст сухих речовин

Промисловий рефрактометр ПР-1М призначений для безперервного вимірювання концентрації розчинів різних рідин в промислових технологічних процесах. Рефрактометр може застосовуватися в харчовій, целюлозно-паперовій, хімічній, нафтохімічній та інших галузях промисловості. Прилад може бути відкалібрований на вимірювання концентрації широкого кола речовин як на замовлення, так і безпосередньо на виробництві. Принцип дії виключає вплив кольору розчину, бульбашок повітря, твердих частинок.

Конструктивно рефрактометр ПР-1М виконаний у вигляді єдиного модуля. Занурюваний вузол виготовлений з нержавіючої сталі. Оптична призма виготовлена з лейкосапфіра. Габаритно-монтажні розміри погрузаємого вузла і приєднувального фланця можуть бути погоджені із замовником.

### ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Робочий діапазон показника заломлення середовища: 1,320 - 1,540

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робочі межі вимірювання концентрації: 0 - 100%

Діапазон вимірювання концентрації в робочих межах: 40%

Похибка вимірювання показника заломлення:  $\pm 0,0002$

Похибка вимірювання концентрації:  $\pm 0,1\%$

температурна компенсація: автоматична

Межі зміни температури контролюваного розчину: 0 - 140 ° С

Похибка вимірювання робочої температури, не гірше:  $\pm 1$  ° С

Максимальний тиск середовища: 20 бар

Вихідні сигнали: аналогові (концентрація, температура) цифрові (на замовлення) 4 - 20 mA, RS232 / RS485

Ступінь захисту корпусу: IP66 (Nema 4X)

Індикатор: 2-х рядковий РК з підсвічуванням

Габаритні розміри (з плоским фланцем): 195x195x340 мм

Маса, не більше: 9 кг

Живлення: 220 В, 50 Гц

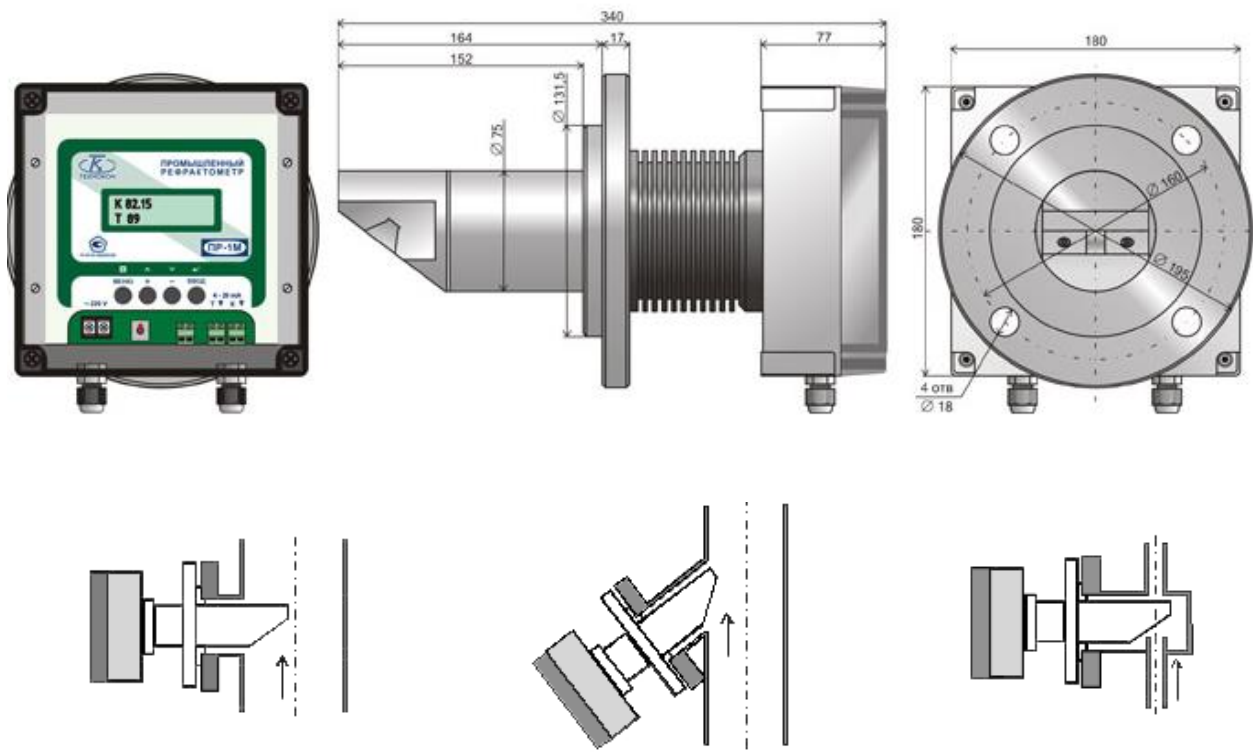


Рис.2.11 Приклади монтажу рефрактометра ПР-1М

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

## 2.2. Схема автоматизації.

Функціональна схема автоматизації (ФСА) призначена для визначення основних контурів контролю, сигналізації і регулювання основних технологічних параметрів.

### Температура

Регулювання температури здійснюється збірнику сиропу термометром опору ОВЕН ДТС 054 (1а) та встановленням керувальної дії з ЕОМ чи МПК через електропневматичний перетворювач Dwyer 2700 (1б) на пневматичний сідельчатий клапан Siemens PS-2 (1в) що змінює положення регулюючого органу в трубопроводі пари.

### Тиск

Відбувається регулювання тиску в вакуумі-апараті за допомогою ПВП тиску Sitrans P Compact (2а). Сигнал 4-20 мА із датчика надходить на модуль аналогових входів МПК, де перетворюється в цифровий сигнал 0-10000, опрацьовується програмою. Якщо є розузгодження із заданим значенням. То тоді на виході із МПК через модуль аналогових виходів пропорційний сигнал 4-20 мА надходить на електропневматичний перетворювач Dwyer 2700 (2б) на пневматичний сідельчатий клапан Siemens PS-2 (2в) що змінює положення регулюючого органу в трубопроводі.

### Рівень

Контур регулювання рівня в вакуум апараті реалізований на ємнісних рівнемірах Siemens Sitrans Pointek CLS 200 (8а, 8б), що передають сигнал на МПК на модуль дискретних входів, керуючий сигнал з якого управляє пневматичним клапаном (8г) з допомогою електропневмоперетворювача (8в).

Рівень і збірнику сиропу вимірюється за допомогою радарного рівнеміра Sitrans LR 400 (7а). Регулювання витрати відбувається за допомогою частотного перетворювача Lenze 8200 Vector (7б), який змінює частоту обертів двигуна насоса М1.

### Витрата

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контроль витрати сировини та готового продукту здійснюється ПВП магнітоіндукційного витратоміра Sitrans FM MAGG 6000 (5а-8а), передає сигнал на вторинний перетворювач витрати Sitrans FM MAGG 1100 (5б-8б). Сигнал 4-20 мА надходить на модуль аналогових входів МПК, де далі перетворюється в цифровий сигнал і виводиться на екран оператора.

### рН

Контур регулювання рН в вакуум-камері реалізований на рН-метрі Siemens Sipan (9а), що передають сигнал на МПК, керуючий сигнал з якого управляє пневматичними клапанами (9в) з допомогою електропневмоперетворювачів (9б).

### В'язкість

Регулювання в'язкості відбувається в вакуум камері. Вимірювання відбувається за допомогою ротаційного віскозиметра РВ-7 (10а). Сигнал 4-20 мА із датчика надходить на модуль аналогових входів МПК, де перетворюється в цифровий сигнал 0-10000, опрацьовується програмою. Якщо є розузгодження із заданим значенням. То тоді на виході із МПК через модуль аналогових виходів пропорційний сигнал 4-20 мА надходить на електропневматичний перетворювач Dwyer 2700 (10б) на пневматичний сідельчатий клапан Siemens PS-2 (10в) що змінює положення регулюючого органу в трубопроводі.

## 2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ п/п	Найменування и технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниці	Потреба за проектом	Примітка
1	2	3	4	5	6
<b>Прилади по місцю</b>					
1а	Термометр опору з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 DC Діапазон вимірювань -50...+150 С	ДТС 054	шт.	1	ОВЕН

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2а	Манометр контактний Клас точності – 0,1. Вхідний сигнал(мА; В): 4-20 мА Діапазон вимірювання 5 КПа...6 МПа,	Sitrans P Compact	Шт..	1	Siemens
3а-6а	ПВП витрати. Принцип дії: електромагнітний Діаметр Ду: 15..2000 мм Температура вимірюваного середовища: -40 ... 1800С Тиск: до 40 бар Точність 0.25% (з перетворювачем MAG 6000), 0.5% (перетворювач MAG 5000) Ступінь пило вологозахисту: IP67 / IP68 Вихідний сигнал: 1 струмовий, 1 частотний / імпульсний, 1 релейний (преобразів. MAG 5000/6000) Напруга живлення: 220V AC або 24 V AC / DC (перетворювач MAG 5000/6000)	Sitrans FM MAGG 1100		4	Siemens
3б-6б	Вторинний перетворювач витрати Вих.сиг. 4-20 мА Температура вимірюваного середовища: -40 ... 1800С Тиск: до 40 бар	Sitrans FM MAGG 60 00	л/год	4	Siemens
7а	Радарний рівнемір, діапазон вимірювання до 20 м	LR400	шт.	1	Siemens, Німеччина
8а,8б	Тип: сигналізатор рівня Принцип дії: емнісний Температура вимірюваного середовища: -40 .. 125 ° С Тиск в системі: 0 .. 25 бар, 0 .. 10 бар (в кабельній версії) Довжина стрижня: до 35000 мм (в кабельній версії для рідин) Функція: на виході реле AC / DC, транзистор DC, інтерфейс	Pointek CLS 200	шт.	2	Siemens, Німеччина

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

	PROFIBUS PA Живлення: АС / DC				
9а	рН-метр Діапазон вимірювань -0-14 од. рН	Siran	шт.	1	Siemens, Німеччина
10а	Ротаційний віскозиметр Діапазон вимірювання:10 ... 200 000 мПа·с Клас точності-0,1.	PB-7	шт.	1	Промприбор
1в,2в 8г,9в,10в	Клапан сідельчатий регулюючий , живлення 140 кПа, сигнал управління 20-100 кПа	PS2	шт	5	Siemens, Німеччина
<b>Прилади на щиті</b>					
1б,2б 8в,9б,10б	Перетворювач електропневматичний	2700	шт	5	Dwyer, США

## 2.4. Проектне компонування мікропроцесорних контролерів

Управління процесом здійснюється за допомогою мікропроцесорного багатофункціонального контролера *Modicon TSX Premium*. Він призначений для збору, обробки інформації, реалізації функцій контролю, програмо-логічного управління, регулювання, протиаварійних захистів і блокувань.

*Modicon TSX Premium* – промисловий контролер нового покоління фірми Schneider Electric, для програмування якого використовується програмне забезпечення *UNITY PRO*. *Modicon TSX Premium* – контролер модульного типу, конфігурація якого вибирається в залежності від кількості входів-виходів і алгоритму управління. Модулі кріпляться на *шасі*, яке виконує механічну та електричну функції. Така конструкція дає можливість гарячої заміни модулів без зупинки контролера. *Premium* може включати від 1-го до 4-х *шасі* з різною кількістю місць для установки модулів (від 4-х до 12-ти) , об'єднаних між собою *BusX* шиною, загальною довжиною до 30 м.

### Архітектура TSX Premium

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікропроцесорні контролери TSX Premium призначені для керування складними технологічними або виробничими процесами, які вимагають обробки великої кількості інформації й керування великою кількістю виконавчих механізмів.

. Архітектурно TSX Premium складається з одного або кількох з'єднаних між собою окремих шасі, на яких встановлюються різноманітні модулі: процесора, блоків живлення, модулів дискретних і аналогових входів-виходів, лічильників, комунікаційних і інших. Загальна довжина такої розподіленої шини контролера не може перевищувати 100 метрів.

До складу контролера входить один процесорний /модуль, але кожне шасі повинно мати свій блок живлення, потужність якого вибирається залежно від кількості й характеристик модулів, встановлених у це шасі.

При конфігуруванні контролера враховуються типи і кількість модулів входів-виходів, які необхідно використовувати для під'єднання датчиків і виконавчих механізмів, а також інших спеціальних модулів (комунікаційних, безпеки, розширення і т.ін.). Після цього можна розпочинати вибір процесорного модуля й конфігурації контролера.

Основним конструктивним елементом контролера є шасі. З одного боку, шасі використовується як конструктивний елемент, на якому розміщуються й закріплюються окремі модулі контролера, з іншого - шасі має загальну шину, що називається X-Bus, і по якій відбувається як живлення модулів встановлених у шасі, так і обмін сигналами та даними між окремими модулями контролера.

Для того щоб більш повно відповідати вимогам користувача, у контролері Premium використовуються два типи шасі, кожне з яких може мати 4, 6, 8 або 12 місць для встановлення модулів.

Стандартне шасі використовується у тому разі, коли контролер складається з одного шасі.

Шасі, яке може розширюватись, призначено для створення контролера, який може включати кілька (до 16) шасі. Такі шасі мають розніми, через які за

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою спеціального кабелю внутрішні X Bus шини окремих шасі об'єднуються у загальну X Bus шину, що дає змогу обмінюватись сигналами і даними між модулями, встановленими у різні шасі. Загальний вигляд шасі, яке розширюватись, наведений на рис. 2.12.

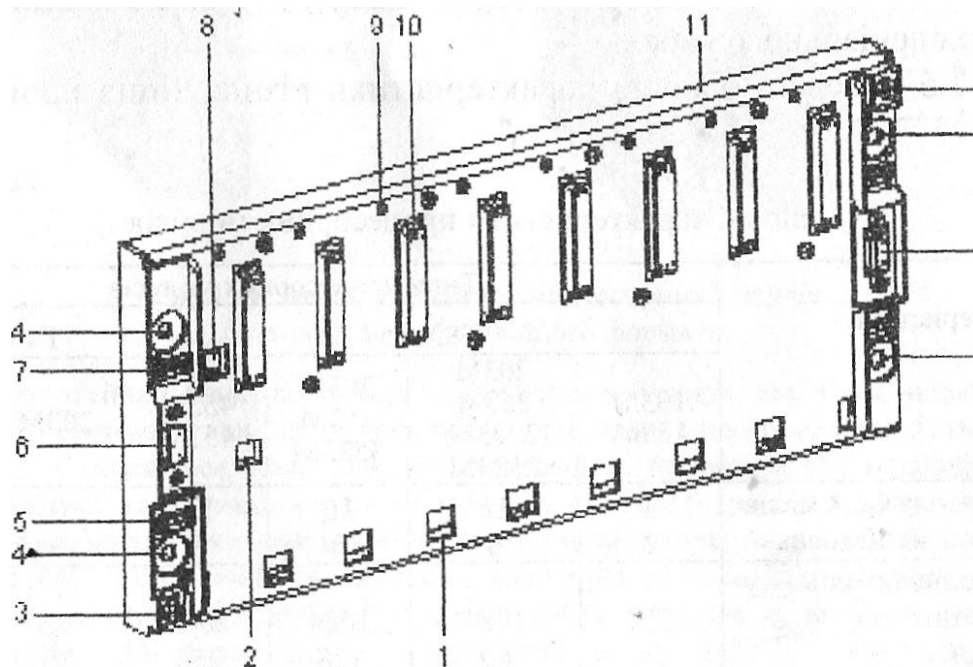


Рис.2.12 Шасі Modicon TSX Premium

*I* - апертури для закріплення модулів; 2 - апертура, яка гарантує правильне розташування модуля живлення на шасі. Оскільки модуль живлення має виступ на лицьовому боці модуля, його неможливо встановити у іншій позиції; 3 - клемма для заземлення шасі, 4 - отвори для закріплення шасі; 5 - місце для маркування адреси шасі; 6 - 9-штирковий роз'єм для під'єднання зовнішньої X Bus шини при під'єднанні до інших шасі; 7 - місце для маркування мережевої адреси контролера; 8 - мікроперемикачі для кодування адреси шасі; 9 - отвори з внутрішньою різьбою для закріплення модуля; /0-48- штирковий рознім для під'єднання модуля до шасі., *II* - металева пластина, що є основою для розташування електронної карти шини X Bus і захисту її від впливу електромагнітних перешкод; установлення МОДУЛІВ контролера

У стандартному шасі відсутні розніми для під'єднання X Bus шини й мікроперемикачі для кодування адреси шасі.

Якщо контролер складається з кількох шасі, то вони з'єднуються між собою за допомогою спеціального кабеля – X-Bus шини. Крім того, на кінцях X Bus шини повинні бути встановлені термінатори шини. Є два типи термінаторів - А і В, які мають позначення TSX TLY EX. Вони можуть бути встановлені у будь-якому порядку, але на одній шині повинні бути термінатори з різним літерним позначенням.

Для побудови більш складних структурно розподілених контролерів можна використовувати спеціальні модулі розширення X Bus шини — TSX REY 200.

### Процесорні модулі

Фірми, які випускають мікропроцесорні контролери, постійно працюють над їх удосконаленням і розширенням функціональних можливостей, тому їх типи змінюються. Випускаються процесорні модулі, які умовно можна поділити на дві групи: TSX P57 ххЗМ та Т РСХ 57 ххЗМ. Процесори TSX P57 ххЗМ встановлюються на шасі контролера, а Т РСХ 57 ххЗМ - на ISA шині РС. Процесорний модуль, розташований у корпусі РС, під'єднується до шасі з установленими модулями входів-виходів за допомогою спеціального кабелю. У табл. 1 наведені основні характеристики різних типів процесорних модулів.

Характеристики	Тип процесорних модулів					
		TSX P57			Т РСХ 57	
	ЛОЗ	203М	зозм	453		
	М	253 М	353М	М	203	353
	153	2023М	3523	453	М	М
	М	2523М	М	М		
Кількість шасі: - на 4,6,8	4	16	16	16	16	16
місць						
- на 12 місць	2	8	8	8	8	8
Кількість входів/виходів						102
у шасі: - дискретних	512	1024	1024	2048	1024	4
- аналогових	24	80	128	256	80	128

Кількість спеціальних модулів:	8	24	32	64	24	32
Кількість мереж	1	1	3	4	1	3
Кількість конфігурованих контурів регулювання		10	15	20	10	15
Пам'ять: - вбудоване ОЗУ - розширення ОЗУ	32	48	64	128	48	96
	64	160	384	512	160	384

Табл. 2.1 Характеристики різних типів процесорних модулів

Модулі процесорів розрізняються функціональними можливостями, основними з яких є:

- кількість шасі, які можуть входити до складу ПЛК;
- кількість входів-виходів, які може обробити контролер;
- кількість спеціальних модулів;
- кількість і типи мереж, до яких може під'єднуватись ПЛК;
- кількість конфігурованих контурів регулювання;

На рис. 1.16 показані загальні види процесорних модулів, які встановлюються на шасі.. За розміром вони бувають двох форматів: стандартного і подвійного.

Процесорні модулі 253М, 353М і 453М мають інтегровану польову шину FІРІО, до якої можна під'єднувати віддалені дискретні і аналогові сигнали. А модуль мережі Ethernet.

При виборі процесора Т РСХ 57 хх3М, місце для встановлення процесорного модуля на шасі залишається вільним.

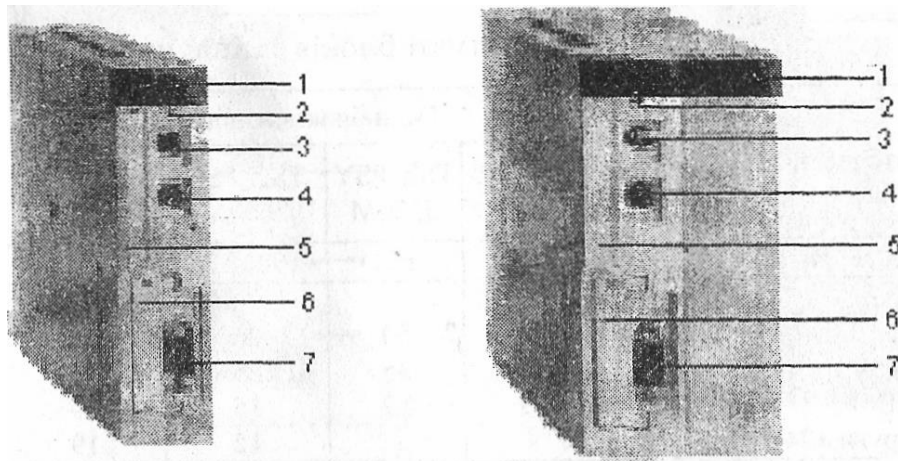


Рис.2.13 Загальний вигляд процесорних модулів стандартного і подвійного форматів:

1 - дисплейний блок, до складу якого входять чотири або п'ять індикаторних ламп: RUN (зелена) - ввімкнена, коли процесор працює і програма виконується; ERR (червона) - вмикається, коли виникає несправність процесора або встановлених у нього пристроїв (комунікаційних карт, карт пам'яті); I/O (червона) - вмикається, коли система самодіагностики виявить несправності модулів входів-виходів або помилки в конфігурації; TER (жовта) - миготить, коли працює термінальний порт. Частота миготіння визначається частотою передачі, FIP (жовта) указує на активність шини FIP10 (тільки для процесорів з інтегрованою шиною FIPIO). Частота миготіння визначається частотою передачі; 2 - кнопка під олівець RESET, при натисканні на яку відбувається холодний рестарт ЩІК; 3 - термінальний порт TER для під'єднати до нього периферійних пристроїв за протоколом UNI-TELWAY; 4 - термінальний порт AUX для під'єднання до нього периферійних пристроїв, які мають власне джерело живлення, за протоколом UNI-TELWAY; 5 - слот для встановлення карти розширення пам'яті формату PCMCIA типу 1 Якщо карта відсутня, на цьому місці обов'язково повинна бути встановлена спеціальна заглушка. Якщо її не буде, контролер зупиниться; 6 - слот для встановлення комунікаційної карти формату PCMCIA типу 3, яка дає можливість зв'язатись з процесором по мережах FIPWAY, FIPIO Agent, UNI-TELWAY або за послідовним протоколом зв'язку. Якщо комунікаційна карта відсутня, слот повинен бути закритий

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кришкою; 7 - 9-штирковий SUB D рознім для під'єднання до інтегрованої у процесор польової шини FІРІО. Цей рознім є тільки на процесорах, які мають таку шину.

Модуль процесора з'єднується із шасі за допомогою кабелю X Bas шини. Вважається, що на процесорному модулі встановлений термінатор із позначенням А, тому на іншому кінці X Bas шини (останнє шасі) необхідно встановити термінатор лінії з позначенням В.

#### Блоки живлення

У кожному шасі повинен бути встановлений блок живлення. Пропонуються різні типи блоків живлення, які розрізняються живленням від змінного або постійного струму, потужністю, а також розмірами. У табл.2.2 наведені типи й основні технічні характеристики блоків живлення.

Таблиця 2.2 Загальні характеристики блоків живлення

Загальні характеристики	Типи блоків живлення					
	TSX PSY 1610 М	TSX PSY 3610 М	TSX PSY 5520 М	TSX PSY 2600М	TSX PSY 5500М	TSX PSY 8500 М
Напруга живлення, В	±24	±24	±24 •	- 100....2 40	-100. ..240	-100 .240
Потужність, Вт:						
загальна	30	50	50	26	50	77
по напрузі ±24 В	15	35	35	25	35	75
по напрузі ±5 В	15	19	19	15	19	-
зовнішньої напруги ±24В	-	-	-	12	19	38
Формат	Стандартний	Подвійний		Стандартний	Подвійний	

Як видно з табл. 2.2, блоки, що живляться змінною напругою, мають додатковий вихід для живлення ланцюгів датчиків напругою 24 В постійного струму.

Блок живлення для кожного шасі вибирається виходячи з типів і кількості модулів, які планується встановити у шасі. Для цього використовуються дані, наведені в інструкції за експлуатації, про потужність, яку споживає кожний модуль по напрузі  $U=5$  В і  $U=24$  В. Після цього розраховується загальна потужність, яку споживають всі модулі, встановлені у шасі, і підбирається блок живлення, який може задовольнити цим потребам.

На рис.2.14 показано загальний вигляд блоків живлення стандартного й подвійного формату.

Сигнальне реле, що встановлене у кожному блоці живлення, виконує кілька функцій: в якщо блок живлення розташований у шасі з установленим модулем процесора, то за нормальної роботи контролера контакт сигнального реле замкнений; якщо з якоїсь причини виконання програми припиняється і контролер переходить у режим STOP, контакт реле розмикається;

У блоках живлення, встановлених у інші шасі контролера, контакт сигнального реле замкнений у разі, якщо блок живлення працює нормально. В іншому разі цей контакт розмикається. Отже, контакти сигнального реле можна використовувати у системах безпеки контролера і системи керування.

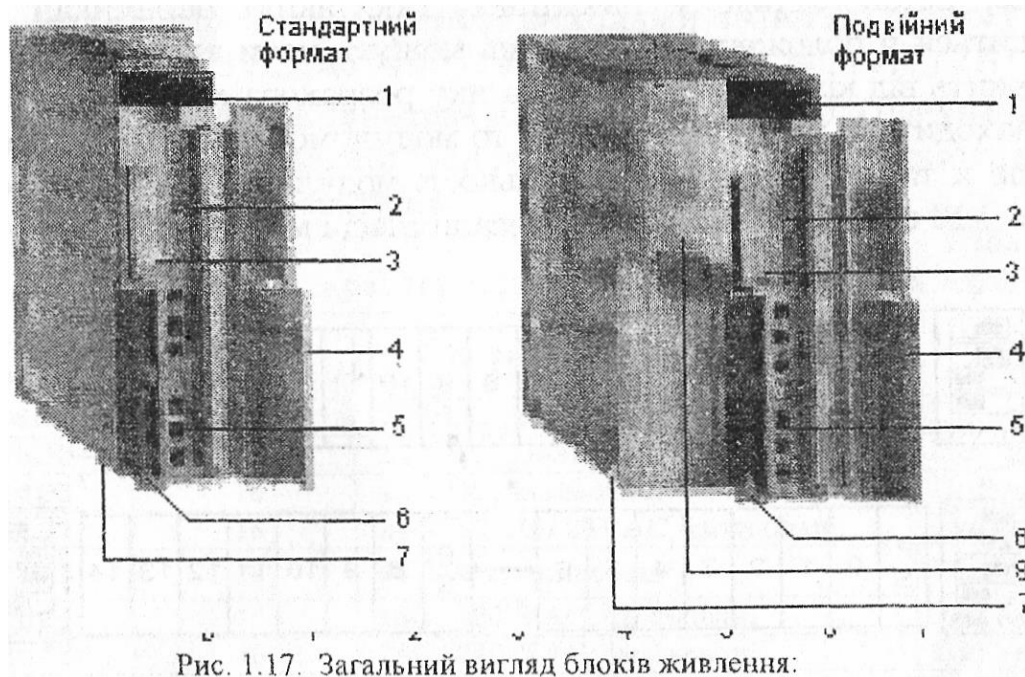


Рис. 1.17. Загальний вигляд блоків живлення:

Рис.2.14 Загальний вигляд блоків живлення стандартного й подвійного формату

1 - дисплейний блок, який включає: індикаторну лампу ОК (зелена), яка ввімкнена якщо блок працює нормально; індикаторну лампу ВАТ (червона), яка ввімкнена, якщо несправна або відсутня батарейка резервного живлення оперативної пам'яті процесора; індикатору лампу 24 В (зелена), яка ввімкнена, якщо напруга датчиків  $\pm 24\text{В}$  у нормі. Цей індикатор встановлений у блоках живлення змінного струму; 2 - кнопка під олівець RESET, натискання якої викликає теплий перезапуск контролера; 3 - слот для встановлення батарейки резервного живлення оперативної пам'яті процесора; 4 - кришка для захисту контактів; 5 - виводи "під гвинт" для під'єднання: мережі живлення, контактів сигнального реле, живлення датчиків (для модулів живлення змінного струму); 6 — хомут для закріплення кабелю живлення; 7 - запобіжник; 8 - селектор живлення, який встановлений на блоках живлення TSX PS Y 5500M і TSX PSY 8500M.

#### Принципи розміщення й адресації модулів у контролері

Кожне шасі, яке входить до складу контролера, має свою унікальну адресу. Якщо контролер складається з одного стандартного шасі, воно, по замовченню, має адресу 0.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо контролер складається з кількох шасі, які розширюються, то адреса кожного шасі виставляється за допомогою мікроперемикачів, які розташовані на шасі (рис. 1.15, поз. 8). Для шасі, в якому розміщений процесорний модуль, встановлюється адреса 0 (рис. 1.18). Для інших шасі, за допомогою перших трьох мікроперемикачів, у двійковому коді виставляється адреса шасі. Порядок розташування шасі на шині X Bus не залежить від їхньої адресації. У попередніх версіях PL7-Pro положення мікроперемикача №4 не використовується і він повинен перебувати у положенні ON. В останніх версіях програмного забезпечення положення перемикача № 4 використовується для збільшення можливої кількості шасі, які використовуються при побудові контролера.

У цьому разі два шасі можуть мати однакове положення перших трьох перемикачів, а положення перемикача № 4 буде визначати адресацію модулів, встановлених у цих шасі. Так, якщо перемикач № 4. буде знаходитися у положенні ON, модулі можуть мати адресації від 00 до x, ще x залежить від кількості модулів, на яку розраховане шасі. Якщо перемикач №4 знаходиться у положенні OFF, то модулі можуть мати адресацію від 08 до x, де x також; залежить від кількості модулів на яку розраховане шасі. При цьому треба пам'ятати, що для такої комбінації не можна використовувати шасі, які розраховані на 12 місць.

У зв'язку з тим що модулі живлення і процесорні модулі можуть бути як стандартного так і подвійного формату, то може змінюватись як кількість місць, які відводяться для встановлення інших модулів, так і адреси, які вони можуть мати.

Наприклад, якщо блок живлення має подвійний формат, то процесорний модуль може бути встановлений тільки на місце під номером 01. Тоді інші модулі можуть займати місця, починаючи з номера 02. Якщо ж і процесорний модуль має подвійний формат, то модулі можуть займати місця, починаючи з номера 03. Для шасі, в яких використовується мікроперемикач № 4 у разі

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						45
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

використання блока живлення подвійного формату інші модулі можуть займати місця, починаючи з номера 09.

### Модулі дискретних входів-виходів

Для задовільнення різноманітних потреб користувача випускається широкий діапазон дискретних модулів входів-виходів, які розрізняються:

- кількістю каналів - 8, 16, 28, 32 або 64;
- типами, входів:
  - модулі із входами постійного струму (DC) - 24, 48 VDC;
  - модулі із входами змінного струму (AC) — 24, 48, 110, 240 VAC;
- типами виходів:
  - модулі з релейними виходами;
  - модулі з безконтактними виходами постійного струму (DC) 24VDC/0,1A - 0,5A - 2A; 48VDC/ 0.25A - 1A;
  - модулі з безконтактними виходами змінного струму (AC) 24 VAC/ 1A; 130 VAC/1A; 48VAC/2A; 240 VAC/2A ® типами під'єднання: гвинтова клемна колодка або з'єднувачі HEЮ У табл. 3 і 4 наведені основні технічні характеристики для різних типів дискретних модулів.

Таблиця 2.3. Основні технічні характеристики модулів дискретних входів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Під* єд-нання
TSX DEY 08D2	8	24. VDC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16D2	8	24 VDC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16D3	16	48 VDC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16A2	16	24 VDC або 24VAC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY	16	48 VAC, ізольовані	Під

16A3			ГВИНТ
TSX DEY 16A4	16	100... 120 VAC, ізолювані	Під ГВИНТ
TSX DEY 15A5	16	200...240 VAC, ізолювані	Під ГВИНТ
TSX DEY 16FK	16	24 VDC, ізолювані швидкі входи	НЕ 10
TSX DEY 32D2K	32	32 VDC, ізолювані	НЕ 10
TSX DEY 64D2K	64	64 VDC, ізолювані	НЕ 10
TSX DEY 32D3K	32	48 VDC, ізолювані	НЕ 10
TSX DMY 28FK * '	16 ВХОДІВ 12 виходів	24 VDC, ізолювані швидкі входи 24 VDC, ізолювані , 0,5 А	НЕ 10
TSX DMY 28RFK	16 входів 12 виходів .	24 VDC, ізолювані швидкі входи 24 VDC, ізолювані , 0,5 А	НЕ 10

Таблиця 2.4. Основні технічні характеристики модулів дискретних виходів

Позначення модуля	кількість каналів	Характеристики каналів	Під'єднання
TSX DSY 08T2	8	24 VDC/0.5A, захищені, транзисторні	Під ГВИНТ
TSX DSY 08T22	8	24 VDC/2A, захищені, транзисторні	Під ГВИНТ
TSX DSY 16T2	16	24 VDC/0,5A, захищені, транзисторні	Під ГВИНТ
TSX DSY 08T31	8	48 VDC/1A, захищені, транзисторні	Під ГВИНТ

TSX DSY 16T3	16	48 VDC/0.25A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 08R5	8	24 VDC або 24...240 VAC, 3A, релейні, не захищені	Під гвинт
TSX DSY 16R5	16	24...4.BVDC, або 24...240 VAC, 5A, релейні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 08R5A	8	24 VDC або 24...240 VAC, 3A, релейні, не захищені	Під гвинт
TSX DSY U8R4D	8	24...120VDC, 5A, релейні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 08S5	8	48...240 VAC, 2A, тиристорні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 16S5	16	48.. 240 VAC, 1A, тиристорні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 16S4	16	24 .120 VAC, 1A, тиристорні, не захшчені	ПД гвинт
TSX DSY 32T2K	32	24 VDC/ОДА, захищені, транзисторні	НЕ 10
TSX DSY 64T2K	64	24 VDC/0.5A, захищені, транзисторні	НЕ 10

Серед модулів дискретних входів є модулі з так званими швидкими входами (TSX DEY 16FK, TSX DMU 28FK та TSX DMU 28RFK). Входи цих модулів, за аналогією з першими чотирма входами модуля розташованою на першому місці контролера TSX Micro), можна використовувати як звичайні дискретні входи, входи із заціпкою або входи для обробки подій.

Клемні колодки на модулях входів- виходів (рис.2.15) можна знімати. Це полегшує заміну цих модулів. Особливістю клемних колодок для TSX Premium є наявність спеціального кодувального пристрою 4, який автоматично встановлюється у відповідне положення при першому встановленні клемної колодки на модуль. Кожний тип модуля має свій код, тому неможливо помилково встановити клемну колодку одного типу модулів на інші.

При встановленні і закріпленні клемної колодки вона, спочатку, вставляється у кодувальний пристрій, а потім гвинтом 2 закріплюється

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на модулі. Клемна колодка 3 має кришку, яка закриває доступ до клем і має змінний ярлик, на якому із зовнішнього боку вказується тип модуля і можуть бути внесені позначення входів-виходів, а із внутрішнього боку показана схема під'єднання входів-виходів до модуля.

Кількість конекторів, розташованих на лицьовій панелі модуля (рис. 1.20), залежить від кількості каналів, з якими працює цей модуль. Так, для модуля, розрахованого на 64 канали, кількість конекторів чотири, а для модуля, розрахованого на роботу з 16 каналами - один.

Аналогічно, як і для модулів з конекторами TSX Micro, зовнішні сигнали до таких типів модулів поєднуються або за допомогою спеціальних блоків TELEFAST, або за допомогою спеціальних кабелів з розпушеними вільними кінцями.

Кожний модуль має дисплейний блок (рис.2.15) на якому розташовані індикатори стану модуля: RUN (зелений), ERR і I/O (червоні), а також індикатори з позначенням номерів каналів входів- виходів. Кількість цих індикаторів відповідає кількості каналів модуля. Максимальна кількість таких індикаторів - 32. Якщо модуль розрахований на більшу кількість каналів (64), то у нижній частині дисплею розташована кнопка переключення на іншу групу з 32 каналів. При цьому у верхній частині дисплея загоряється індикатор +32. Індикатори каналів висвітлюються при спрацьовуванні відповідного вхідного або вихідного каналу.

У нормальному стані модуля повинен горіти тільки індикатор RUN. Висвітлення індикаторів ERR або I/O сигналізує про виявлення системою самодіагностики відмови модуля або окремих його каналів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						49
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

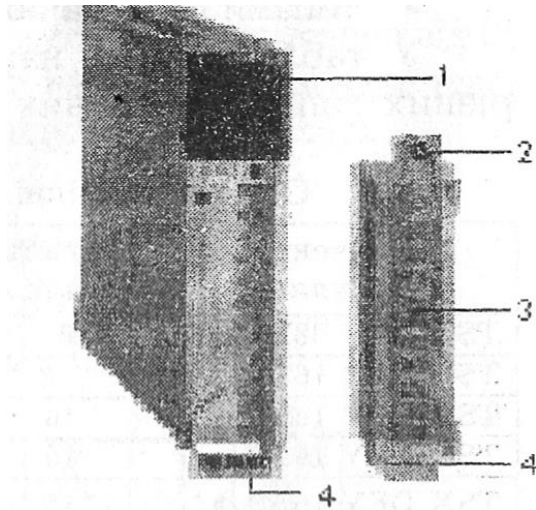


Рис. 1.19. Загальний вигляд модуля з клемною колодкою

1 – дисплейний блок; 2 – гвинт;  
3 – знімна клемна колодка;  
4 – кодувальний пристрій

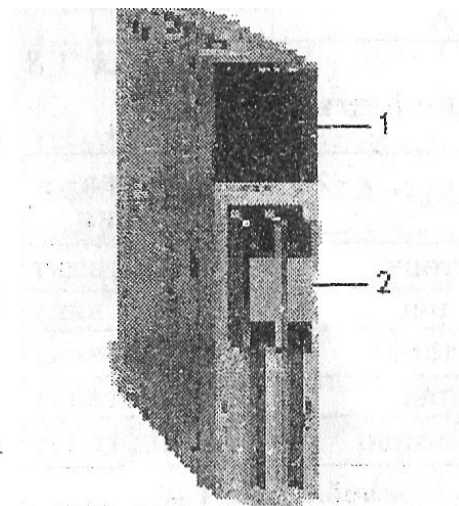


Рис. 1.20. Загальний вигляд модуля з конекторами.

1 – дисплейний блок;  
2 – конектори.

## Рис. 2.15 Клемні колодки на модулях входів-виходів

### Модулі аналогових входів-виходів

У табл. 2.5 наведені основні технічні характеристики аналогових модулів.

Ці модулі розрізняються:

- кількістю каналів (4, 8, 16);
- характеристиками термопара, універсальні);

Таблиця 2.5 Основні технічні характеристики модулів аналогових входів

Позначення модуля	Кількість каналів	Діапазон вимірювання	Характеристики каналів	Під'єднання
Модулі аналогових входів				
TSX AEY 1600	16	$\pm 10$ В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Зходи з загальною точкою, розрядність АЦП 12 біт	2 SUB-D конектора
TSX AEY 800	8	$\pm 10$ В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Зходи з загальною точкою, розрядність АЦП	1 SUB-D конектор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

			12 біт	р
TSX AEY 810	8	$\pm 10$ В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Ізоляція між каналами, розрядність АЦП 12 біт	1 STJB-конектор
TSX AEY 420	4	$\pm 10$ В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Ізоляція між каналами розрядність АЦП 16 біт, швидкодіючий	1 SUB-D-конектор
TSX AEY 414	4	$\pm 10$ В, 0 . 10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА, термопари, термометри опору	Високий рівень ізоляції між каналами, розрядність АЦП 18 біт	Під гвинт
TSX AEY 1614	16	-80. ...+80 мВ; термопари В, Е, J, К, L, N, R, S.T, U	Ізоляція між каналами розрядність АЦП 16 біт	2 SUB-D-колектора
Модулі аналогових виходів '				
TSX ASY 410	4	$\pm 10$ В, 0-20 мА, 4-20 мА	Ізоляція між каналами розрядність ЦАП 11 біт + знак	Під гвинт
TSX ASY 800	8	$\pm 10$ В, 0-20 мА, 4-20 мА	Виходи з загальною точкою, розрядність ЦАП: 13 біт + знак для напруги, 13 біт для струму	1 SUB-D-колектор

Ці модулі розрізняються:

- кількістю каналів (4, 8, 16);
- характеристиками термопара, універсальні)
- наявністю гальванічного розподілення;

- типами під'єднання (25-штировий SUB D конектор або клемна колодка).

Модулі аналогових входів-виходів можна встановлювати у будь-який слот шасі. їх можна знімати при підключеному живленні контролера.

Максимальна кількість аналогових каналів залежить від модуля процесора, який встановлений у контролері (табл. 2.5).

Аналогічно аналоговим модулям TSX Micro аналогові вхідні модулі TSX Premium виконують функції:

- сканування вхідних каналів за допомогою безконтактного мультиплексування і збір даних;
- аналого-цифрове перетворення вхідних вимірювань;
- фільтрація сигналів;
- перетворення вхідних вимірювань у формат користувача;
- моніторинг модуля: тестування ланок перетворення, вхідний контроль перевищування рівня сигналу, тест наявності клемної колодки.

Модулі аналогових виходів виконують функції:

- захист каналів модулів від перевантаження;
- адаптація до різноманітних виконавчих механізмів: вихідний сигнал у вигляді струму або напруги;
- цифроаналогове перетворення;
- перетворення даних прикладної програми у дані, які використовуються цифро-аналоговим перетворенням;
- моніторинг модуля: тест перетворення, тест виходу за межі, тест наявності клемної колодки.

Кількість TSX ASY 800 модулів, встановлених в одне шасі, обмежено двома модулями. Це викликано тим, що цей модуль споживає велику потужність по напрузі 24 В. Тому в разі потреби використання більшої кількості таких модулів необхідно забезпечити їх додаткове живлення зовнішнім джерелом живлення. Для цього на лицьовій панелі модуля розташовані спеціальні клеми.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Аналогові модулі мають дисплейний блок із розташованими на ньому трьома індикаторними лампами RUN, ERR і I/O, які відображають режим роботи модуля і можливі несправності.

### Конфігурування МПК MODICON TSX Premium

Для управління об'єктом необхідно сконфігурувати МПК який забезпечує підключення:

Таблиця 2.6 Конфігурування МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	17
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	16
Кількість дискретних входів	0
Кількість дискретних виходів	0

#### Вибір процесорного модуля

Кількість аналогових входів і виходів :16. Дискретних входів і виходів – 12. Враховуючи кількість каналів вводів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль TSX P57 2023M.

#### Вибір модулів вводу/виводу

4 BA 4-20 mA – TSX AEY 414– 4 шт.

4 AB 4-20 mA – TSX ASY 410– 4 шт.

Таблиця 2.7. Специфікація МПК

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
1	2	3
TSX RKY 8EX Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
PSY 2600M Блок живлення	1	Напруга живлення 100...240 VAC Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_VAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_VAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_VAC та 24V_VAC (P3V3_24V) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)
TSX P57 5634M Центральний процесор	1	Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лічильних каналів 20 Об'єм RAM загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об'єктів: локалізовані внутрішні біти %Mi 16250 локалізовані внутр. Слова %MWi 32464

TSX AEY 800 Модуль аналогових входів	2	Діапазон сигналу $\pm 10\text{В}$ , $0\dots 10\text{В}$ , $0\dots 5\text{В}$ , $\dots 20\text{мА}$ , $4\dots 20\text{ мА}$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 28-контактна з'ємна колодка
TSX ASY 800 Модуль аналогових виходів	1	Діапазон сигналу $\pm 10\text{В}$ , $0\dots 20\text{мА}$ , $4\dots 20\text{ мА}$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 28-конт. з'ємна кол.
Модуль дискретних входів TSX DEY 08D2	1	Діапазон сигналу $\pm 24\text{В}$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 28-конт. з'ємна кол.
TSX FTB 2028	3	28 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами
TSX FTB 2010	1	20 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами

Вибір шасі, додаткових модулів та аксесуарів для шасі

Загальна кількість модулів разом з процесором: 1 CPU + 2 AI + 1DI + 1 AO  
= 5. Таким чином мені потрібне лише одне шасі на 6 місць (TSX RKY 6EX).

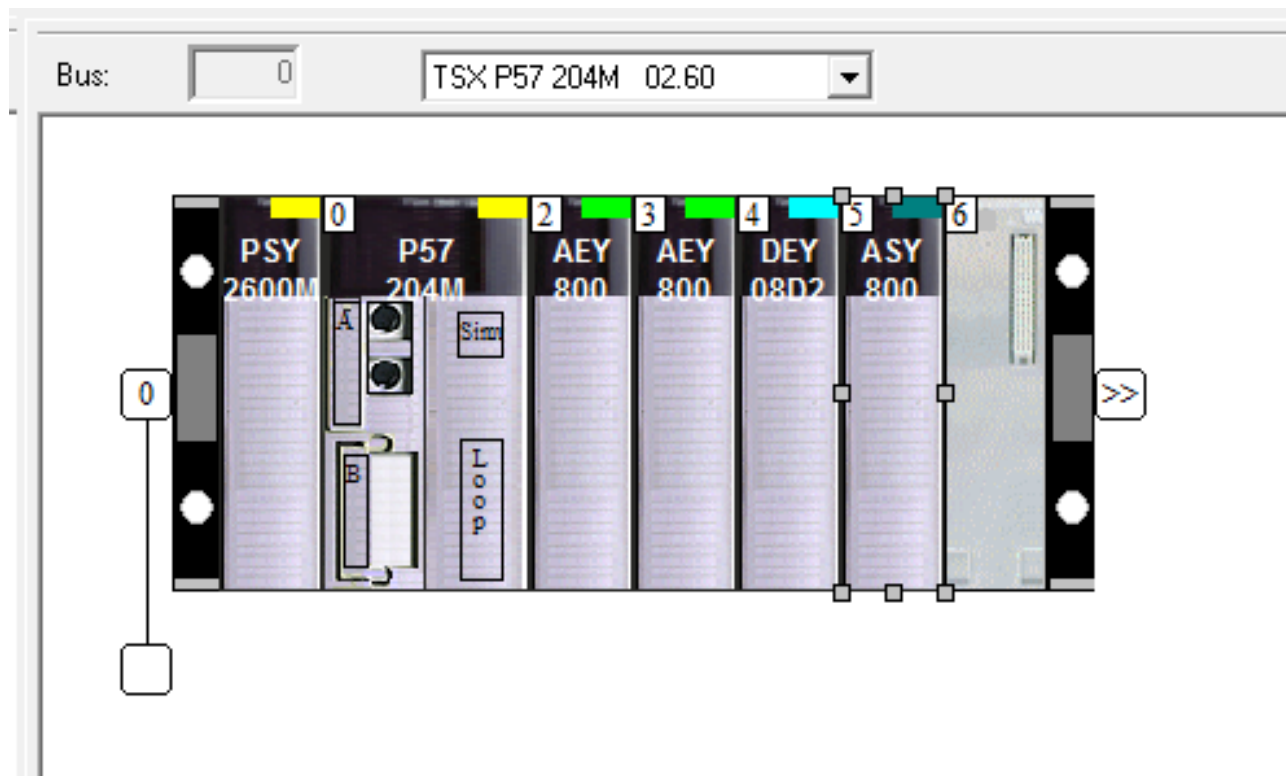


Рис.2.15. Розміщення модулів у шасі

### 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

#### 3.1. Загальна схема підключення

В даній кваліфікаційній роботі розроблена принципова електрична конфігураційна схема автоматичного регулювання на базі мікропроцесорного контролера “Modicon TSX Premium” (креслення 3). Принципова схема системи автоматизації - це схема, що показує зв'язок і взаємодію окремих елементів, пристроїв автоматизації за допомогою умовних позначень, при цьому кожен елемент схеми виконує визначену функцію і не може бути поділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Таким чином, принципові схеми визначають повний склад елементів системи автоматизації. Схеми електричні принципові виконуються на стадії «Робоча документація». Розробляють такі схеми електричні:

- 1) схеми електричні принципові живлення;
  - 2) схеми електричні принципові сигналізації і блокування;
  - 3) схеми електричні принципові контролю і автоматизації;
  - 4) схеми електричні принципові управління електродвигунами і виконуваними механізмами.
- На основі цих схем розробляються: монтажні схеми щитів і пультів, схеми зовнішніх з'єднань, схеми електричні контролю і автоматизації, схеми електричні принципові сигналізації і блокування та ін. Вони використовуються при монтажі і наладці системи автоматизації, а також дають можливості для вивчення принципу дії системи автоматизації. Схеми електричні принципові виконуються, як правило, стосовно до окремих установок або ланок автоматизованої системи (наприклад, «Схема електрична принципова регулювання рівня», «Схема електрична принципова сигналізації роботи випарної установки»). При виконанні цих схем використовується розвернуте зображення елементів автоматизації.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Березинець М.М.			Розробка системи автоматизації процесу кристалізації цукру	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Клименко О.М.					57	5
Секретар		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-2ск		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Ці схеми розглядаються на стадії проектування «Робоча документація» і служать для проектування живлення засобів контролю і автоматизації, розрахунку витрат електроенергії.

Проектування систем електроживлення здійснюється на основі ВСН 205-84/ММСС ССРСР "Инструкции по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов" та РМ4-4-85 «Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование систем электропитания», а також нормативних вимог конкретних виробництв. В загальному випадку на кресленнях таких схем повинна бути показана:

- 1) апаратура вмикання і вимикання джерел живлення і споживачів електроенергії;
- 2) апаратура контролю напруги;
- 3) назва споживачів електроенергії;
- 4) загальні пояснення і примітки;
- 5) креслення, які відносяться до даної схеми;
- 6) перелік апаратури.

Схеми живлення можна суміщати з іншими схемами автоматизації проекту (наприклад сигналізації).

Для відображення стану окремих елементів об'єкта і сповіщення про порушення нормального ходу виробничих процесів на пунктах управління використовують різного роду світлові і звукові сигнали. Схеми електричної принципової сигналізації можна класифікувати таким чином:

I. По характеру (виду) сигналу: світлова, звукова, змішана сигналізації. Світлова сигналізація може виконуватись рівним світлом, мигаючим світлом, горіння ламп неповним розжарюванням.

II. По роду струму: схеми на постійному струмі, схеми на змінному струмі.

III. По призначенню:

1) сигналізація стану - для сигналізації про стан технологічного устаткування («Відкрито»-«Закрито», «Увімкнено»-«Вимкнено»);

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

2) командна сигналізація – дозволяє передати різні вказівки (накази) з одного пункту керування в іншій за допомогою світлових чи звукових сигналів;

3) сигналізація дії захисту і автоматики;

4) технологічна сигналізація – дає інформацію про стан таких технологічних параметрів, як температура, тиск, витрата, рівень. Буває двох видів:

а) попереджувальна сигналізація (сигналізація про ненормальні, але ще допустимі значення параметрів);

б) аварійна сигналізація (про недопустимі значення параметрів).

IV. По принципу дії:

1) схеми з індивідуальним зняттям звукового сигналу;

2) схеми з центральним зняттям звукового сигналу без повторності дії;

3) схеми з центральним зняттям звукового сигналу з повторністю дії.

В кваліфікаційній роботі багато механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

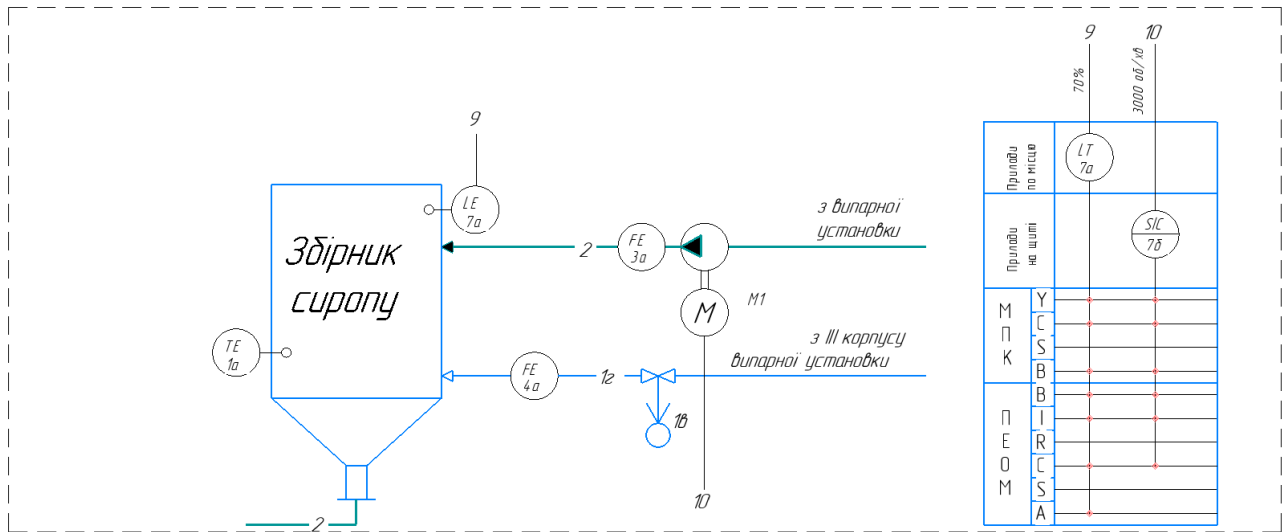
Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

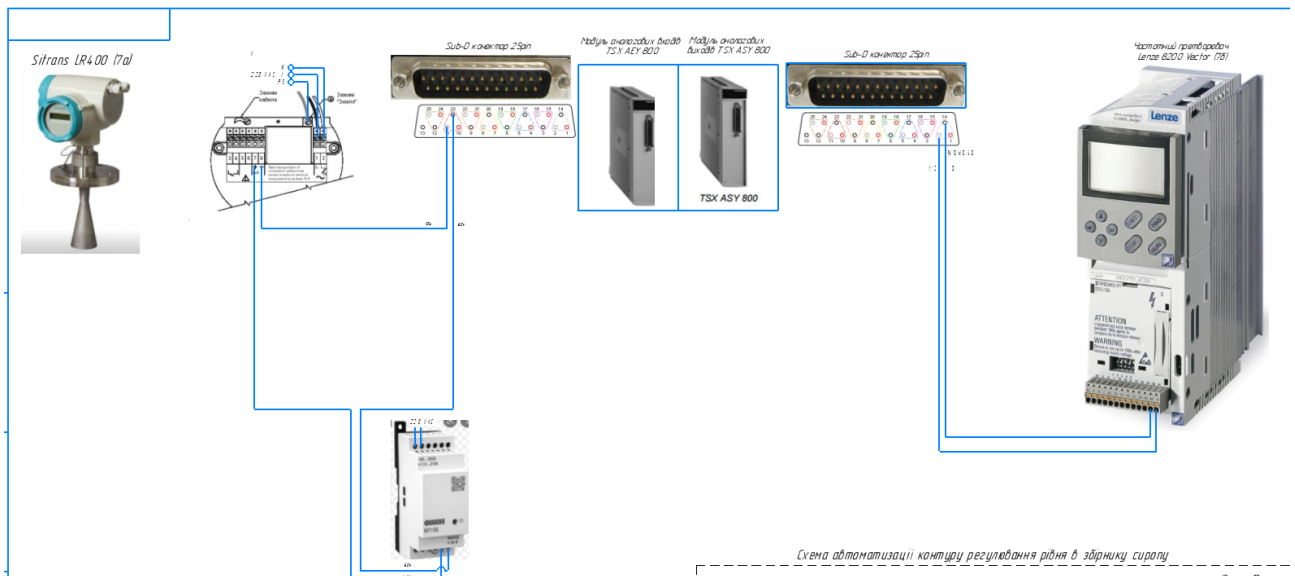
## 3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів

### 3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру

Схема автоматизації контуру регулювання рівня в збірнику сиропу



### 3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

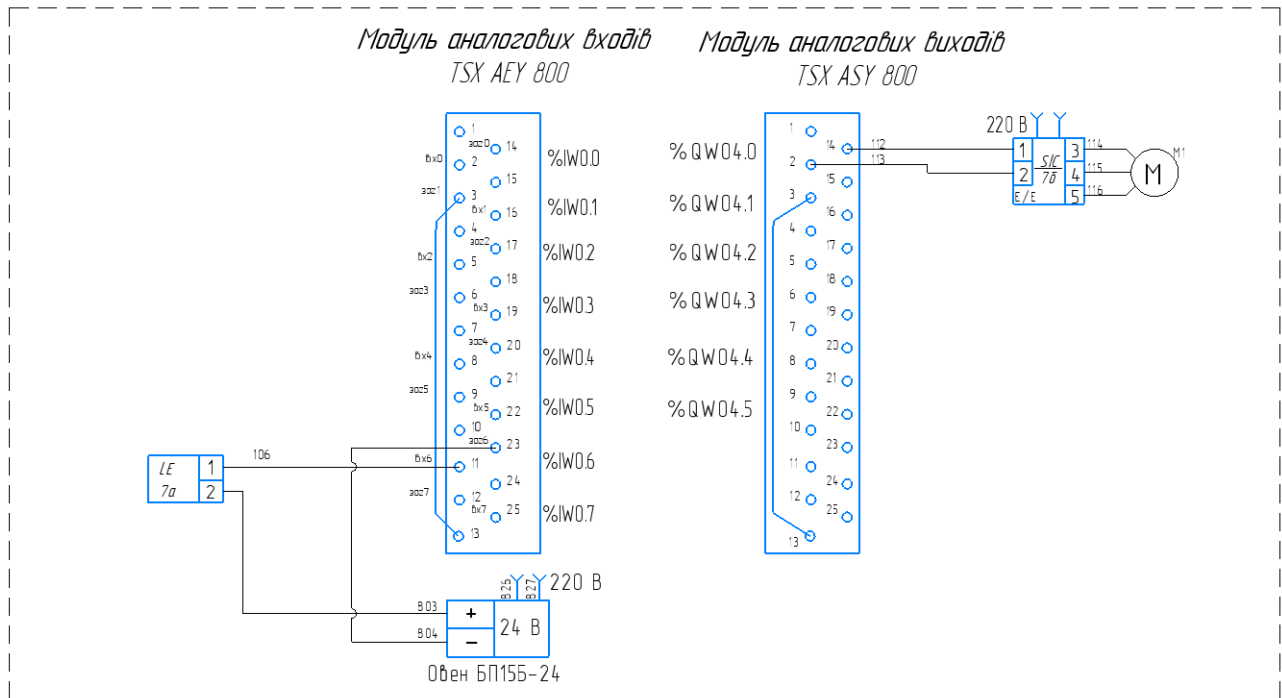
Кваліфікаційна робота

Арк

60

### 3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації

Схема підключення контуру регулювання рівня в збірнику сиропу



### 3.2.4 Опис схеми підключення

#### Контур регулювання рівня

Рівень і збірника сиропу вимірюється за допомогою радарного рівнеміра Sitrans LR 400 (7а). Регулювання витрати відбувається за допомогою частотного перетворювача Lenze 8200 Vector (7б), який змінює частоту обертів двигуна насоса М1.

#### 4. Креслення встановлення технічних засобів

В даній кваліфікаційній роботі для вимірювання рівня використовується радарний рівнемір Sitrans LR400. SITRANS LR 400 - 2-х проводний імпульсний радар для вимірювання рівня рідин у відстійниках і простих робітників резервуарах.

##### Особливості

- Цілісна стрижнева поліпропіленова антена як стандарт
- Простий монтаж і введення в експлуатацію
- Програмування за допомогою іскробезпечного інфрачервоного ручного програматора або SIMATIC PDM
- Комунікація через HART® або PROFIBUS PA
- Запатентована Sonic Intelligence® для обробки сигналу
- Дуже висока завадостійкість
- Автоматична фільтрація заважає відбиття від жорстких вбудованих деталей.
- Є різні фланці, рупорні і хвилеводні опції антен.

##### Галузь застосування

Оригінальний дизайн SITRANS LR 400 дозволяє здійснювати просте програмування за допомогою іскробезпечного інфрачервоного ручного програматора. Навіть у Ex-зоні не потрібно відкривати кришку корпусу. Крім цього прилад має вбудовану алфавітно-цифрову індикацію на чотирьох мовах. Стандартна антена SITRANS LR 400 це цільна поліпропіленова стрижнева антена. Вона пропонує високу хімічну стійкість і є герметичною. У інших приладів для перевірки хімічної сумісності необхідно враховувати кілька матеріалів, а також ущільнення між матеріалами.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Березинець М.М.			Розробка системи автоматизації процесу кристалізації цукру	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Клименко О.М.					62	2
Секретар		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-2ск		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Цілісна антена має вбудований внутрішній екран, який запобігає перешкоди від монтажних штуцерів. Проста настройка та програмування: для основних функцій достатньо двох параметрів. Електроніка розміщена в поворотному корпусі. Він може бути повернутий для полегшення підключення та оптимальної оглядовості індикації вимірюваного значення після монтажу.

SITRANS LR 400 має запатентовану технологію Sonic Intelligence® для обробки сигналу, що забезпечує найвищу надійність. Установка рівнеміра зображена на рис.6. Розміри приладу та його креслення зображено на рис.4.1.

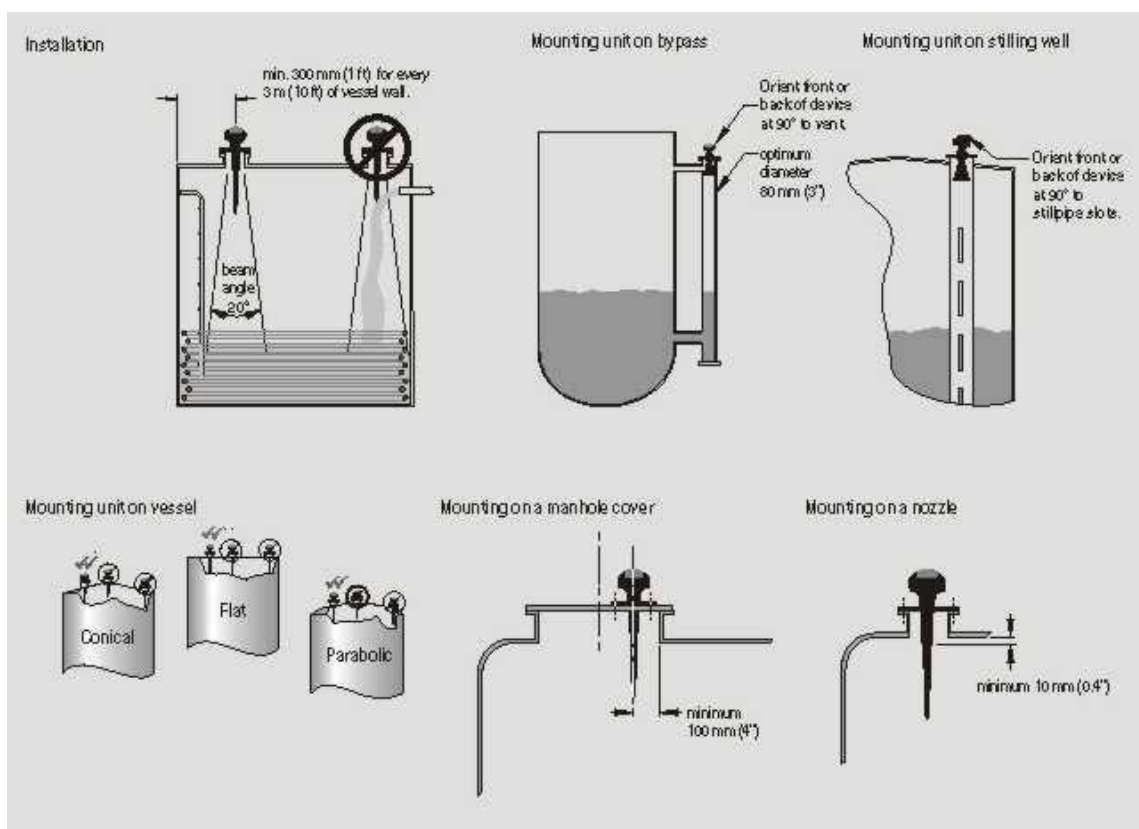


Рис.4.1 Установка SITRANS LR 400.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).

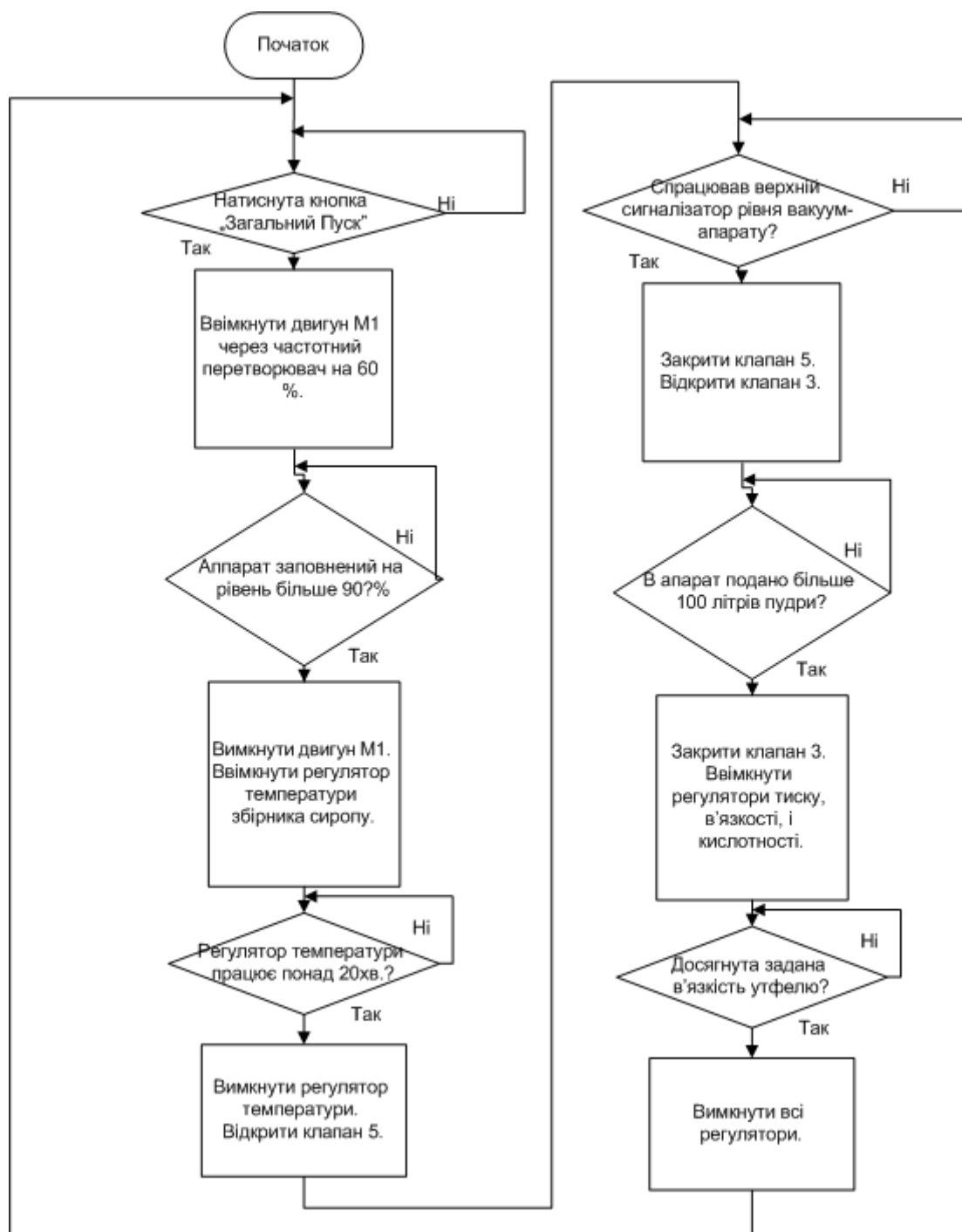


Рис.5.1. Блок-схема алгоритму управління

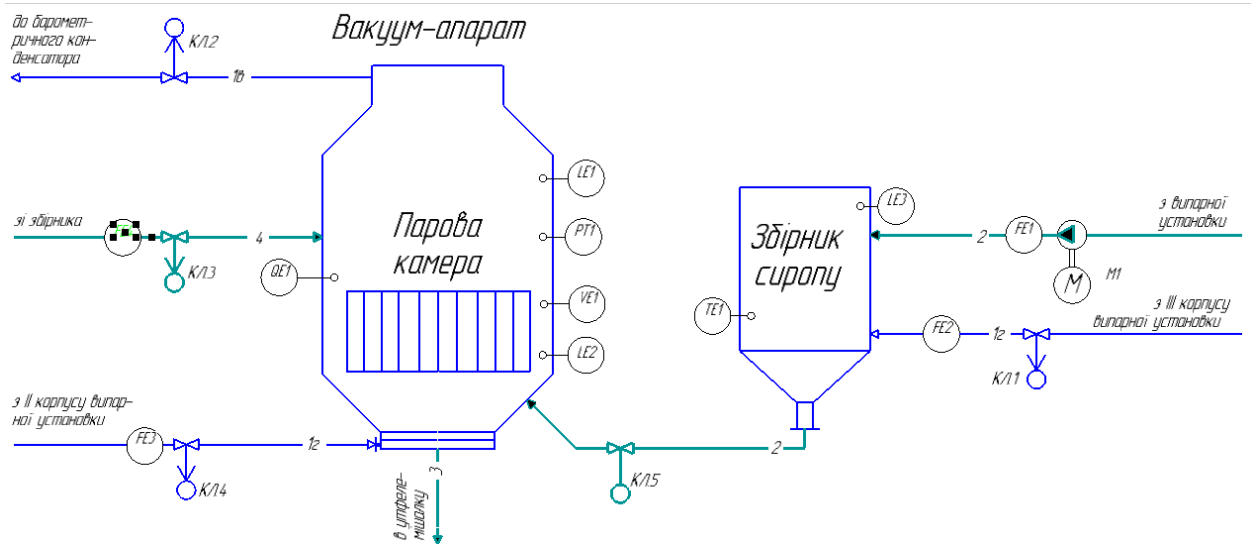
					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Березинець М.М.			Розробка системи автоматизації процесу кристалізації цукру	Літ.	Арк.	Аркушів
		Клименко О.М.					64	6
		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-2ск		
		Смітюх Я.В.						

В середовищі Unity Pro створюються змінні яким присвоюється значення технологічних параметрів.

Name	Type	Address	Value	Comment
BE1	REAL			
BE2	REAL			
KL1	REAL			Клапан подачі пари для зволоження в апарат
KL2	REAL			Клапан подачі пари для зволоження в апарат
KL3	REAL			Датчик вологості в першій зоні печі
KL4	REAL			Датчик вологості в третій зоні печі
PT1	REAL			
PT2	REAL			
PT3	REAL			
S	BOOL			
SIC1	REAL			Частотний перетворювач двигуна M1
SIC2	REAL			
SIC3	REAL			
SIC4	REAL			
Start	EBOOL			Кнопка СТАРТ
Stop	EBOOL			Кнопка СТОП
TE1	REAL			Датчик температури в першій зоні печі
TE2	REAL			Датчик температури в другій зоні печі
TE3	REAL			Датчик температури в третій зоні печі
TE4	REAL			

Рис 5.2. Анлогові та дискретні змінні програми

Об'єктом автоматизації є вакуум-апарат. При натисненій кнопці ПУСК спочатку заповнюється до рівня 90% збірник сиропу. Вмикається двигун M1 на 70% від максимальної потужності і а збірник подається сироп. Рівень вимірюється рівнеміром LE3. Після цього вмикається регулятор температури збірика сиропу. Він працює на протязі 20 хв., задане значення 80 градусів, вимірювання термометром опору TE1, регулювання КЛ.1 подачі пари. Після цього відкривається клапан 5 і вакуум апарат заповнюється підігрітим сиропом до верхнього рівня (СИГНАЛІЗАТОР LE1), після чого клапан 5 закривається, вмикається регулятор тиску. Вимірювання датчиком тиску PT1, регулювання клапаном 2. Одночасно вмикається регулятор в'язкості, вимірювання віскозиметром VE1, регулювання клапаном 4 подачі пари. Вмикається регулятор кислотності, вимірювання рН-метром QE1, регулювання клапаном подачі пудри 3. Після досягнення заданої в'язкості регулятори тиску і в'язкості вимикаються, і туфель вивантажується з апарату.



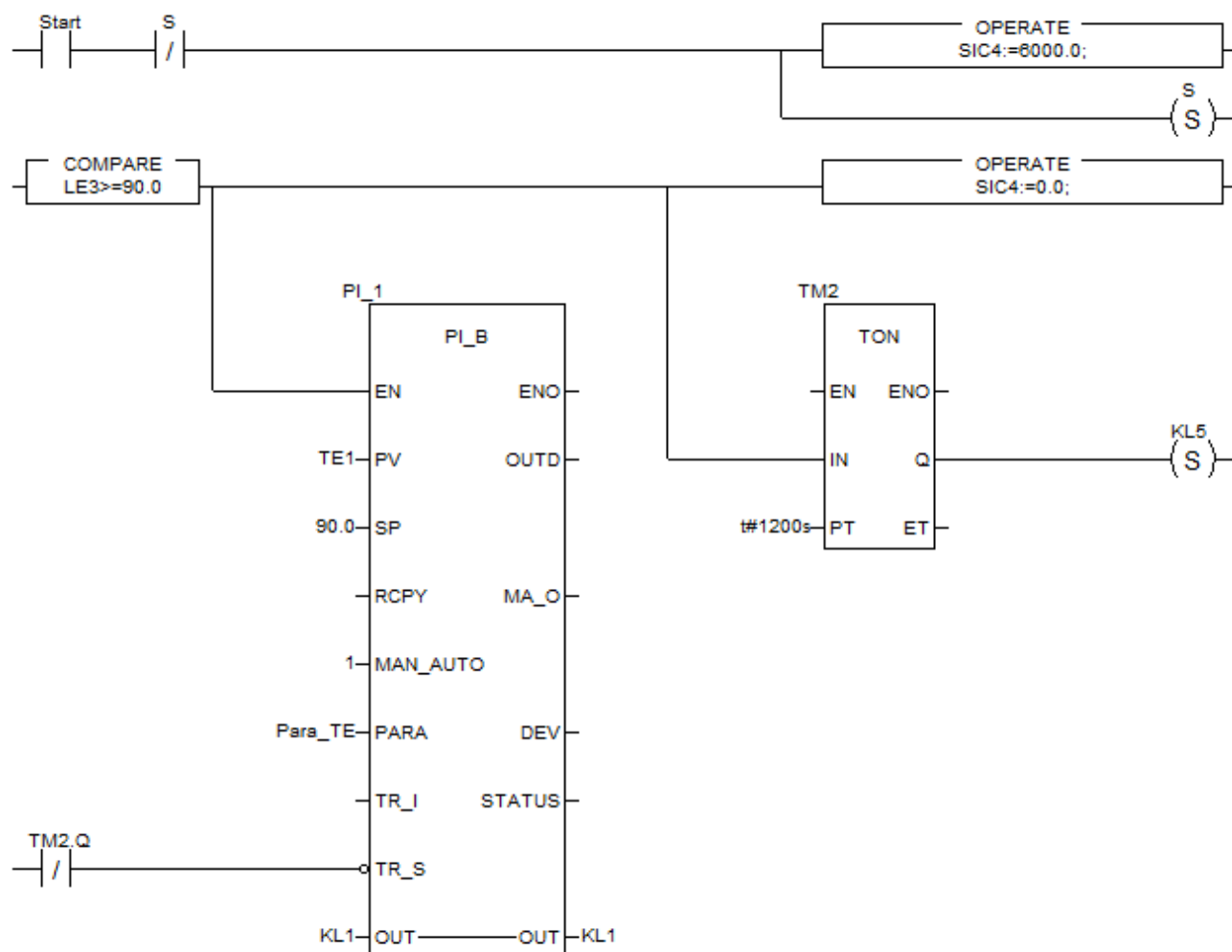
Таблиця.5.1 Параметри функціонального блока PI\_V

Вхідні параметри		
PV	<a href="#">REAL</a>	значення вимірювальної величини (плинне значення)
SP	REAL	задане значення (уставка)
RCPY	REAL	дійсне положення виконавчого механізму (використовується при управлінні серво-ВМ разом з EFB SERVO )
MAN_A UTO	<a href="#">BOOL</a>	Режим роботи ПІ-регулятора: 1 : Автоматичний режим 0 : Ручний режим
PARA	<a href="#">Para_PI_V</a>	Параметри регулятора (див. таб.5.2)
TR_I	REAL	Значення ініціалізації
TR_S	BOOL	Команда на включення ініціалізації (1: Включити ініціалізацію)
Вхідні/вихідні параметри		
OUT	REAL	Вихід ПІ-регулятора (в ручному режимі може змінюватися з зовні PI_V)
Вихідні параметри		
OUTD	REAL	різниця між вихідною величиною в плинному і попередньому циклах перерахунку PI_V
MA_O	BOOL	Плинний режим виконання ПІ-регулятора 1: Автоматичний режим 0: інший режим (ручний або режим ініціалізації)
DEV	REAL	Значення розузгодження (PV - SP)
STATUS	<a href="#">WORD</a>	Слово статусу (використовується для контролю за помилками виконання PI_V)

Таблиця.5.2 Опис структурного типу Para\_PI\_V

id	<a href="#">UINT</a>	Використовується для алгоритму автопідстройки (AUTOTUNING)
pv_inf	<a href="#">REAL</a>	обмеження по мінімуму вхідної величини завдання
pv_sup	REAL	обмеження по максимуму вхідної величини завдання
out_inf	REAL	обмеження по мінімуму вихідної величини
out_sup	REAL	обмеження по максимуму вихідної величини

rev_dir	<a href="#">BOOL</a>	0: пряма робота ПІ-регулятора (PV-SP) 1: зворотна робота ПІ-регулятора (SP-PV)
en_rcpy	BOOL	1: використати вхід RCPY (тільки для управління серво-ВМ)
kp	REAL	Коефіцієнт пропорційності
ti	<a href="#">TIME</a>	Час інтегрування
dband	REAL	Зона нечутливості
outbias	REAL	зміщення виходу регулятора в ПІ-режимі функціонування (при ti=0s)

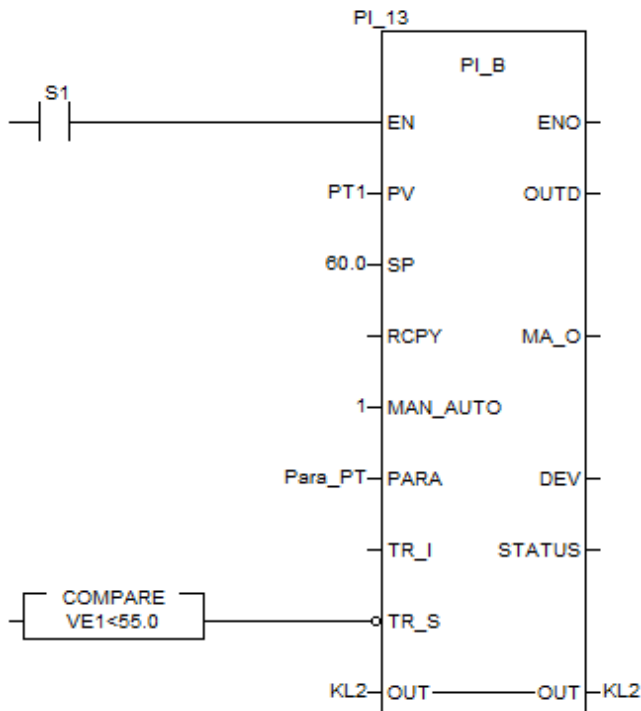


Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Кваліфікаційна робота

Арк

67



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

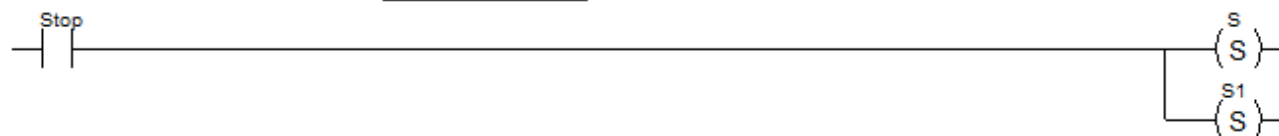
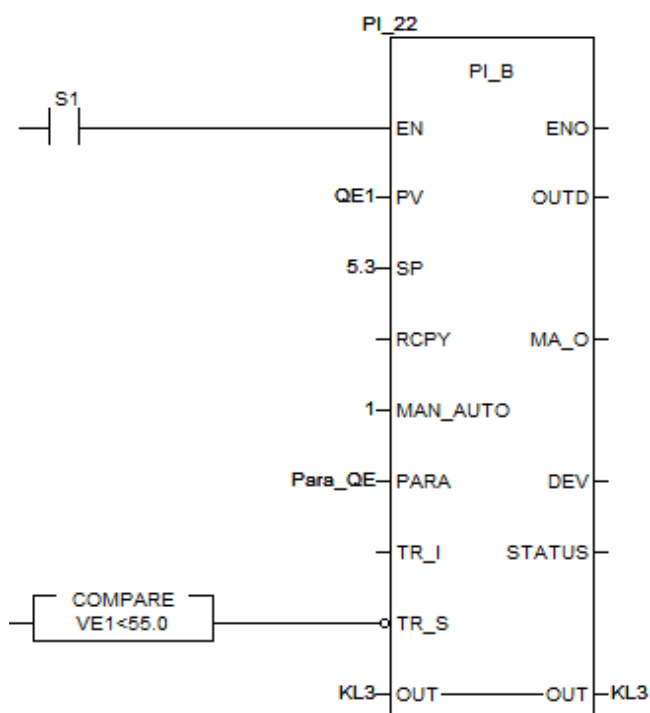
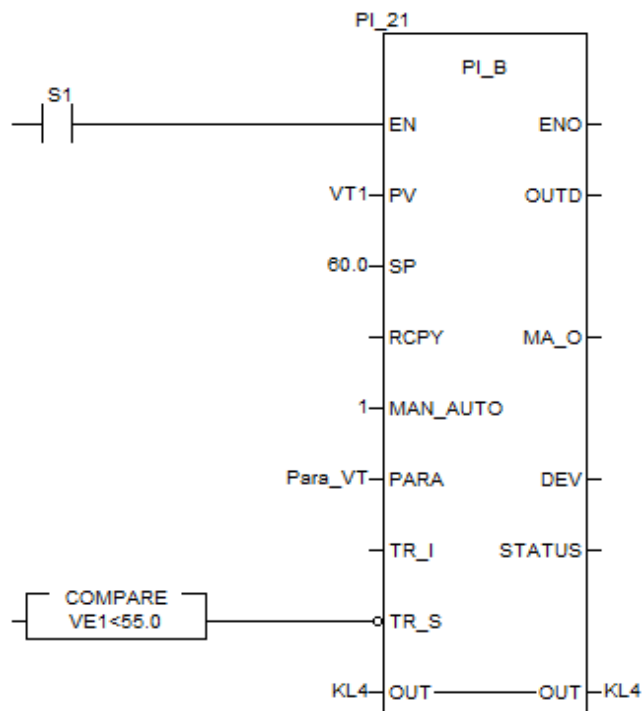


Рис.5.2 Програма для ПЛК

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Таблица 6.1. Змінні та їх настройки

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. Вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. Значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
TE1	%IW0.1.0	0	10000	0	150	INT
PT1	%IW0.1.1	0	10000	0	0-3	INT
FE1	%IW0.1.2	0	10000	0	3000	INT
FE2	%IW0.1.3	0	10000	0	3000	INT
FE3	%IW0.1.4	0	10000	0	3000	INT
FE4	%IW0.1.5	0	10000	0	3000	INT
LE1	%IW0.1.6	0	10000	0	100	INT
QE1	%IW0.1.7	0	10000	0	100	INT
VE1	%IW0.2.0	0	10000	0	100	INT
LE2	%IO.3.0	-	-	-	-	BOOL
LE3	%IO.3.1	-	-	-	-	BOOL
KL1	%QW0.4.0	0	10000	0	100	INT
KL2	%QW0.4.1	0	10000	0	100	INT
KL3	%QW0.4.2	0	10000	0	100	INT
KL4	%QW0.4.3	0	10000	0	100	INT
KL5	%QW0.4.4	0	10000	0	100	INT
M1	%QW0.4.5	0	10000	0	650	INT

В меню «Теги»/« Теги Тренда» описуємо всі змінні, що будуть використовуватись в трендах.

Рис.6.2. Вікно опису змінної для тренду

В меню «Аларми»/«Аналогові аларми» описуємо аналогові аларми.

Рис.6.3. Вікно опису аналогового аларму

Таблиця 6.2. Аларми аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
A_TE_1	Температура в збірнику сиропу	TE1	-	95 С
A_PT_1	Тиск в вакуум апараті	PT	-	0,2 МПа

В меню «Аларми»/«Аналогові Аларми» описуємо аналогові аларми.

В меню «Аларми/Категорій алармів» описуємо як будуть відображатись аларми:

Номер категории	1		Приоритет	1	
Вывод на странице алармов	TRUE		Вывод на сводной странице	TRUE	
	Неквитированный		Квитированный		
Шрифт для неактивных алармов	Alarm1nekvitnea		Alarm1kvit		Alarm1kvit
Шрифт для активных алармов	Alarm1nekvita		Alarm1kvit		Alarm1kvit
Шрифт для заблокированных алармов	Alarm1kvit				
Действие при возникновении аларма					
Действие при сбросе аларма					
Действие при подтверждении аларма					
Формат аларма	{TAG,16}^v {NAME,12}^v {DESC,32}^v {ERRPAGE,20}^v {ERRDESC,20}				
Сводный формат	{TAG,16}^v {NAME,12}^v {COMMENT,32}^v {ERRPAGE,20}^v {ERRDESC				
Устройство сводной информации			Регистрировать переходы алармов		
Устройство логов			ON	OFF	ACK
Комментарий	Аларми вищого пріорітету				
<input type="button" value="Добавить"/> <input type="button" value="Заменить"/> <input type="button" value="Удалить"/> <input type="button" value="Справка"/>					
Запись : 1					

Рис.6.4. Вікно опису категорії алармів

В меню «Система»/«Користувачі» створюємо запис користувача.

Имя пользователя	Babych
Полное имя	
Пароль	
Подтверждение пароля	
Роли	Alarm
Тип	
Комментарий	
<input type="button" value="Добавить"/> <input type="button" value="Заменить"/> <input type="button" value="Удалить"/> <input type="button" value="Справка"/>	
Запись : 1	

Рис.6.5. Вікно опису користувача

## 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу. Оператор слідкує за перебігом технологічного процесу з робочого місця оператора. В разі необхідності оператор може

перейти до ручного, або автоматичного режиму управління. Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка відповідає за той чи інший режим. Оператор може змінювати ступінь відкриття клапанів, оберти двигуна. Для того щоб на виробництві не сталася аварія і не порушився перебіг технологічного процесу на екрані оператор може спостерігати за значенням параметрів і як тільки це значення цього параметру перевищить максимальні допустимі значення то оператор побачить зміну кольору цього параметру. Якщо параметр буде більше ніж граничне значення то колір буде червоним, якщо ж нижче – то жовтим. Двигуни коли працюють мають червоний колір, якщо двигун вимкнений і готовий до роботи – зелений.

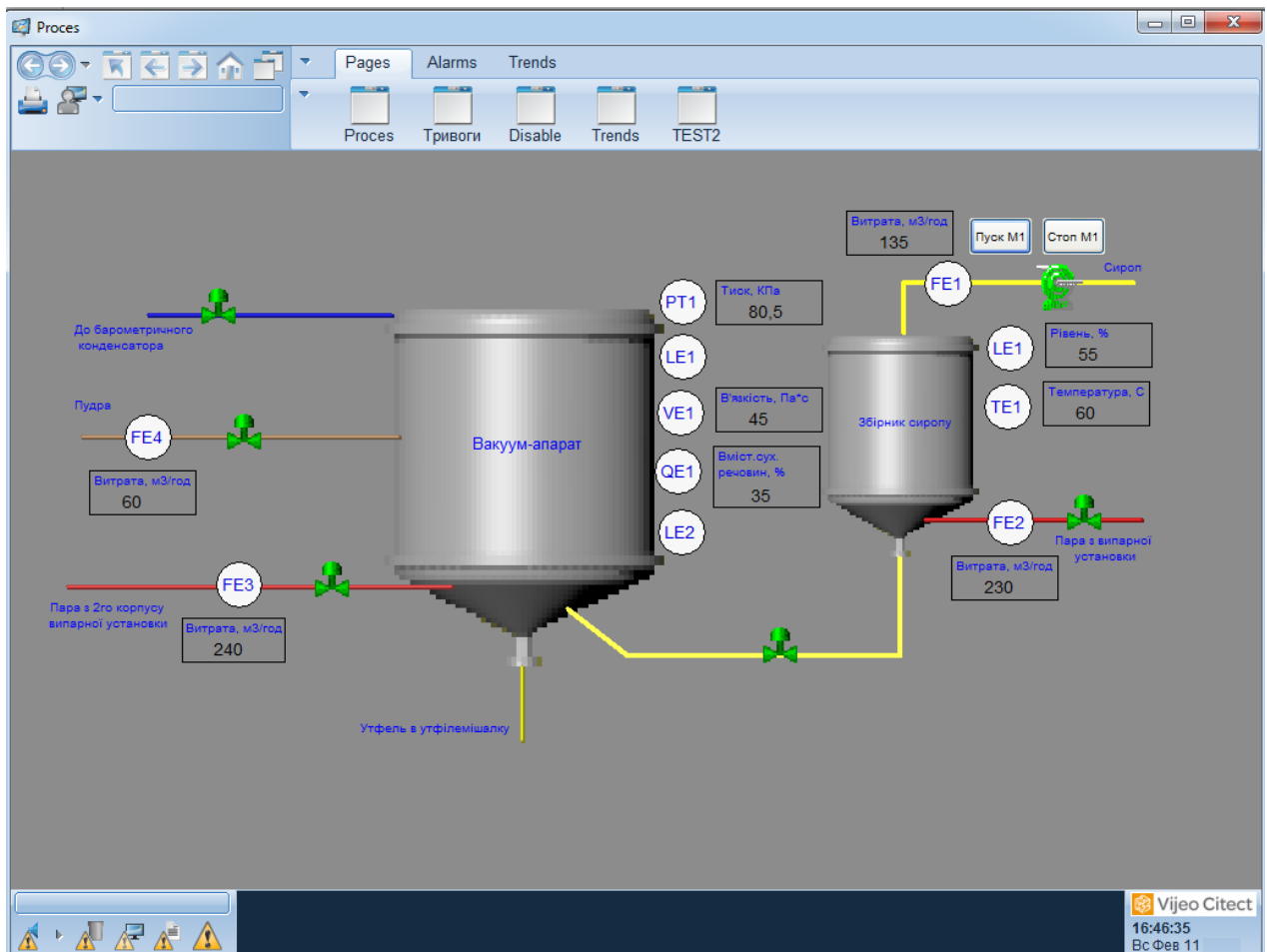


Рис.6.6. Мнемосхема відділення

На сторінці Alarm ми можемо налаштовувати, змінювати аларми, дивитися історію в вікнах алармових повідомлень:

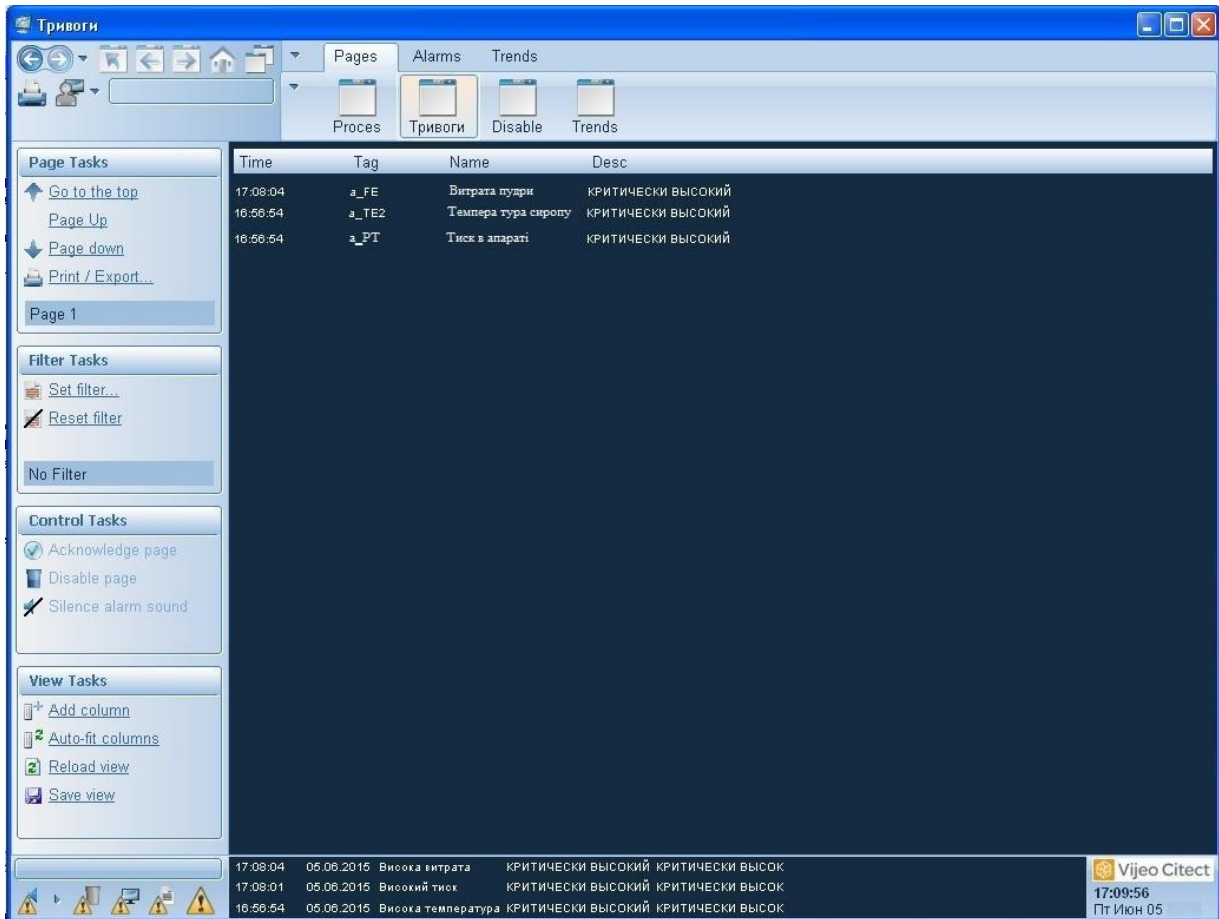


Рис.6.7. Вікно алармів

На сторінці Trend ми можемо спостерігати за графіком змінної та налаштувати її: Можна подивитись архівні записи які зберігаються в пам'яті.

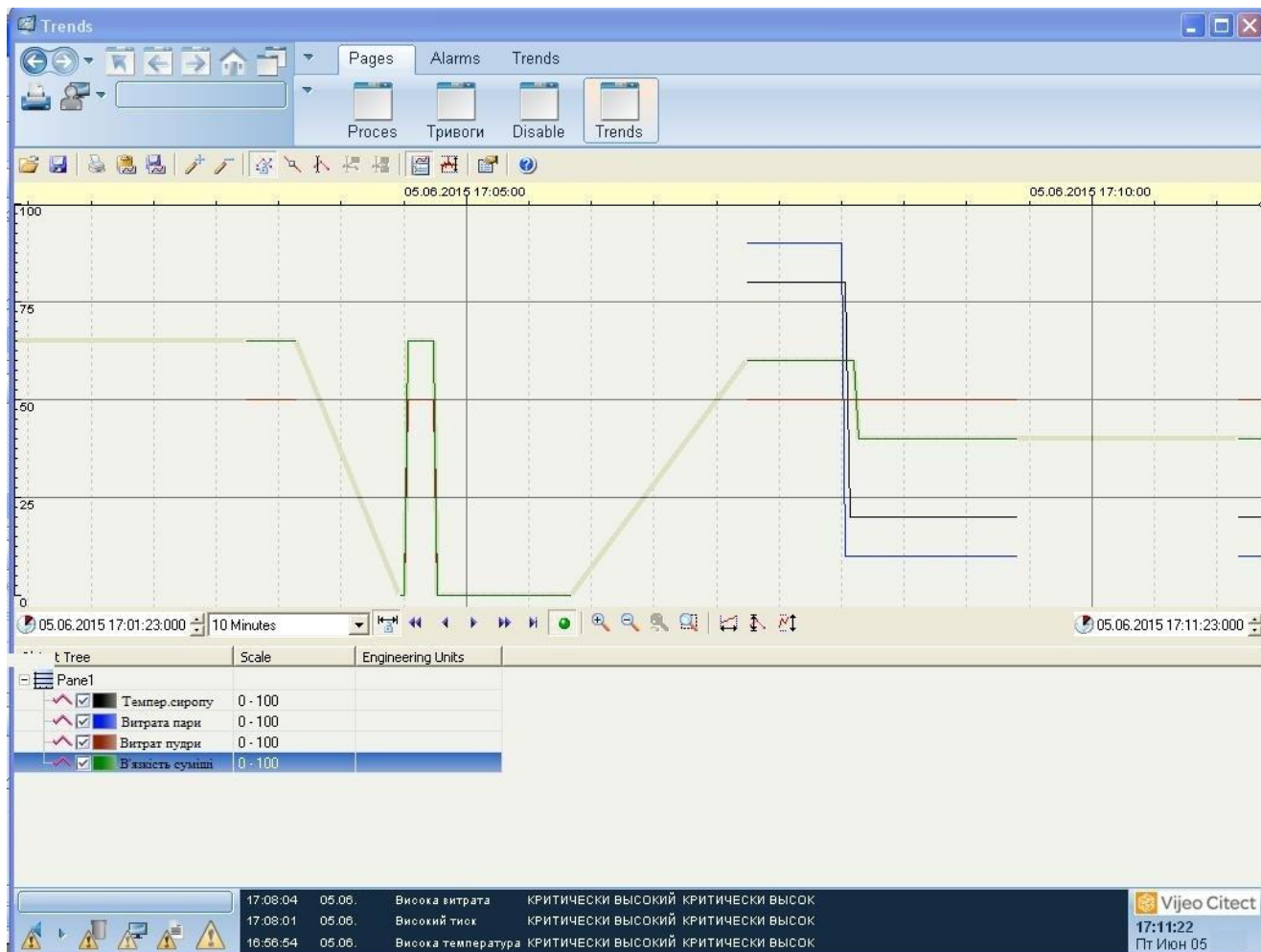


Рис.6.8. Вікно трендів

## Висновки

Розроблена в даному проекті схема автоматичного регулювання технологічних параметрів дає можливість проводити процес отримання утфелю у оптимальному технологічному режимі з оптимальним значенням параметрів. Розроблена схема сигналізації дає змогу попереджувати виникнення аварійних ситуацій і не допускати наближення значень технологічних параметрів до аварійних. Дана схема передбачає можливість автоматичного регулювання параметрів.

Для досягнення оптимальних результатів роботи певного агрегату на підприємстві і використовують засоби автоматизації, що побудовані на основі мікропроцесорних технологій.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

## Бібліографічний список

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.– К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
7. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
8. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
9. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
10. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

11. Луцька Н.М. Оптимальні та робасні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.
12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
13. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
16. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напрямку 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
18. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
19. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovovii Literatury, 2014.- 240 p.
21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.
23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6
30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.
31. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.
32. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.
33. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.
34. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.
35. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81