

**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

\_\_\_\_\_ Форсюк А.В. \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 2 » червня 2021 р.

**«До захисту допущено»**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Ельперін І.В. \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 2 » червня 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
(код та назва спеціальності)

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

на тему: Розробка системи автоматизації котла КВГМ-100

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК 4-Зск

Симоненко Ілля Олександрович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Ельперін Ігор Володимирович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент Грибков С.В. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2021 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

І.В.Ельперін

« 29 » квітня 2021р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Симоненко Ілля Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: Розробка системи автоматизації котла КВГМ-100  
**керівник роботи** професор, к.т.н. Ельперін Ігор Володимирович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 29 » квітня 2021р №248-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 2 » червня 2021р.

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-машиного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 29 квітня 2021 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

п.№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Видача та затвердження завдання</i>	<i>Перед переддипломною практикою</i>	
2	<i>Розділ 1</i>	<i>Захист переддипломної практики</i>	
3	<i>Розділ 2</i>	<i>1 тиждень</i>	
4	<i>Розділ 3</i>	<i>2 тиждень</i>	
5	<i>Розділ 4 та 5</i>	<i>3 тиждень</i>	
6	<i>Розділ 6 та 7</i>	<i>4 тиждень</i>	
7	<i>Підготовка матеріалів до захисту</i>	<i>5 тиждень</i>	
8	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>6 тиждень</i>	

Здобувач Симоненко І.О.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи Ельперін І.В.

\_\_\_\_\_ (підпис)

## Анотація

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизації котельної установки.

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 котельної установки. 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.

Окреме місце виділено дослідженню котельної установки як об'єкта управління. Проведено порівняльний аналіз перехідних процесів для різних значень параметрів регулятора.

В ході роботи зроблений економічний розрахунок ефективності впровадження системи автоматизації, а також приведена оцінка рівня автоматизації технологічного процесу в цілому.

**Ключові слова:** котел, пара, повітря, паливо, TSX AEY 1600, МПК.

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

## Abstract

This qualification work is devoted to the development of boiler system automation system.

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 boiler installation. The program is developed in the Unity Pro software from Schneider Electric. The program's performance was tested on a real controller.

The project considers in detail the options of technological solutions for the implementation of the automation system, as well as an analysis of the existing and developed system.

A special place is given to the study of the boiler plant as an object of management. A comparative analysis of transients for different values of the controller parameters.

In the course of work the economic calculation of efficiency of introduction of system of automation is made, and also the estimation of level of automation of technological process as a whole is resulted.

**Keywords:** boiler, steam, air, fuel, TSX AEY 1600, MPC.

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

## Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1.Опис об'єкта автоматизації .....	8
1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації .....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації .....	14
Розділ 2. Система автоматизації .....	16
2.1.Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО .....	16
2.2 Схема автоматизації.....	19
2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації .....	21
2.4 Проектне компонування мікропроцесорних контролерів .....	24
Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК .....	42
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	42
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	43
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	49
3.3.1 Схема автоматизації окремого контуру .....	49
3.3.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	51
3.3.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	52
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів. ....	53
Розділ 5.Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорних контролерів (алгоритм та програма для ПЛК) .....	61
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	65
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	65
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	71
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання систем автоматичного регулювання.....	77
7.1 Постановка задачі дослідження .....	77
7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.....	78
7.3 Моделювання САР .....	79
7.4 Опрацювання результатів моделювання .....	84
Висновки .....	85
Бібліографічний список .....	86

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

## Вступ

Дипломне проектування має на меті створення сучасної системи автоматизації чи оновлення існуючої. Даний дипломний проект призначений для підвищення продуктивності і зменшення витрат сировини і енергії при виробництві пару.

Основними задачами дипломного проекту є:

- узагальнити, закріпити і поглибити знання, отримані за увесь час навчання в університеті, і використовувати їх для обґрунтованого прийняття проектних рішень;

- привити знання й уміння проектування систем у цілому, практично закріпити навички розробки її базових компонентів – програмного, інформаційного і лінгвістичного забезпечення для комплексів автоматизованого проектування (САПР), інформаційно-довідкових систем, систем штучного інтелекту, систем дистанційного навчання і т.д.;

- придбати досвід в оформленні проектних і графічних матеріалів, складанні пояснювальних записок, специфікацій, відомостей на програмне забезпечення та іншої конструкторської документації. Автоматизація технологічних процесів є важливим засобом підвищення продуктивності праці, скорочення витрат матеріалів та енергії, покращення якості продукції, впровадження прогресивних методів управління виробництвом. Всі сучасні автоматизовані системи управління побудовані на базі управляючої обчислювальної техніки мікропроцесорних засобів (мікропроцесорних контролерів (МПК)) та електронних обчислювальних машин (ЕОМ). Застосування МПК та ЕОМ покращує функціональні можливості обладнання, значно підвищує надійність їх роботи і в кінцевому результаті позитивно відображується на якості продукції.

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

## Розділ 1.Опис об'єкта автоматизації

### 1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

**Котельна установка** – комплекс пристроїв, які призначені для отримання пари або гарячої води.

Котельна складається з:

- котельного агрегату;
- пристроїв для приготування палива і його подавання в топку;
- вентилятора для подавання повітря в топку;
- обладнання для видалення сажі та шлаків;
- димососа для відведення продуктів згорання з котельного агрегату;
- пристроїв для очищення газів від шлаків;
- димової труби;
- обладнання для очищення води від механічних домішок, накипоутворюючих солей і агресивних газів;
- насосів для подавання води.

Котельні агрегати поділяють на

- парові;
- водогрійні.

Вони представляють собою систему теплообмінних пристроїв:

- топку, в якій можуть бути розташовані екранні променеві приймальні поверхні;
- котел – для вироблення насиченої пари або нагрітої води.

8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Симоненко І.О.			Розробка системи автоматизації котла КВГМ-100	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ельперін І.В.					8	8
Секретар Е.К.		Проскурка Е.С.			НУХТ АК-4-Зск			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Пароперегрівач, водяний економайзер і повітряний підігрівач є елементами парових котлоагрегатів. Залежно від призначення та виду палива пароперегрівач і нагрівач повітря можуть і не застосовуватись.

На рисунку 1.1 зображений розріз типового котлоагрегату з камерною топкою 1, екранами 4, пароперегрівачем 3, пучком труб для кип'ятіння 5, повітряним підігрівачем 6, чавунним водяним економайзером 7. Для виведення пари, яку отримують в бокових екранах служить циклон 2. З верхнього барабана 9 виходить насичена пара і в нього ж подається вода, яка пройшла економайзер. З нижнього барабана 10 виводиться вода, забруднена солями і осадом – шламом (продування котла). На бокових стінках топки встановлюють газомазутні горілки 8.

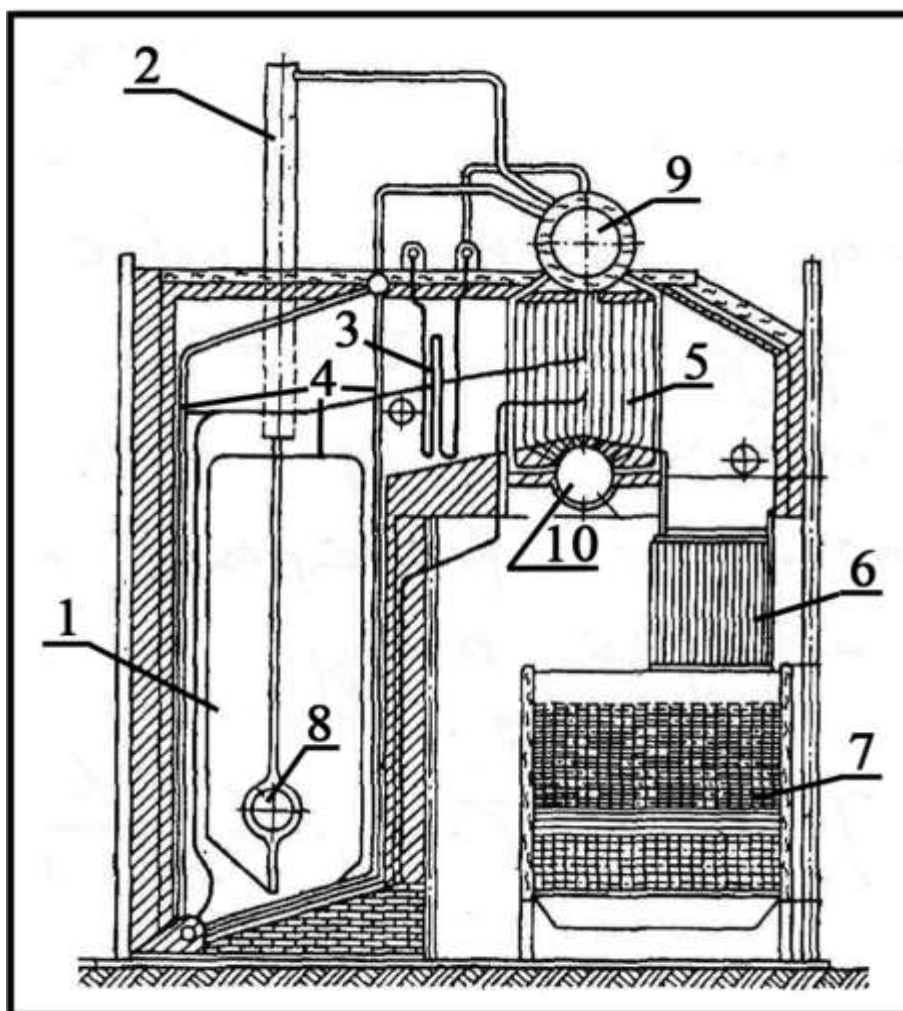


Рис. 1.1. Типовий котлоагрегат з камерною топкою: 1 – камерна топка; 2 – циклон; 3 – пароперегрівач; 4 – екрани; 5 – пучок труб для кип'ятіння; 6 –

повітряний підігрівач; 7 – водяний економайзер; 8 – газомазутні горілки; 9 – верхній барабан; 10 – нижній барабан

Чавунні опалювальні котли призначені для нагрівання води до 1150С, або для отримання пари під тиском 0,07 МПа. Вони монтуються з окремих секцій, під якими встановлюють топку шатрового типу. Поверхня нагріву залежить від кількості секцій.

Котельні агрегати ділять на:

- парові;
- водонагрівні.

Крім цього котельні агрегати ділять на групи за потужністю:

- мікрокотли;
- малі (4,6...7,6 МВт);
- середні (11...58 МВт);
- великі (більше 58 МВт).

Мікрокотли, малі та середні встановлюють у виробничих та опалювальних котельних, а великі на електростанціях.

В топці котлоагрегатів, розташовують екранні поверхні нагріву, які складаються з сталевих труб (або чавунних секцій мікрокотлів) і сприймають теплове випромінювання шару або факелу палива, що горить. Такі екранні поверхні є основними елементами сучасних котлоагрегатів, що генерують пару. Крім цього вони захищають стінки топки від дії високих температур і відкладання шлаків. Розрахункова температура газів на виході з топки 900...1100С.

В газоходах котлоагрегатів розташовують пучки сталевих труб. Теплота газів передається в основному конвекцією, тому такі агрегати називають **конвективними**.

В екранних та конвективних поверхнях нагріву утворюються насичена пара або вода певної температури.

**Пароперегрівачі** необхідні для підвищення температури пари за рахунок теплоти газів. Для промислових потреб достатній перегрів пари до 225...2500С,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		10

а на електростанціях використовують котли з перегрівом пари до 4500С при тиску 4 МПа, при більш високих тисках перегрів пари може сягати 540...5700С та більше.

Пароперегрівачі – змійовики, виготовляють з сталених труб.

**Підігрівачі повітря** необхідні для підігріву повітря, яке вдувають в топку. Вони складаються з пучка вертикальних труб, по яких проходять гази, а з зовні вони обдуваються повітрям. Підігрів повітря необхідний для кращого спалювання, особливо низькосортних палив. ККД котлоагрегату при цьому підвищується

Водяні економайзери призначені для підігріву води. Вони бувають:

- сталені – застосовують при тиску більше 2,3 МПа;
- чавунні – застосовують при тиску до 2,3 МПа.

Підігрівачі повітря та водяні економайзери знаходяться у «хвості» газового тракту. Вони знижують температуру газів, що викидаються в атмосферу, збільшуючи таким чином ККД котлоагрегата.

Допоміжне обладнання

Для подавання повітря в топку використовують вентилятори.

Охолоджені гази з котлоагрегата відводяться тяговими пристроями. Димова труба, висотою 25...45 м створює природну тягу, яка достатня для роботи котлів потужністю до 1,2...1,8 МВт, а для котлів більшої потужності споруджують труби висотою до 150 м, причому такі труби забезпечують поблизу землі концентрацію шкідливостей нижче допустимих рівнів.

Для котлів великої потужності також застосовують штучну тягу за допомогою димососів.

У виробничих котельних та котельних для опалення вода витрачається на відновлення втрат:

- конденсату;
- пари;
- мережевої води;
- гаряче водопостачання.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		11

Для підготовки води застосовують комплекс обладнання. Завдання підготовки води – звільнення води від різних домішок.

Мінеральні та органічні домішки видаляють фільтруванням води через шари піску, дробленого антрациту тощо, а колоїдні – коагуляцією, шляхом добавлення в воду різних коагулянтів (алюміній сульфат  $Al_2(SO_4)_3$  тощо).

Зниження концентрації солей кальцію та магнію (жорсткості води) запобігає утворення накипу на поверхнях нагріву, що дуже важливо для парових котлів. Однак під час випаровування води концентрація солей в котлі зростає, тому для підтримування її на необхідному рівні застосовують продувку, тобто випуск з котла частини води (до 10 %).

Жорсткість води понижують в катіонових фільтрах шляхом обміну катіонів кальцію і магнію на катіони натрію, водню або амонію. В якості катіоніту в основному застосовують кам'яне вугілля оброблене сірчаною кислотою.

Завдання прийому, розвантаження, зберігання, подавання і підготовки палива для спалення вирішує паливне господарство котельної.

Газоподібне паливо з магістральних газопроводів надходить на регуляторні станції, а від них по трубопроводах високого (0,3...1,2 МПа) та середнього (0,005...0,3 МПа) тиску транспортується до споживачів. Зниження тиску до робочого здійснюється в газорегуляторних пунктах.

Рідке паливо зберігають у спеціальних резервуарах, а тверде складують на майданчиках в штабеля. Розхідні склади палива розраховують на двохнедільний запас, а резервні – на запас до одного місяця.

З розхідного складу паливо подають за допомогою різних машин та механізмів системи паливоподачі (бульдозери, завантажувачі, стрічкові транспортери, ковшові підіймачі, рельсовий транспорт тощо).

Підготовка палива до спалювання здійснюють в подрібнювачах, млинах, сепараторах тощо.

В котельних, які працюють на твердому паливі може бути система шлакосажовидалення. Якщо сажі та золи утворюється менше 100 кг/год то їх

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

видаляють вручну. Якщо сажі та шлаку утворюється до 5000 кг/год то застосовують механічну систему.

Гідравлічним способом перекачують пульпу (сажа і вода) на відстань до 5 км. Однак через ряд недоліків: великий розхід води, розхід електроенергії на подрібнення сажі та транспортування пульпи, значні земельні площі під сажовідвали тощо, цей спосіб не набув широкого застосування.

Пневматичний спосіб забезпечує найбільш повну механізацію.

Подрібнені сажу та шлак транспортують по трубопроводах за допомогою повітря зі швидкістю близько 25 м/с.

Осадження сажі відбувається в циклоні, очищення в пиловловлювачі. Із циклону сажа відвантажується в цементовози і вивозиться. Вона може використовуватись для виробництва будматеріалів.

Під час спалення твердого палива димові газу очищують від частинок сажі, що запобігає забрудненню зовнішнього середовища і запобігає димососи від зношення. Для цього застосовують циклони для сухого і центр обіжні скуббери для мокрого виловлювання золи.

Сухі вловлювачі сажі прості в експлуатації, забезпечують ступінь очищення димових газів до 92 %, мокрі до 94 %, а крім цього вони дозволяють вловлювати окисли сірки і азоту, що важливо для охорони навколишнього середовища. Застосовують також електричні фільтри (ступінь очищення до 98 %), принцип дії яких базується на коронному розряді між електродами і переміщенні заряджених твердих частинок до них.

#### Компоновка котельних установок

Обладнання котельної розташовують за типовими проектами, винятки становлять випадки реконструкції котельних (рис. 1.2).

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

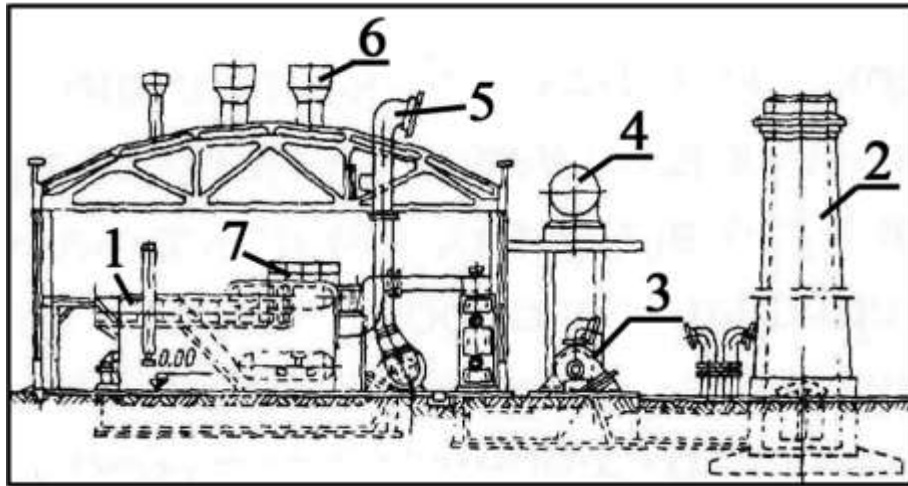


Рис. 1.2. Типова котельня з паровими котлами: 1 – котел; 2 – димова труба; 3 – димосос; 4 – деаератор; 5 – пристрій для забирання повітря; 6 – дефлектор; 7 – робочий майданчик

Сучасні будівлі котельних виконують каркасними, одноповерховими або іншого типу. Котельня повинна мати денне освітлення та вентиляцію.

### 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Барабан котла	Рівень	90 % ± 2 %	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату води	
		Регулювання в ручному режимі	Ручне управління рівнем	Вплив на витрату води			
		Тиск	0,22 МПа ± 0,05 МПа	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
Регулювання	Стабілізація			Вплив на витрату газу в топку			
2	Пароохолоджувач	Температура пари	125 <sup>0</sup> С ± 2 <sup>0</sup> С	Контроль	Відображення	АРМ оператора Щит управління	

Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Кваліфікаційна робота

Арк

14

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
		після охолоджувача			Реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату води	
3	Топка котла	Наявність полум'я в топці	Логічний «0» або логічна «1»	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	Світлова і звукова на щиті оператора
		Тиск	8 КПа ± 1 КПа	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на частоту обертів валу двигуна насоса відкачки топочних газів	
Концентрація CO <sub>2</sub>	15% ± 2 %	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	Світлова і звукова на щиті оператора		
4	Трубопровід подачі повітря в топку	Витрата	42 м <sup>3</sup> /год ± 1 м <sup>3</sup> /год	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на ЧПР двигуна насоса подачі повітря	
5	Трубопровід подачі газу в топку	Витрата	12 м <sup>3</sup> /год ± 1 м <sup>3</sup> /год	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	
		Тиск	0,18 МПа ± 0,1 МПа	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	
6	Трубопровід подачі пари до споживачів	Витрата	150 м <sup>3</sup> /год ± 5 м <sup>3</sup> /год	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	

## Розділ 2. Система автоматизації

### 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО

#### Температура

При розробці проекту автоматизації в першу чергу необхідно вирішити, з яких місць буде здійснюватися управління тими чи іншими ділянками об'єкту, де будуть розміщені пункти управління, операторські приміщення, який повинен бути взаємозв'язок між ними, тобто необхідно вирішити питання вибору структури управління. Під структурою управління розуміється сукупність частин автоматичної системи, на які вона може бути розділена, а також шляхи передачі дій між ними.

Усім приладам і засобам автоматизації, що зображуються на функціональних схемах, присвоюють позиційні позначення (позиції).

На стадії проекту позиційні позначення виконують арабськими цифрами і строковими буквами українського алфавіту.

Літерне позначення присвоюють кожному елементу функціональної групи в порядку алфавіту в залежності від послідовності проходження сигналу – від пристроїв отримання інформації до пристроїв дії на процес (приймальний пристрій – датчик, вторинний перетворювач – задатчик – регулятор – показник положення – виконавчий механізм, регулюючий орган).

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Симоненко І.О.			Розробка системи автоматизації котла КВГМ-100	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ельперін І.В.					16	16
Секретар Е.К.		Проскурка Е.С.				НУХТ АК-4-Зск		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

- первинні перетворювачі – основним призначенням датчика є перетворення контролюємої величини в уніфікований вихідний сигнал. Найбільш високі вимоги застосовуються до датчиків по точності, чутливості, динамічним властивостям. До інших відносять безвідмовність роботи в заданих умовах експлуатації, зносостійкість деталей, простота знаходження та усунення несправностей;

- регулюючі пристрої – основним призначенням регулюючих пристроїв є формування закону регулювання. Під законом регулювання прийнято розуміти функціональну залежність вихідного сигналу регулюючого пристрою від вхідного. Основною вимогою є правильний вибір закону регулювання. Закон регулювання вибирається, виходячи з вимог, що застосовуються до якості регулювання і динамічних властивостей об'єкта;

- виконавчі механізми (ВМ) та регулюючі органи (РО) – в якості виконавчих механізмів у автоматичних системах регулювання застосовуються електричні, пневматичні та гідравлічні механізми. При виборі ВМ необхідно враховувати наступні вимоги: 1) ВМ повинен розвивати зусилля, що необхідне для реакції робочих частин РО на всьому діапазоні їх переміщення при найбільш тяжких допустимих умовах експлуатації;

2) ВМ повинен забезпечувати детектуючу дію, тобто передавати дію лише тільки від регулюючого пристрою до РО;

3) значення основних величин, що характеризують статичні та динамічні властивості ВМ (поріг чутливості, гістерезіс, люфт, швидкість переміщення вихідної ланки при максимальному навантаженні, вибіг), повинні бути співвимірними із значеннями аналогічних величин інших елементів системи регулювання;

4) у будові ВМ бажано мати додаткові пристрої, такі як ручний привід місцевого керування РО, місцевий показник положення вихідної ланки, пристрій ручного регулювання початкового та кінцевого положення робочих

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

частин РО, гальмо, що загальмовує вихідну ланку в досягнутому проміжному положенні при закінченні подачі тиску живильного повітря;

Вибір потрібного регулюючого органу проводиться в процесі виконання розрахунку. З ряду масово виготовляємих регулюючих органів вибирається конкретний типорозмір, що має необхідний діаметр умовного (приєднувального) проходу, потрібну пропускну характеристику. Придатність приймаємого регулюючого органу по іншим характеристикам (робочому тиску і температурі, матеріалу деталей, що мають прямий доступ до проходжувального середовища і т.д.) повинна виявлятися по каталогам і іншим діючим інформаційним матеріалам і правилам.

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

## 2.2 Схеми автоматизації

Розроблена в даному курсовому проекті система автоматизації повинна забезпечити в автоматичному режимі контроль і сигналізацію основних параметрів технологічного процесу в межах технологічного процесу, а також автоматично чи в ручному режимі їх регулювання та управління. Для реалізації поставленої мети в системі автоматизації використовується мікропроцесорний контролер TSX Premium. Цей МПК має достатньо велику швидкість та надійність.

Основними параметрами, що регулюються є: тиск та рівень у барабані котла, розрідження у топці, тиск повітря, температура пару котлоагрегату. Всі ці технологічні величини сигналізуються.

Схеми автоматизації наведені на аркуші 1 графічного матеріалу і має в своєму складі такі контури управління та контролю:

- Тиск в барабані. Він регулюється перетворювачем тиску МИДА-ДИ з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА, який поступає на модуль аналогових входів контролера TSX AEY 1600. МПК програмно реалізує ПІ-регулятор і видає сигнал на модуль аналогових виходів TSX ASY410. Управляючий сигнал 4-20 мА поступає на МЕО, який впливає на регулюючий клапан, що регулює подачу газу.

- Рівень у барабані. Здійснюється регулювання за допомогою посуду врівнюючого СК10-1-А, який працює в комплекті з перетворювачем різниці тиску Метран-100. Сигнал який поступає на модуль аналогових входів контролера TSX AEY 1600. МПК програмно реалізує ПІ-регулятор і видає сигнал на модуль аналогових виходів TSX ASY410. Управляючий сигнал 4-20 мА поступає на МЕО, який впливає на регулюючий клапан, що регулює подачу води.

- Розрідження у топці. Вимірюється з допомогою датчика Метран-100 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА, який поступає на модуль аналогових

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

входів контролера TSX AEY 1600. МПК програмно реалізує ПІ-регулятор і видає сигнал на модуль аналогових виходів TSX ASY410. Управляючий сигнал 4-20 мА поступає на частотний перетворювач, який задає швидкість обертання двигуна димососа.

- Тиск повітря. Вимірюється з допомогою датчика Метран-100 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА, який поступає на модуль аналогових входів контролера TSX AEY 1600. МПК програмно реалізує ПІ-регулятор і видає сигнал на модуль аналогових виходів TSX ASY410. Управляючий сигнал 4-20 мА поступає на частотний перетворювач, який задає швидкість обертання двигуна подачі повітря.

- Температуру пари. Вимірюється з допомогою двох датчиків ТСП 1-3-110П з уніфікованими вихідними сигналами 4-20 мА, які поступають на модуль аналогових входів контролера TSX AEY 1600. МПК програмно реалізує ПІ-регулятор і видає сигнал на модуль аналогових виходів TSX ASY410. Управляючий сигнал 4-20 мА поступає на МЕО, який регулює.

Також для контролювання наявності факелу в пальнику використовуються датчики FE200 з уніфікованими вихідними сигналами 4-20 мА, які поступають на модуль дискретних входів контролера TSX DEY 08D2. Далі сигнал після обробки на МПК поступає на модуль дискретних виходів TSX DSZ 32R5. Управляючий сигнал поступає на трансформатор типу ОС33-730.

Сигналізації в схемі автоматизації підлягають аварійні значення всіх параметрів, що регулюються, а саме, досягнення критичної нижньої або верхньої межі рівня та тиску в барабані, розрідження у топці, температури пари, тиску повітря, а також звукова сигналізація надзвичайної ситуації.

Поточне значення всіх параметрів що регулюються чи контролюються та сигналізацію відповідних величин можна спостерігати на дисплейних мнемосхемах ПЕОМ за допомогою SCADA-програми. Перехід від автоматичного до ручного управління виконується також за допомогою дисплейної мнемосхеми.

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

## 2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ п/п	№ поз за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди ни ця	Потр еба За проект ом	При- мітка
1	2	3	4	5	6	7
1	1а	Термоперетворювач опору. Номінальна статична характеристика-100П, довжина монтажної частини-120 мм, довжина погрузної частини -70 мм, робочий діапазон – (-50...+500), сигнал 4-20мА, клас точності 0,25 .	ТСП 1-3-100П-В-3-120-8-70-Д-/-50...+500/	шт	1	
2	1б	Термоперетворювач опору. Номінальна статична характеристика-100П, довжина монтажної частини-120 мм, довжина погрузної частини -70 мм, робочий діапазон – (-50...+500) , сигнал 4-20мА, клас точності 0,25 .	ТСП 1-3-100П-В-3-120-8-70-Д-/-50...+500/	шт	1	
3	1в	Магнітний пускач, Р=40Вт	ПМЕ-211	шт	1	
4	1г	Механізм електричний однооборотний Т <sub>об</sub> =55с., U <sub>ж</sub> =220В	МЭО	шт	1	
5	1д	Клапан призначений для ручного і автоматичного регулювання витрати води при перепаді тиску на клапані не більше 3 МПа (30 кг/см*см)	Danfoss VFG2	шт	1	
6	2а	Термоперетворювач опору. Номінальна статична характеристика-100П, довжина монтажної частини-800 мм, довжина погрузної частини -105 мм, робочий діапазон – (0...+1000) , сигнал 4-20мА, клас точності 0,25 .	ТХА 1-23-ХА-2-И-80-800-3-105-10-120-А-/0..1000/	шт	1	
7	3а	Термоперетворювач опору. Номінальна статична характеристика-100П, довжина монтажної частини-800 мм, довжина погрузної частини -70 мм, робочий діапазон – (-50...+500) , сигнал 4-20мА, клас точності 0,25 .	ТСП 1-3-100П-В-3-800-8-70-Д-/-50...+500/	шт	1	
8	4а	Термоперетворювач опору. Номінальна статична характеристика-100П, довжина монтажної частини-600 мм, довжина погрузної частини -70 мм, робочий діапазон – (-50...+500) , сигнал 4-20мА, клас точності 0,25 .	ТСП 1-3-100П-В-3-600-8-70-Д-/-50...+500/	шт	1	
9	5а	Термоперетворювач опору. Номінальна статична характеристика-100П, довжина монтажної частини-120 мм, довжина погрузної частини -70 мм, робочий діапазон –	ТСП 1-3-100П-В-3-120-8-70-Д-/-	шт	1	

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

		(-50...+500) , сигнал 4-20МА, клас точності 0,25 .	50...+500/			
10	6а	Термоперетворювач опору. Номінальна статична характеристика-100П, довжина монтажної частини-120 мм, довжина погрузної частини -70 мм, робочий діапазон – (-50...+500) , сигнал 4-20МА, клас точності 0,25 .	ТСП 1-3-100П-В-3-120-8-70-Д-/-50...+500/	шт	1	
11	7а	Термоперетворювач опору. Номінальна статична характеристика-100П, довжина монтажної частини-120 мм, довжина погрузної частини -70 мм, робочий діапазон – (-50...+500) , сигнал 4-20МА, клас точності 0,25 .	ТСП 1-3-100П-В-3-120-8-70-Д-/-50...+500/	шт	1	
12	8а	Перетворювач тиску. Модифікація 13П, діапазон вимірювання 0...10 МПа , сигнал 4-20МА, клас точності 0,5	МИДА-ДИ-13П-0,5/10МПа 0,1-М20-У-ТУ4345	шт	1	
13	8б	Магнітний пускач, Р=40Вт	ПМЕ-211	шт	1	
14	8в	Механізм електричний однооборотний Т <sub>об</sub> =55с., U <sub>ж</sub> =220В	МЭО	шт		
15	8г	Клапан призначений для ручного і автоматичного регулювання витрати води при перепаді тиску на клапані не більше 3 МПа (30 кг/см*см)	Danfoss VFG2	шт	1	
16	9а	Перетворювач тиску. Модифікація 13П, діапазон вимірювання 0...40 кПа , сигнал 4-20МА, клас точності 0,5	МИДА-ДИ-13П-0,5/40кПа 0,1-М20-У-ТУ4345	шт	1	
17	9б	Мікропроцесорний привод серії VLT5000 фірми Danfoss для трьохфазного двигуна змінного струму з напругою живлення 380-460 VАС, в корпусі типу backstyle із ступенем захисту IP 20.  Варіант апаратного забезпечення:  з вбудованим фільтром RFI, перетворювач частоти має панель управління DL з картою підключення PROFIBUS. 8 програмованих цифрових входів, 2 аналогових входа, 2 аналогових і цифрових виходів всі гальванічно розв'язані.	VLT 5000  Danfoss	шт	1	
18	10а	Перетворювач різниці тисків. Модифікація ДИВ, діапазон вимірювання 0...0,2 кПа,	Метран-100-ДИВ-1310-	шт	1	
<i>Кваліфікаційна робота</i>						Арк
22						
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		



30	15а	Діафрагма камерна	ДКС-10-200			
31	15б	Перетворювач різниці тисків. Модифікація ДД, діапазон вимірювання 0...6,5 кПа, сигнал 4-20мА, клас точності 0,5	Метран-100-ДД-1440-АС-02-МП-12-050-6,5кПа			
32	16а	Діафрагма камерна	ДКС-10-200			
33	16б	Перетворювач різниці тисків. Модифікація ДД, діапазон вимірювання 0...6,5 кПа, сигнал 4-20мА, клас точності 0,5	Метран-100-ДД-1440-АС-02-МП-12-050-6,5кПа			
34	17а	Датчик наявності факелу	FE200			
35	17в	Трансформатор високовольтний	ОС33-730			
36	17г	Запальник	ЗП-1			
37	18а	Датчик наявності факелу	FE200			
38	18в	Трансформатор високовольтний	ОС33-730			
39	18г	Запальник	ЗП-1			
40	19а	Магнітний пускач, Р=40Вт	ПМЕ-211			
41	19б	Механізм електричний однооборотний Т <sub>об</sub> =55с., U <sub>ж</sub> =220В	МЭО			
42	19в	Клапан призначений для ручного і автоматичного регулювання витрати води при перепаді тиску на клапані не більше 3 МПа (30 кг/см*см)	Danfoss VFG2			

## 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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

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

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 (рис. 1.14)..

, 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.

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

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 різні, через які за 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. 1.15.

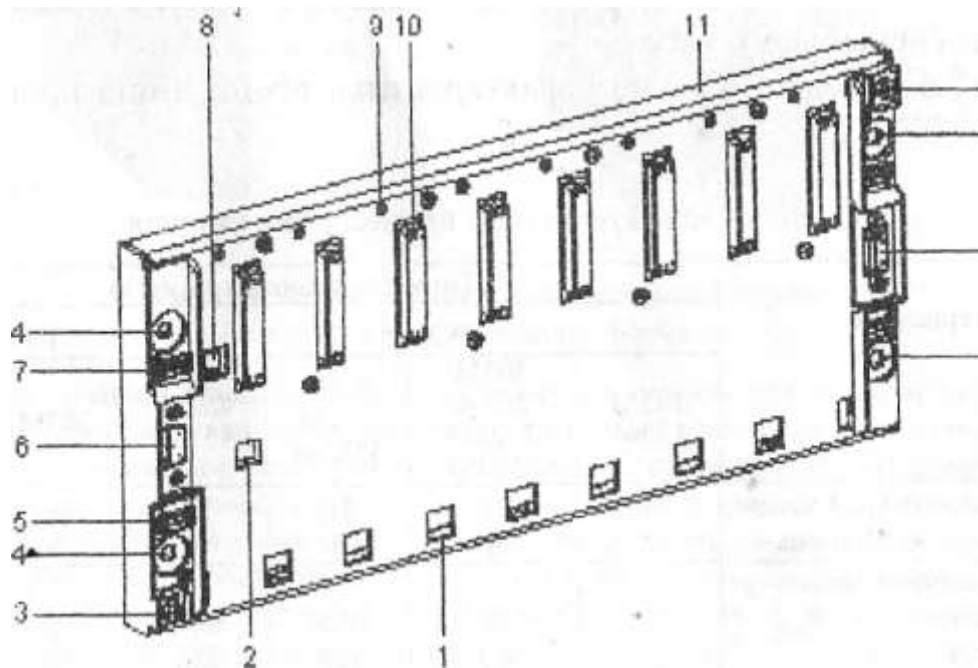


Рис.1.15. 1 – апертури для закріплення модулів; 2 – апертура, яка гарантує правильне розташування модуля живлення на шасі. Оскільки модуль живлення має виступ на лицьовому боці модуля, його неможливо встановити у іншій позиції; 3 – клемма для заземлення шасі, 4 – отвори для закріплення шасі; 5 – місце 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; 10-48- штирковий

					Кваліфікаційна робота	Арк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		26

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 хх3М та Т РСХ 57 хх3М. Процесори TSX P57 хх3М встановлюються на шасі контролера, а Т РСХ 57 хх3М – на ISA шині РС. Процесорний модуль, розташований у корпусі РС, під'єднується до шасі з установленими модулями входів-виходів за допомогою спеціального кабелю. У лярм. 1.5 наведені основні характеристики різних типів процесорних модулів.

Характеристики	Тип процесорних модулів					
	TSX P57			Т РСХ 57		
	203М					
	ЛОЗМ	253 М	Алярм	453М	203М	353М
	153М	2023М	353М	453М		
		2523М	3523М			
Кількість шасі: - на 4,6,8,4	16	16	16	16	16	16

місце						
- на 12 місць	2	8	8	8	8	8
Кількість входів/виходів у шасі: - дискретних	512	1024	1024	2048	1024	1024
- 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	32	48	64	128	48	96
- розширення ОЗУ	64	160	384	512	160	384

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.

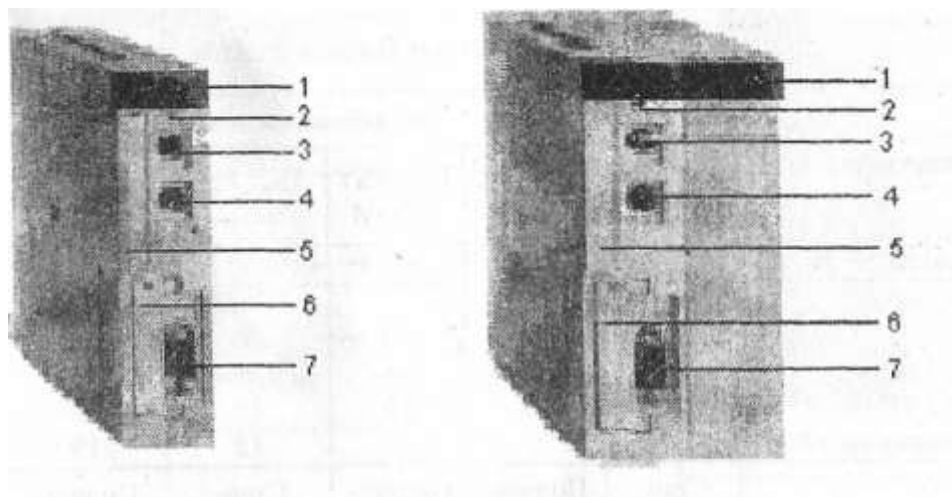


Рис. 1.16 Загальний вигляд процесорних модулів стандартного і подвійного форматів:

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 ЦПК; 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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		29

повинен бути закритий кришкою; 7 – 9-штирковий SUB D рознім для під'єднання до інтегрованої у процесор польової шини FIPIO. 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 лярм.1.6 наведені типи й основні технічні характеристики блоків живлення.

Таблиця 1.6

#### Загальні характеристики блоків живлення

Загальні характеристики	Типи блоків живлення					
	TSX PSY 1610 M	TSX PSY 3610 M	TSX PSY 5520M	TSX PSY 2600M	TSX PSY 5500M	TSX PSY 8500 M
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 алярм. 1.6, 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. 1.17 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.

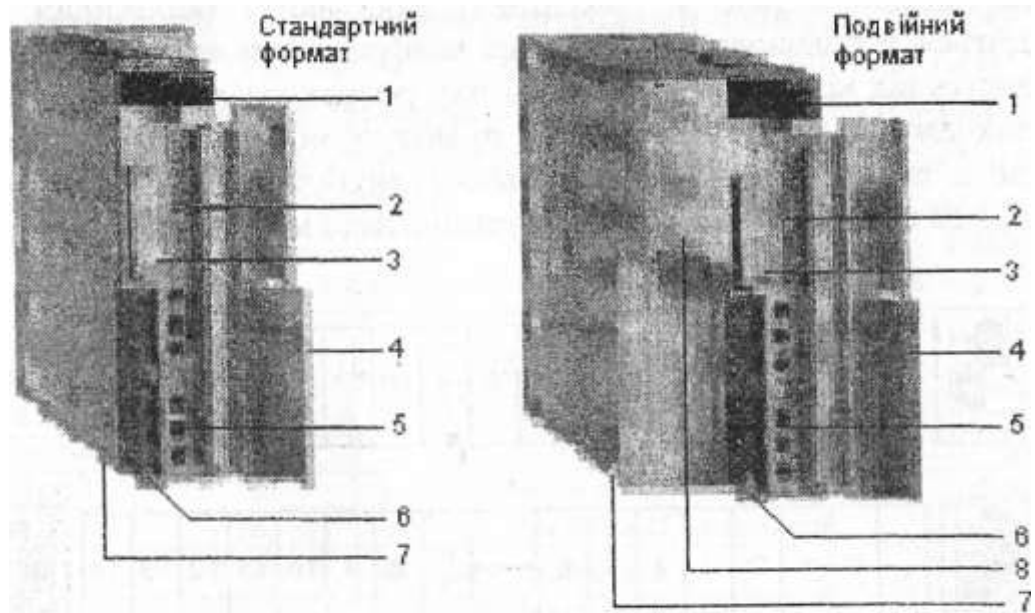


Рис. 1.17. Загальний вигляд блоків живлення.

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.

Якщо контролер складається з кількох шасі, які розширюються, то адреса кожного шасі виставляється за допомогою лямрів а го оду, 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 використання блока живлення подвійного формату інші модулі можуть займати місця, починаючи з номера 09.

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

## 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 алярм. 1.7 і 1.8 наведені основні технічні характеристики для різних типів дискретних модулів.

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

Таблиця 1.7

## Основні технічні характеристики модулів дискретних входів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Під* єднання
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 16A3	16	48 VAC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16A4	16	100... 120 VAC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 15A5	16	200...240 VAC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16FK	16	24 VDC, ізольовані швидкі входи	НЕ 10
TSX DEY 32D2K	32	32 VDC, ізольовані	НЕ 10
TSX DEY 64D2K	64	64 VDC, ізольовані	НЕ 10
TSX DEY 32D3K	32	48 VDC, ізольовані	НЕ 10
TSX DMY 28FK * ' .	16 ВХОДІВ 12 ВИХОДІВ	24 VDC, ізольовані швидкі входи 24 VDC, ізольовані , 0,5 А	НЕ 10
TSX DMY 28RFK	16 входів 12 виходів	24 VDC, ізольовані швидкі входи 24 VDC, ізольовані , 0,5 А	НЕ 10

Таблиця 1.8

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

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

Клемні колодки на модулях входів- виходів (рис.1.19) 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

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 Міcro, 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. 1.21) 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 лярмів 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
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

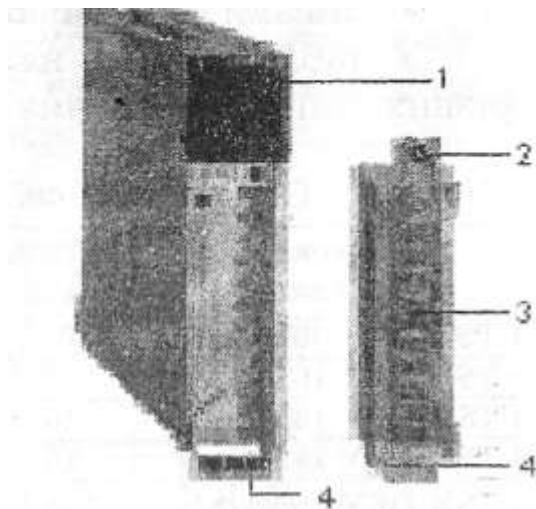


Рис. 1.19. Загальний вигляд модуля з клемною колодкою

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

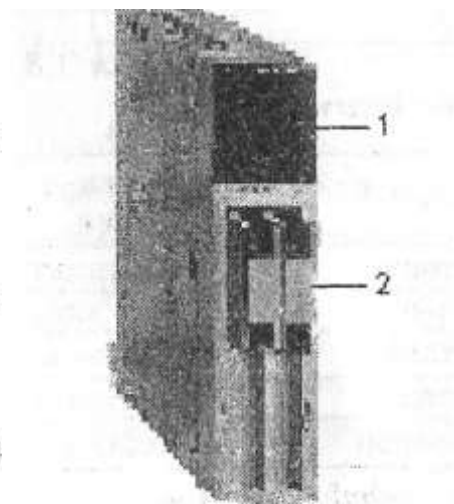


Рис. 1.20. Загальний вигляд модуля з конекторами.

1 – дисплейний блок;  
2 – конектори.

### Модулі аналогових входів-виходів

У алярм. 1.9 наведені основні технічні характеристики аналогових модулів.

#### Таблиця 1.9

Ці модулі розрізняються:

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

#### Основні 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 колектора

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 12 біт	1 SUB-D. конектор
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-D. 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

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

Ці модулі розрізняються:

- кількістю каналів (4, 8, 16);
- характеристиками термopара, 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 ( лярм. 1.5).

Аналогічно аналоговим модулям TSX Міcro 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;
- 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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		40

зовнішнім джерелом живлення. Для цього на лицьовій панелі модуля розташовані спеціальні клеми.

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.

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

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

### 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).

Документація на замовлення мікропроцесорного контролера тісно пов'язана із завданням на виготовлення щитів і пультів, оскільки у щитових конструкціях розміщується як сам МПК так і його блоки живлення. Основним документом при замовленні МПК є замовна специфікація в якій вказується модель, кількість модулів контролера та їх опис.

В даному проекті використовується 17 аналогових та 2 дискретних вхідних змінних, 8 аналогових та 10 дискретних вихідних змінних. Виходячи з цієї кількості змінних вибираємо контролер TSX Premium 57 2523M, який повністю задовольняє поставленим вимогам.

Таблиця 3.1 Замовна специфікація на МПК

Тип	Найменування	Кількість	Примітка
TSX Premium 57 2523M	Мікропроцесорний контролер	1	
TSX AEY 1600	Модуль аналогових входів (16)	1	
TSX ASY 800	Модуль аналогових входів (8)	1	
TSX DEY 08D2	Модуль дискретних входів (4)	1	
TSX ASY 410	Модуль аналогових виходів (4)	2	
TSX DSZ 32R5	Модуль дискретних виходів (16)	1	

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Симоненко І.О.			Розробка системи автоматизації котла КВГМ-100	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ельперін І.В.					42	9
Секретар Е.К.		Проскурка Е.С.				НУХТ АК-4-Зск		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Розміщення модулів виконується в наступній послідовності:

- два модуль аналогових входів займає 2 посадочних місця;
- модуль дискретних входів займає місце 3;
- два модуля аналогових виходів займають місце 4 та 5 місця;
- модуль дискретних виходів займає 6 посадочне місце.

Розроблена принципова електрична схема автоматичного регулювання, управління та сигналізації зображена на 2-му аркуші графічної частини курсового проекту. Вона базується на мікропроцесорному контролері TSX Premium.

Технологічна і виробнича сигналізація реалізовані в частині «Сигналізація». Тут при перевищенні заданих технологічних параметрів вмикаються біти сигналізації, які надалі відображаються в Alarm Viewer SCADA програми. Попереджувальна сигналізація про ввімкнення в дистанційному режимі приводів реалізована в частині програм.

### **3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.**

Алгоритм роботи принципової електричної схем автоматичного регулювання, управління та сигналізації оснований на поступовому проходженні сигналу від датчиків до вхідних ПЗО (модулі аналогових та дискретних входів) після чого сигнал програмно обробляється мікропроцесором відповідно до програми. Тут формується управляючий сигнал, який поступає на вихідні ПЗО (модулі аналогових та дискретних виходів) і виконавчі механізми.

До вхідних ПЗО належать такі модулі контролера: TSX AEY 1600 – 1 модуль (напівформатний модуль аналогових входів, 16 входів), TSX AEY 800-1 модуль (напівформатний модуль аналогових входів, 8 входів), які призначені для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА в цифровий сигнал 0-10000

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

одиниць контролера та TSX DEY 08D2 - 1 модуль (напівформатний модуль дискретних входів, 8 входів).

До вихідних ПЗО належать такі модулі контролера: TSX ASY 410 – 2 шт. (напівформатний модуль аналогових виходів, 4 виходи), який призначений для перетворення 0-10000 одиниць контролера в уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА, та TSX DSZ 32R5(модуль стандартного формату дискретних виходів), для сигналізації аварійних станів відповідних технологічних параметрів. Розглянемо регулювання температури в секції дифузійного апарату.

Сигнал від термоперетворювачів опору з нормованим виходом 4...20 мА і діапазоном вимірювання  $0...+500\text{ }^{\circ}\tilde{N}$  з позицією 1а та 1б надходить на модуль аналогових входів TSX AEY 1600 відповідно до документації на підключення перетворювача. В АЦП сигнал перетворюється в цифрову форму відповідно до налаштувань модуля 0...10000 і згідно з географічним методом адресації отримує адресу в контролері % IW103.0 та % IW103.1. Далі співвідношення цих сигналів обробляються в програмі – регулюється за ПІ законом регулювання. Фрагмент тексту програми наступний:

%MW50:=%IW103.0-%IW103.1

%MW100:=8800; (завдання відповідає  $440\text{ }^{\circ}\tilde{N}$ )

%MW101:=0; (вихід в ручному режимі, відповідає 0 % xPO)

%MW102:=250; (настройка П складової  $K_p = 2.5$ )

%MW103:=100; (настройка І складової  $T_i = 1c$ )

PID\_INT((' ', '%MW50, %QW109.1, %M1,%M100:43) – стандартний алгоритм ПІД регулювання в бібліотеці контролера. Для регулювання тиску в трубопроводі Д складова не використовується. В цьому алгоритмі ,%MW50– поточне значення регульованої змінної, %M2 – внутрішня дискретна змінна, якщо її значення 1 – працює регулятор, якщо 0 – встановлюється для вихідної змінної значення, яке записане в %QW109.1. %MW100:43 – масив із 43 значень,

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

перше з них – завдання %MW100, друге – вихід в ручному режимі, третє %MW102 – настройка П регулятора, четверте %MW103 – настройка І регулятора, п'яте – настройка Д регулятора. %QW109.1– вихідний сигнал.

%QW109.1– сигнал, підключений до першого каналу модуля TSX ASY 410. В ЦАП він перетворюється на сигнал 4...20 мА і поступає на регулюючий орган виконавчого механізму – МСО 1г.

Аналогічно регулюється відбувається регулювання інших параметрів в апараті.

Принципові схеми регулювання, управління та сигналізації в даному проекті об'єднані в одну, оскільки дві останні реалізовані в програмі контролера.

Вона включає в себе технологічну сигналізацію про входження найбільш важливих параметрів технологічного процесу в аварійний мінімум та максимум. Схема сигналізації реалізована на нижньому рівні АСУТП і візуалізована на дисплейній мнемосхемі.

Розглянемо на прикладі сигналізацію аварійного значення температури в сушарці:

```
%MW10:=7550; (аварійний максимум 3,5%)
```

```
IF %IW103.8>%MW10 THEN SET %Q110.2; (колір  
відображення параметра на щиті стане червоним)
```

```
End_if;
```

Опис схеми управління двигуном:

Для підключення двигуна використана схема з включенням його у фазну напругу і з заземленням одного виводу котушки, тоді замикання на землю в будь-якій точці мережі викличе перегорання запобіжника і відключення двигуна, і дасть змогу запобігти самозапуску.

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

На схемі управління двигуном передбачено перемикач місцеве/автоматичне.

На схемі передбачена апаратура захисту: ввідний автоматичний вимикач QF1, теплові реле КК1 та КК2, плавкий запобіжник FU1. При місцевому управлінні двигун вмикається кнопкою SB2, при автоматичному – від контакту з дискретного виходу контролера – реле напруги KV3. Зупинка двигуна – кнопкою SB1. Для забезпечення імпульсного включення і виключення в автоматичному режимі використано реле часу КТ1.

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.

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;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

- 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 електричні 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»);

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;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

В дипломному проєкті 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.

#### **Опис схеми управління електродвигунами з магнітним пускачем**

Схему управління електродвигуном М1 при живленні ланцюга управління фазною напругою зображено на рис.1. За даною схемою здійснюється місцеве управління відповідними приводами.

В ручному режимі роботи електродвигуна М1 при натисканні кнопки SB2 (кнопка “Пуск”) напруга 220 В подається на магнітний пускач KV1, як наслідок замикається його контакт KV1, що забезпечує блокування кнопки “Пуск”, тобто при відпусканні цієї кнопки схема продовжує працювати. Це явище називається самопідхватом. Магнітний пускач, в свою чергу, і запускає двигун.

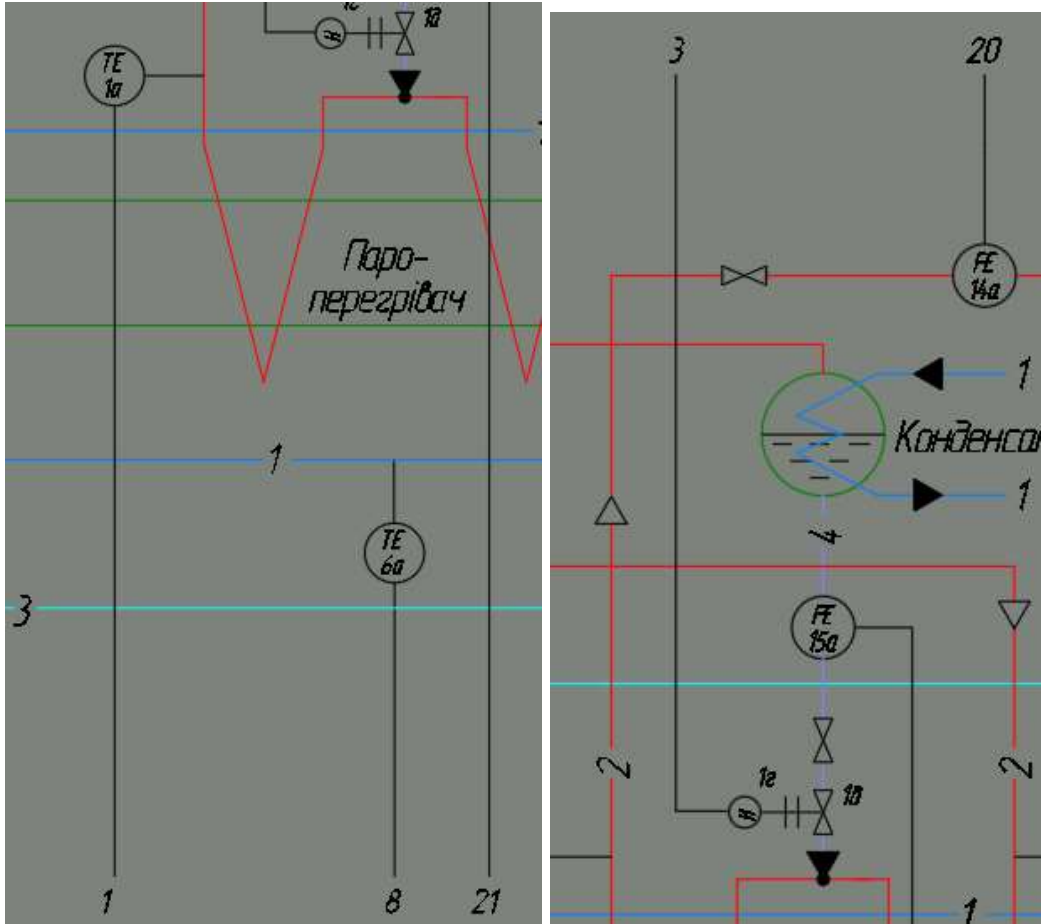
При натисканні кнопки SB1 (кнопка “Стоп”) електричний ланцюг розривається, на магнітний пускач не надходить струм, розмикається його само підхват, електродвигун зупиняється.

При перемиканні на автоматичний режим роботи електродвигуна М1 за допомогою ключа SA, управління відбувається дискретним виходом з промислового контролера KV1.

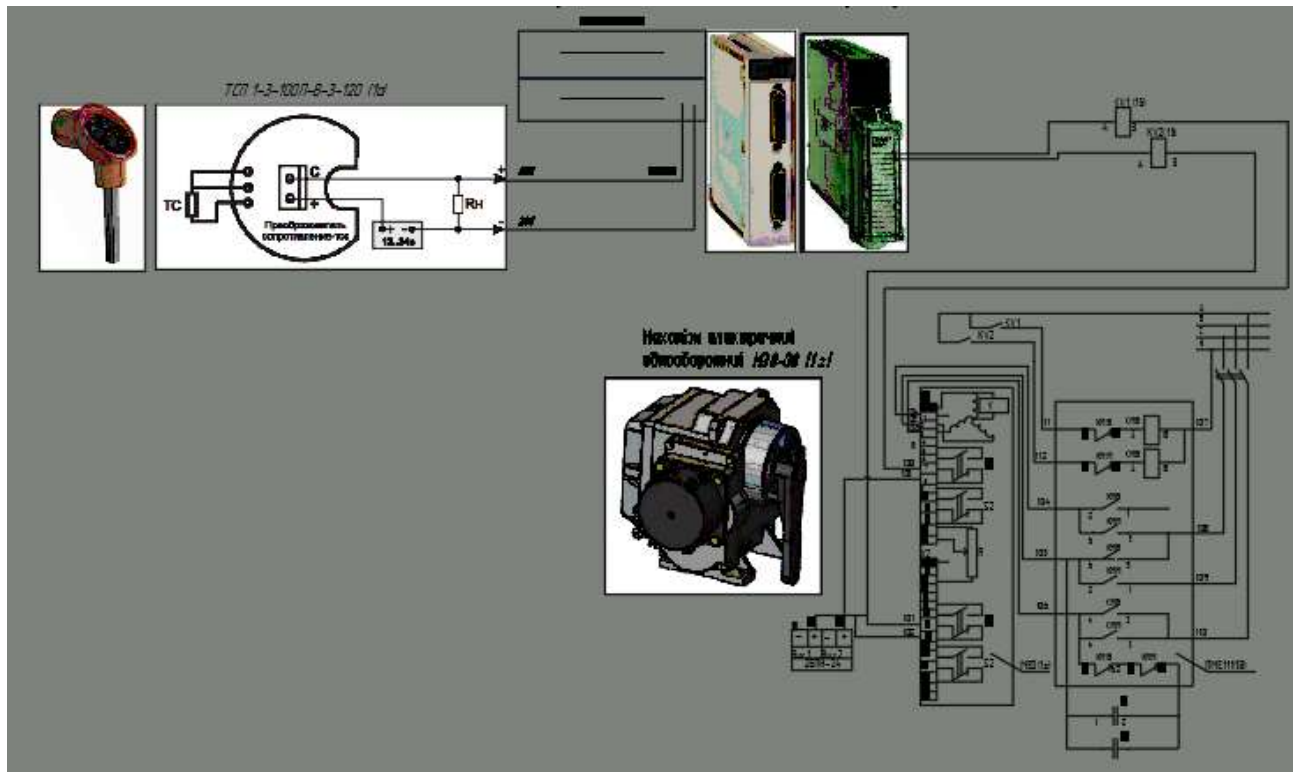
					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		48



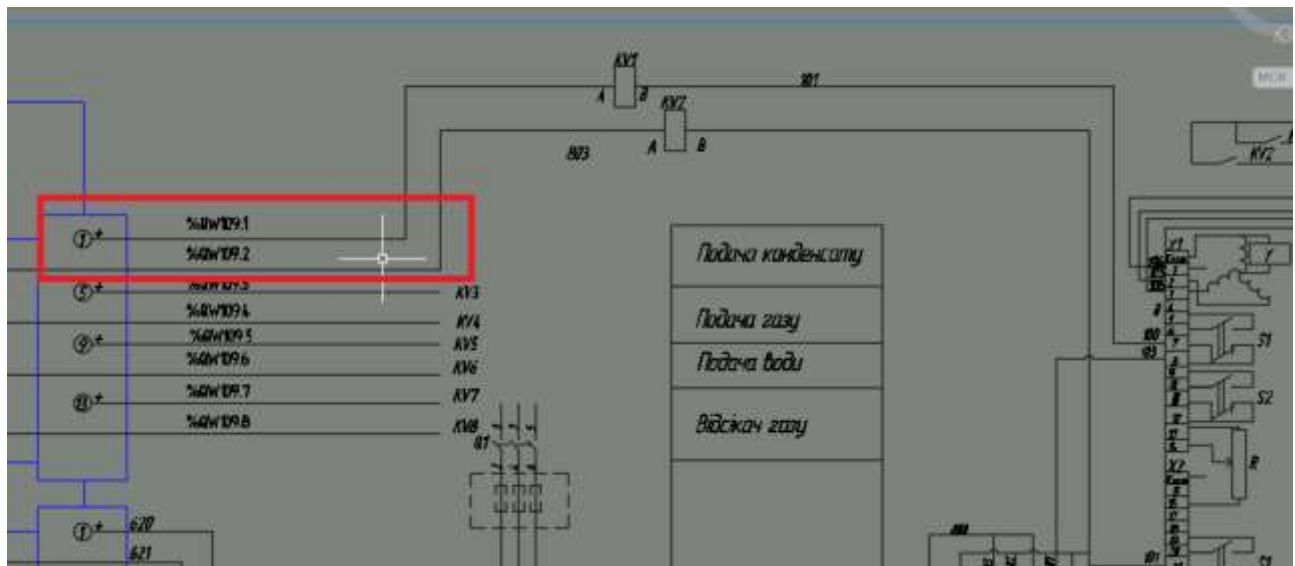
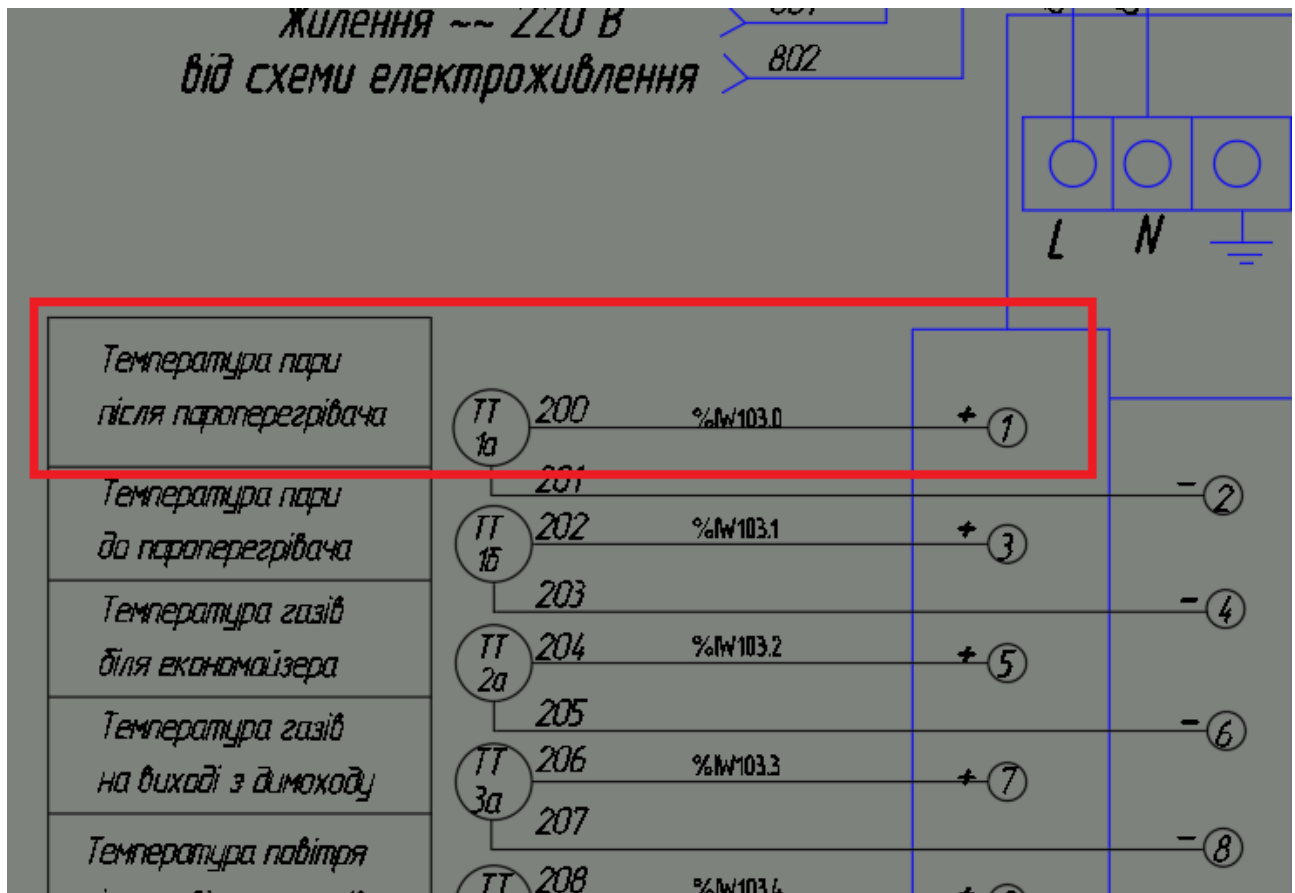
## Схема автоматизації контуру регулювання температури



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



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



#### Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів.

Основним при монтажі первинних перетворювачів є правильний вибір місця установки і конструктивне рішення вузла пристрою, яке відповідає умовам роботи даного пристрою і експлуатаційним вимогам.

На етапі розробки монтажних креслень підбираються креслення типових конструкцій для установки датчиків, виконавчих механізмів, регулюючих органів і відбірних пристроїв, які розміщують на стінах, міжповерхових перекриттях, колонах приміщення або безпосередньо на технологічних апаратах і трубопроводах.

Також місця установки засобів автоматизації і способу їх монтажу необхідно вибирати з урахуванням вимог заводських інструкцій і з таким розрахунком, щоб забезпечити необхідну точність вимірювання, вільний доступ до приладів і апаратури керування, добру видимість і освітлення шкал і діаграм приладів, а також зручність їх обслуговування.

Необхідно при виборі місць установки приладів та засобів автоматизації враховувати класифікацію приміщень і зон щодо вибухопожежної і пожежної небезпеки, категорії виробництв, стан повітряного середовища в приміщенні, класифікацію приміщень у відповідності ураження людей електричним струмом.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Симоненко І.О.			Розробка системи автоматизації котла КВГМ- 100	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ельперін І.В.					53	8
Секретар Е.К.		Проскурка Е.С.				НУХТ АК-4-Зск		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Особливу увагу необхідно звертати на вибір місця для розміщення первинного сприймаючого елемента всередині робочої зони апарату. Дуже важливо, щоб реакція чутливого елемента відображала середнє значення параметру у вимірювальній зоні або в регулюємій ділянці об'єкта.

Термоперетворювачі опору встановлюються на апаратах та трубопроводах: ділянка встановлення термоперетворювачів опору не повинна зазнавати дії ударів і вібрації, які можуть визвати руйнування чутливого елемента. При виборі схеми розміщення термометрів опору необхідно враховувати, що коефіцієнт теплопередачі має найбільше значення при радіальному і найменше – при повздовжньому розміщені. Але радіальне розміщення термоперетворювачів опору в трубопроводі можливе тільки в трубопроводах діаметром 300 мм і більше.

Щити й пульти як правило встановлюються біля технологічного обладнання, яким керують або в щитовій чи операторській. В місці встановлення щита, в технологічному приміщені забезпечується максимальна зручність для обслуговуючого персоналу (оператору) для керування процесом.

Термоперетворювачі опору, що призначені для вимірювання температури в технологічних апаратах і трубопроводах, встановлюють в бобишках, внутрішня різьба яких повинна бути рівна зовнішній різьбі приєднувального штуцера термоперетворювача. Штуцер може бути рухомим і нерухомим.

Датчики встановлюють в захисних чохлах ,що виготовлені з труби. Захисний чохол має дві частини: занурювальну і незанурювальну. Для виготовлення першої частини застосовують труби з вуглеводної чи нержавіючої сталі, а для іншої – звичайна сталь. Захисний чохол кріплять до бобишки (що приварена до трубопроводу) на фланці чи без фланця.

До місця встановлення первинних перетворювачів повинен бути зручний доступ для обслуговуючого персоналу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

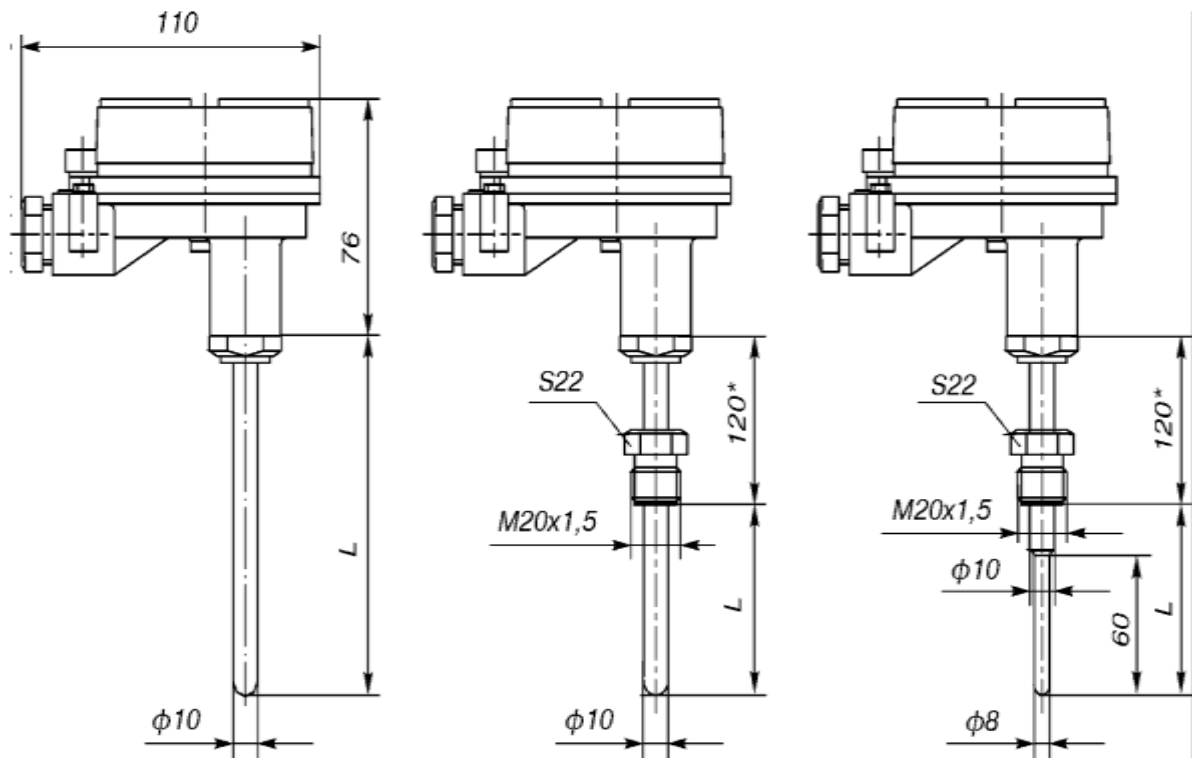


Рисунок 3.4.7 Габаритні розміри мікропроцесорного термометру опору

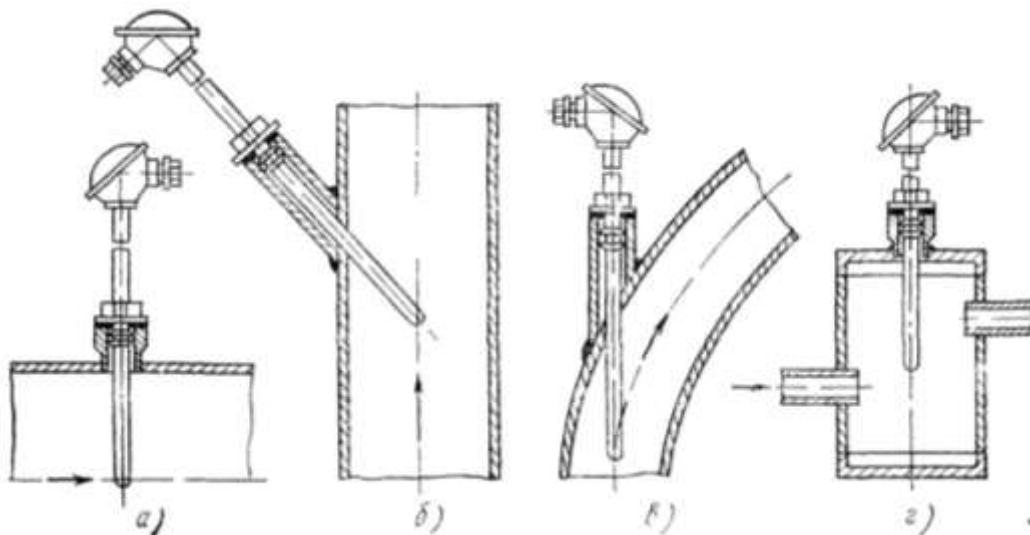


Рисунок 3.4.8 Монтаж встановлення термометра опору на трубопроводах

					Кваліфікаційна робота	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

При встановленні на коліні трубопроводу чутливий елемент повинен бути направлений назустріч потоку і розташований в центрі потоку вимірювального середовища. Для запобігання засмоктування навколишнього повітря в місці відбору імпульсу ретельно вварюють бобишку і ущільнюють в ній штуцер термоперетворювача.

При установці термоперетворювача в горизонтальному чи нахиленому положенні штуцер для підводу дротів головку термоперетворювача направляють вниз, для того щоб на з'єднувальні зажими не потрапляла волога.

Дроти до термоперетворювачів підводять, як правило, в гнучких металорукавах довжиною не менше 500мм. Для зручності експлуатації перед термоперетворювачем залишають невеликий запас дротів.

Вимоги до прокладення електричних і трубних проводок

Електричні проводки

Електричні проводки до приладів і засобів автоматизації необхідно прокладати по найкоротшій відстані між приладами, що підключаються. Для скорочення трудомісткості монтажних робіт їх слід прокладати з мінімальним числом поворотів, паралельно стінам і перекриттям.

Місця прокладки електричних проводок повинні бути доступні для монтажу і обслуговування.

Щоб уникнути спотворення електричного сигналу вони повинні бути прокладені по можливості подалі від технологічного устаткування, електроустаткування, силових і освітлювальних ліній.

Особливо підвищені вимоги пред'являються до прокладки вимірювальних електричних проводок у зв'язку з тим, що порушення правил їх прокладки може привести до зниження точності показів всієї вимірювальної системи, а в окремих випадках і до виходу її з ладу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

За відсутності спеціальних вказівок в проекті кабелі до приладів і засобів автоматизації прокладають на відстані не менше 100 мм від паралельно прокладених кабелей іншого призначення, а кабелі з неметалевими оболонками для вимірювальних ланцюгів автоматизації — на відстані менше 50 мм від інших кабелів до приладів і засобів автоматизації.

У разі паралельної прокладки з трубопроводами, заповненими горючою рідиною, електричні проводки должнь бути надійно захищені від дії високої температури

Перетину кабелями і проводами систем автоматизації трубопроводів можна виконувати на відстані не менше 50 мм від них, а від трубопроводів з горючими рідинами — не менше 100 мм. Якщо не можна виконати ці вимоги, кабелі і дроти прокладають в цих місцях в ізоляційних захисних металевих трубах.

У місцях перетину з трубопроводами, що несуть хімічно активні речовини, кабелі захищають гільзами з водогазопроводних труб, що закріплюються на несучих конструкціях.

Електричні проводки повинні бути надійно захищені від поштовхів, вібрації або механічних пошкоджень, а також від шкідливих впливів вологи, агресивних газів і пилу.

При прокладці кабелів в зимову пору року слід враховувати ряд додаткових вимог. Так, переносити, розмотувати і прокладати кабелі без попереднього підігріву з допускається лише в тих випадках, коли температура навколишнього повітря протягом доби до початку прокладки не знижувалася (хоч б тимчасово) до наступних величин:

- для броньованих і неброньованих кабелів з паперовою ізоляцією в свинцевій, алюмінієвій або поліхлорвиниловій оболонках - не нижче 0°C;
- для асфальтованих і броньованих кабелів з гумовою ізоляцією в свинцевій або поліхлорвиниловій оболонках - нижче -7°C;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		57

- для неброньованих кабелів з гумовою ізоляцією в поліхлорвинилової оболонці - нижче  $-15^{\circ}\text{C}$ ;
- для неброньованих кабелів з гумовою ізоляцією в свинцевій оболонці — нижче  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Щоб уникнути стікання просочувальної маси кабелі з нормально просоченою паперовою ізоляцією допускається прокладати на вертикальній або круто похилій трасі без застосування спеціальних пристроїв з певною різницею рівнів між вищою і нижчою точками розташування кабелів. Ця різниця не повинна перевищувати для кабелів зі свинцевою оболонкою неброньованих 20 м, зі свинцевою або алюмінієвою оболонками броньованих або з алюмінієвою оболонкою неброньованих - 25 м.

Нормується також і радіус вигину кабелів. При всіх видах прокладок радіуси внутрішньої кривої вигину кабелів повинні мати по відношенню до зовнішнього діаметру кабелів наступну кратність (не менше):

- силові і контрольні кабелі з гумовою ізоляцією в свинцевій, гумовій або поліхлорвінілової оболонці: неброньовані - 6, броньовані - 10;
- силові багатожильні і контрольні кабелі з паперовою просоченою ізоляцією в свинцевій або алюмінієвій оболонці - 15.

#### Пневматичні лінії зв'язку

Прокладка трубних проводок є однієї з найбільш трудомістких і відповідальних операцій, від якості виконання якої залежить правильність роботи і надійність експлуатації системи.

Трубна проводка повинна утворювати безперервну і механічно міцну лінію з щільними з'єднаннями. Недостатня щільність проводки при передачі імпульсу тиску приводить до занижених, а при контролі розрідження — до завищених показів приладів. Крім того, трубні проводки повинні забезпечувати вільне проходження імпульсу з найменшим запізнюванням. Запізнювання, а в окремих випадках і припинення імпульсу тиску може бути викликане різкими

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

перегинами труб, внутрішнім їх забрудненням, утворенням повітряних мішків, водяних пробок і ін.

Необхідно, щоб трубні проводки були видалені на можливо більшу відстань від обладнання, що викликає поштовхи і вібрацію, захист від механічних пошкоджень, а також від шкідливої дії середовища. Їх слід прокладати в місцях, що забезпечують зручне обслуговування і вільний доступ до з'єднань пневмоліній. Навколишнє повітря не повинне мати різких коливань температури, що викликають нагрівання або охолодження труб.

Одиночні і групові проводки прокладають по стінах, перекриттях, колонах і інших елементах будівель, а також на естакадах для технологічних трубопроводів. Трубні проводки всіх призначень, як правило, прокладають на відстані 25-30 мм від стін, перекриттів і інших елементів. Трубні проводки монтують за робочими кресленнями проекту, в яких визначені їх напрями (траса) і дані зразкові координати, а також по матеріалах замірів, виконаних на місці представниками монтажною організацією і що враховують конкретні умови.

Розмітку майбутньої траси проводять за допомогою шнура, натягнутого уздовж неї. Після цього встановлюють опорні (несучі) конструкції і готують місця кріплення скоб

Трубні проводки прикріплюють до несучих стін, перекриттів і конструкцій, різьбовими і безрізьбовими кріпильними деталями, що забезпечують міцність закріплення труб при будь-якому їх положенні в просторі.

Місця кріплення трубних проводок залежать від матеріалу труб і їх діаметру. У разі прокладки на загальних конструкціях проводок, виконаних з труб різних марок і діаметрів, слід приймати найменші відстані між точками кріплення.

При закріпленні скобами і іншими кріпильними деталями необхідно приймати заходи проти пошкодження труб. Для цього пакети труб кріплять тільки на конструкціях, прийнятих для нормалізованих трубних блоків;

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

розташовують трубні проводки, що закріплюються однією скобою, рівномірно по обидві сторони болта; стежать за тим, щоб вісь болта, що кріпить, була перпендикулярна до осі труби.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>60</i>

## Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорних контролерів (алгоритм та програма для ПЛК)

Для програмування ПЛК TSX Premium використовується програмне забезпечення Unity Pro, яке постійно розвивається і існує багато його версій. Тому дуже важливо звертати увагу на те, щоб версія операційної системи, яка записана у пам'ять контролера співпадала з версією програмного забезпечення, за допомогою якого планується програмувати ПЛК.

Розробка прикладної програми включає в себе декілька етапів. На першому етапі розробки прикладного програмного забезпечення необхідно визначити структуру програми користувача, яка може бути однозначною чи багатозначною. Крім того вона може включати в себе підпрограми та задачі обробки подій. Кожна з цих задач програмується окремо. Програмування кожної задачі може відбуватися з використанням мов програмування, які підтримує ПЛК. У контролерів TSX Premium можуть використовуватись 4 мови програмування.

Для розроблення прикладної програми необхідно виконати процедуру конфігурування контролера та настроювання окремих модулів.

У процесі роботи зі змінними можна використовувати не тільки адресну форму їх представлення а й присвоювати змінним символні імена, які можна використовувати як при програмуванні, так і при відлагоджуванні програми.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Симоненко І.О.</i>			<i>Розробка системи автоматизації котла КВГМ-100</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					61	4
<i>Секретар Е.К.</i>		<i>Проскурка Е.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-Зск</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

Може бути рекомендована та послідовність розробки ПрК:

- виконується конфігурування контролера;
- визначається структура програми користувача;
- якщо структура програми багатозначна, то вхідні і вихідні сигнали групуються по задачам;
- змінним присвоюються символічні імена;
- готується та налагоджується програма для окремих під задач програми.

У процесі конфігурування контролера розрізняють програмну та апаратну конфігурацію.

Для виконання програмної конфігурації задається кількість функціональних блоків (таймерів, лічильників, одинівбраторів, драм-контролерів та регістрів), а також кількість бітів, слів пам'яті і констант які будуть використовуватись у прикладній програмі користувача.

Апаратна конфігурація виконується за кілька етапів. Спочатку за допомогою спеціального редактора у графічному вигляді задається розташування у шасі контролера модулів, яке повинно відповідати реальному фізичному розташуванню модулів у ПЛК. Це дуже важливо, оскільки у контролерах цього типу прийнята географічна адресація змінних. У разі зміни складу, або розташування модулів у ПЛК необхідно буде зробити переадресацію змінних.

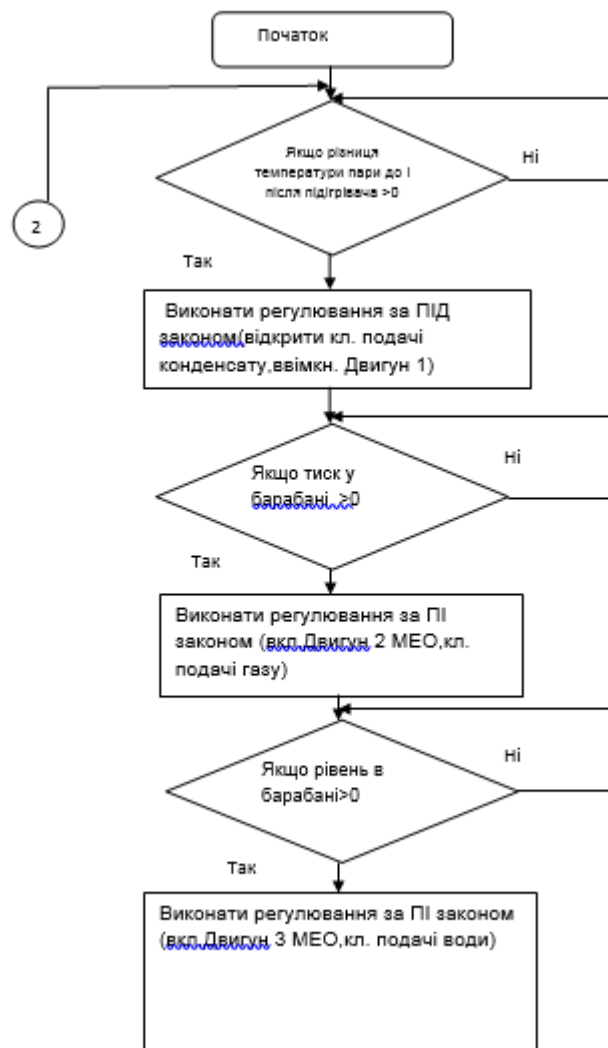
На другому етапі виконується конфігурування окремих модулів і, в залежності від типу модуля, задаються його параметри.

Для даного проекту використаєм мову структурованого тексту (Structured Text), одну з можливих мов програмування на контролерах фірми SCHNEIDER. Програма на мові структурованого тексту, подібна до правил написання на відомих алгоритмічних мовах і складається з програмних рядків, написаних із використанням відповідних правил побудови, інструкцій, стандартних

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		62

процедур, зарезервованих слів і мнемонічних значень, які визначають алгоритм обробки змінних різних типів.

Текст програми на мові структурованого тексту організована в послідовності рядків, яка починається з знаку оклику, який генерується автоматично, і може включати в себе наступні елементи: мітку, коментарі і одну або більшість інструкцій і команд, розподілених знаком «;».



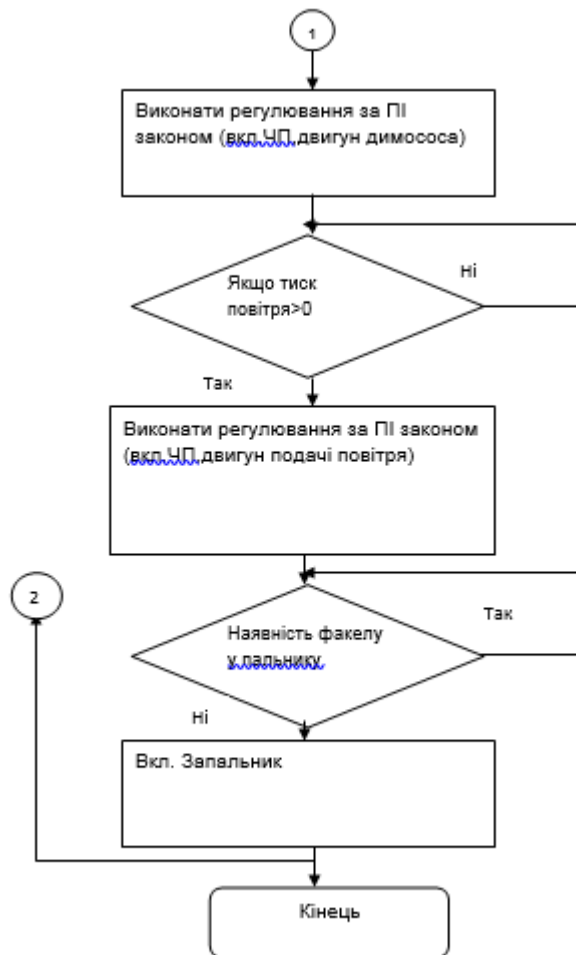


Рис.5.1 Алгоритм ПЛК

## Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.

### 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів. У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них. В меню «Теги»/« Теги Тренда» описуємо всі змінні, що будуть використовуватись в трендах.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Симоненко І.О.</i>			<i>Розробка системи автоматизації котла КВГМ- 100</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					65	12
<i>Секретар Е.К.</i>		<i>Проскурка Е.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-Зск</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

Ім'я змінної	Клас	Адреса	Налаштування						
			Пер. опит.	Перетворення		Аварійні межі			
				Конт. одиниці	Фіз. Одиниці	Ав. мін.	Перед ав. мін.	Перед ав. макс.	Ав. макс.
Температура пари після пароперегрівача	Зовн.	%IW10 3.0	0,1с	0-10000	-50-+500 °С	250	270	450	470
Температура пари до пароперегрівача	Зовн.	%IW10 3.1	0,1с	0-10000	-50-+500 °С	150	170	350	400
Температура газів біля економайзера	Зовн.	%IW10 3.2	0,1с	0-10000	0-+1000 °С	200	250	450	500
Температура газів на виході з димоходу	Зовн.	%IW10 3.3	0,1с	0-10000	-50-+500 °С	75	120	180	210
Температура повітря після повітряперегрівача	Зовн.	%IW10 3.4	0,1с	0-10000	-50-+500 °С	100	130	190	220
Температура води	Зовн.	%IW10 3.5	0,1с	0-10000	-50-+500 °С	50	70	150	170
Температура води після економайзера	Зовн.	%IW10 3.6	0,1с	0-10000	-50-+500 °С	40	70	190	230
Температура води до економайзера	Зовн.	%IW10 3.7	0,1с	0-10000	-50-+500 °С	20	50	80	130
Тиск у барабані котла	Зовн.	%IW10 3.8	0,1с	0-10000	0-10 МПа	0,2	0,4	8	9

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		66

Тиск повітря	Зовн	%IW10 3.9	0,1с	0-10000	0-40 кПа	5	10	30	35
Розрідження у топці	Зовн	%IW10 3.10	0,1с	0-10000	0-0,5 кПа	0,1	0,12	0,4	0,45
Тиск газу	Зовн	%IW10 3.11	0,1с	0-10000	0-40 кПа	5	7	32	36
Рівень у барабані котла	Зовн	%IW10 3.12	0,1с	0-10000	0-6,3 кПа	1,2	1,5	5	5,5
Витрата газу	Зовн.	%IW10 3.13	0,1с	0-10000	0-100 кПа	15	23	85	90
Витрата пару	Зовн.	%IW10 3.14	0,1с	0-10000	0-100 кПа	10	25	80	90
Витрата конденсату	Зовн.	%IW10 3.15	0,1с	0-10000	0-100 кПа	2	4	65	72
Витрата води	Зовн.	%IW10 5.0	0,1с	0-10000	0-100 кПа	5	15	80	93
Подача конденсату	Зовн.	%QW10 9.1	0,1с	0-10000	0-100%	0	0	100	100
Подача газу	Зовн.	%QW10 9.3	0,1с	0-10000	0-100%	0	0	100	100
Подача води	Зовн.	%QW10 9.5	0,1с	0-10000	0-100%	0	0	100	100
Відсікач газу	Зовн.	%QW10 9.7	0,1с	0-10000	0-100%	0	0	100	100

Ім'я змінної	Клас	Адреса	Настроювання			
			Період опитув.	Тип події	Зміст приставки	
					Перехід в 0	Перехід в 1
Наявність факела у пальнику №1	Зовн.	%I107.1	0,05с	Інформаційн а	Ні	Так

Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Кваліфікаційна робота

Арк

67



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

Аналоговые алармы [ Scada ]

Тэг аларма: TE\_1

Имя кластера: tract

Название аларма: Температура в збірнику води

Переменный тег: TE1

Уставка:

Критически высокий: 90    Верхний: 80

Задержка по критически высокому: 00:00:00    Задержка по верхнему: 00:00:00

Низкий:    Критически низкий:

Задержка по низкому:    Задержка по критически низкому:

Отклонение:    Скорость:

Задержка отклонения:

Нечувствительность:    Формат:

Категория: 2    Помощь:

Комментарий:

Добавить    Заменить    Удалить    Справка

Запись : 10    Запись замещена    Связанный:

Рис.6.2. Вікно опису аналогового аларму

Таблиця 6.3. Аларми аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
A_TE_1	Температура в збірнику води	TE1	-	95 С

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

Номер категорії: 1      Приоритет: 1

Вывод на странице алармов: TRUE      Вывод на сводной странице: TRUE

Неквотируванный      Квотируванный

Шрифт для неактивных алармов: Alarm1nekvitnea      Alarm1kvit

Шрифт для активных алармов: Alarm1nekvita      Alarm1kvit

Шрифт для заблокированных алармов: Alarm1kvit

Действие при возникновении аларма: [Dropdown]

Действие при сбросе аларма: [Dropdown]

Действие при подтверждении аларма: [Dropdown]

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,20}

Устройство сводной информации: [Dropdown]      Регистрировать переходы алармов

Устройство логов: [Dropdown] ON [Dropdown] OFF [Dropdown] ACK [Dropdown]

Комментарий: Аларми вищого пріорітету

Добавить      Заменить      Удалить      Справка

Запись: 1

Рис.6.3. Вікно опису категорії алармів

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

Имя пользователя: Babych

Полное имя: [Empty]

Пароль: [Empty]

Подтверждение пароля: [Empty]

Роли: Alarm

Тип: [Empty]

Комментарий: [Empty]

Добавить      Заменить      Удалить      Справка

Запись: 1

Рис.6.4. Вікно створення запису користувача

## 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

В даному курсовому проекті використано дисплейний спосіб подання інформації про хід технологічного процесу. Основним елементом дисплейного способу поданої інформації є екранна мнемосхема, яка не тільки відображає стан об'єкта, але й дозволяє управляти ним.

Існують такі типи мнемосхем: постійна, спливаюча та діалогова. Перша постійно знаходиться на екрані, її можна пересувати але не можна вилучити. Її застосовують для головного вікна екрану. Спливаюча мнемосхема з'являється на екрані за викликом і може бути в будь-який момент вилучена. Кількість постійних спливаючих мнемосхем, які одночасно знаходяться на екрані, не обмежена. Діалоговою мнемосхемою керують так як спливаючою, але одночасно на екрані може знаходитись тільки одна діалогова мнемосхема.

Як правило мнемосхеми використовують таким чином. Постійна мнемосхема надає загальну картину технологічного процесу. Спливаючі мнемосхеми які викликаються з постійної, дозволяють отримувати більш детальну картину на окремій ділянці технологічного процесу. І, нарешті, невеликі діалогові мнемосхеми дають детальну інформацію про кожен апарат та його органи управління.

Будова мнемосхеми, як правило пошарова. Перший шар – це шар графічних примітивів, який містить зображення статичних та динамічних елементів. Другий шар – об'ємний. В ньому знаходяться зображення реєстраторів, індикаторів та командоапаратів. Для відображення зміни дискретної змінної на мнемосхемі використовують зміну тексту або кольору фону відповідного графічного позначення (прямокутник, коло). При цьому цей елемент мнемосхеми може бути як активним так і пасивним. В першому випадку він об'єднує функції індикатора стану дискретної змінної та кнопки вводу її нового значення, у другому тільки індикатора.

Стан аналогової змінної відображається на мнемосхемі за допомогою вертикальної (горизонтальної) позиційної або цифрової індикації. Позиційна

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		71

індикація стану виконується за допомогою покажчика зі шкалою при чому колір покажчика змінюється при досягненні аналоговою зміною певної межі. Цифровий індикатор може бути пасивним або активним. Зазвичай він має кнопку вводу нового значення аналогової зміної. Його колір також може змінюватися при небезпечних значеннях аналогової змінної.

Реєстратор (тренд) являє собою прямокутне вікно зі шкалою, обрамленням та масштабною сіткою. У вікні подаються графіки зміни значень кількох аналогових змінних у реальному масштабі часу.

Розроблені мнемосхеми до автоматичного управління технологічним процесом в дифузійній установці представлені на рис. 6.5-6.7.

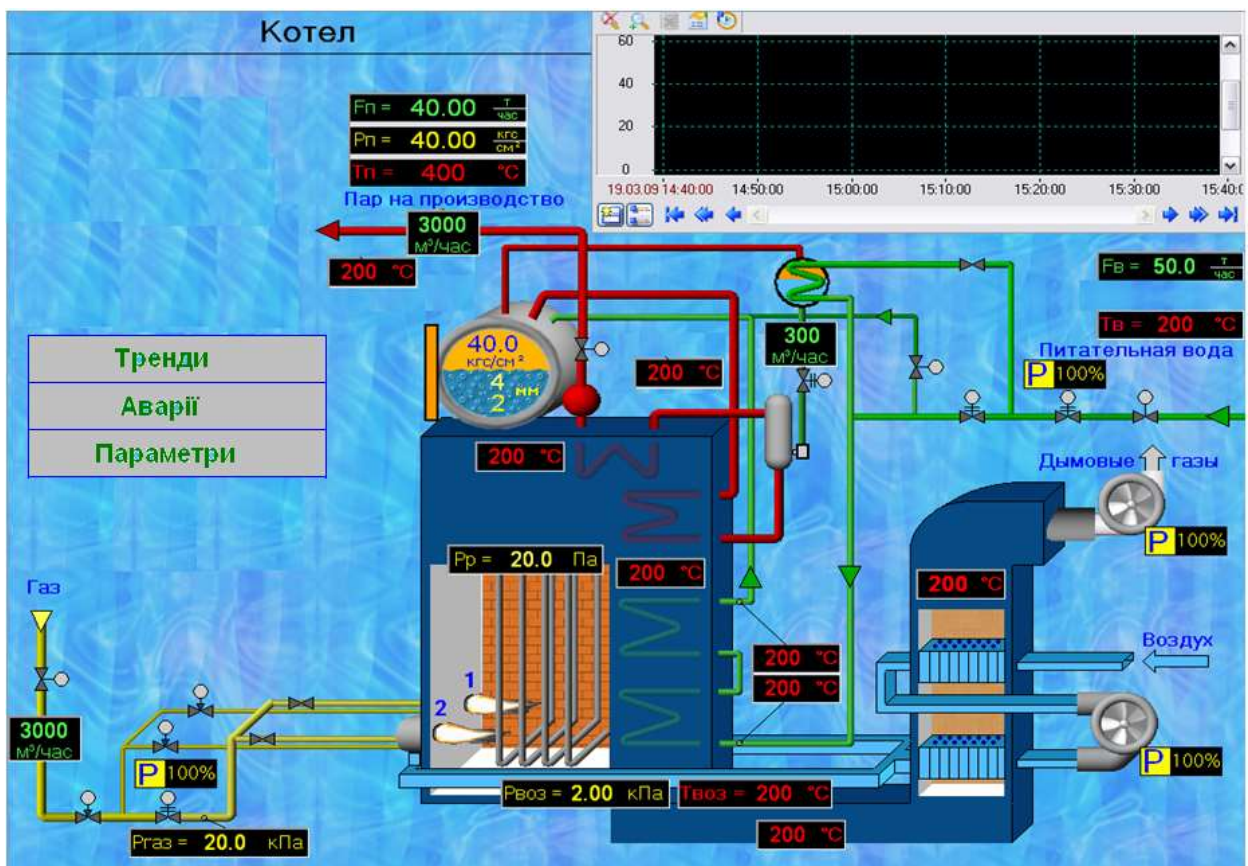


Рис. 6.5 Дисплейна мнемосхема котлоагрегату

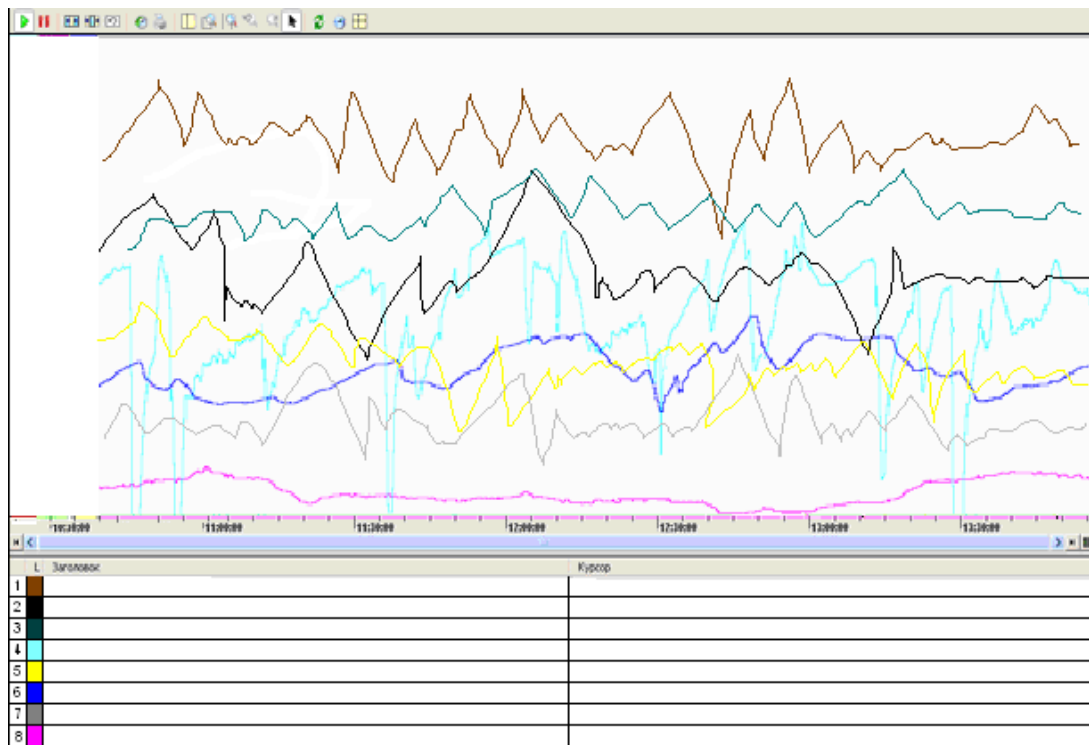


Рис. 6.6 Дисплейна мнемосхема реєстрації температур

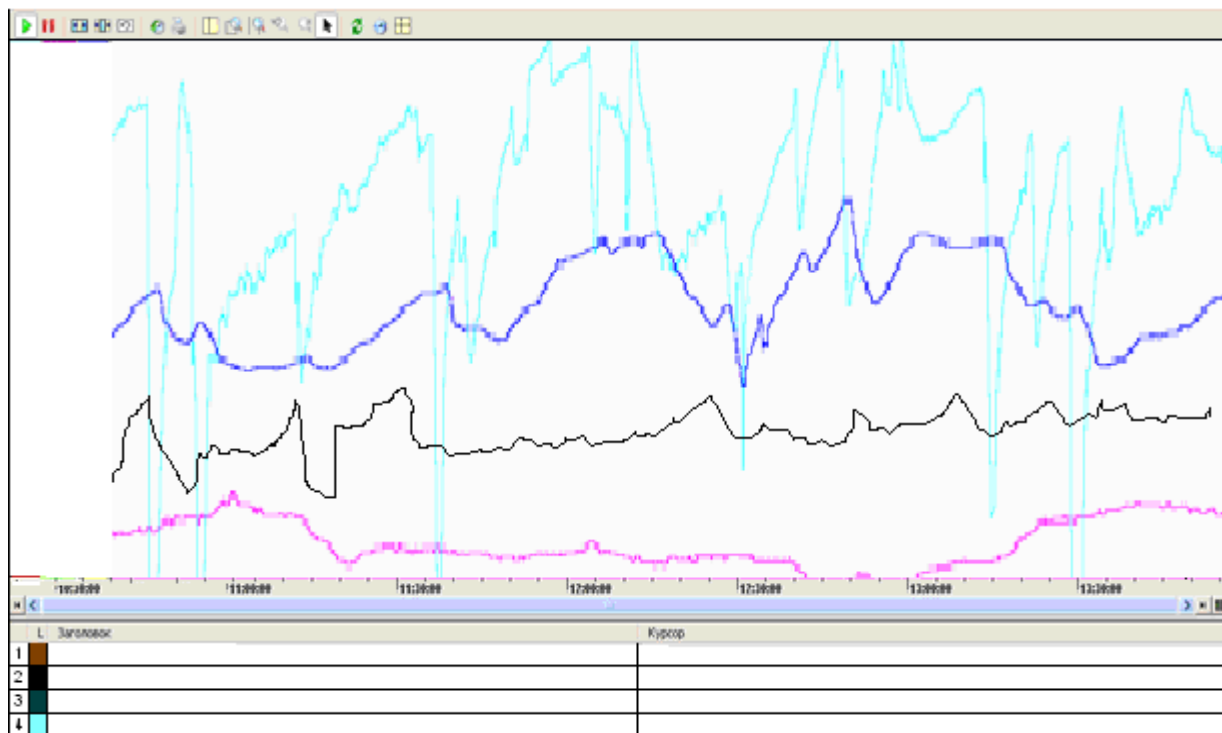


Рис.6.7 Дисплейна мнемосхема реєстрації тисків

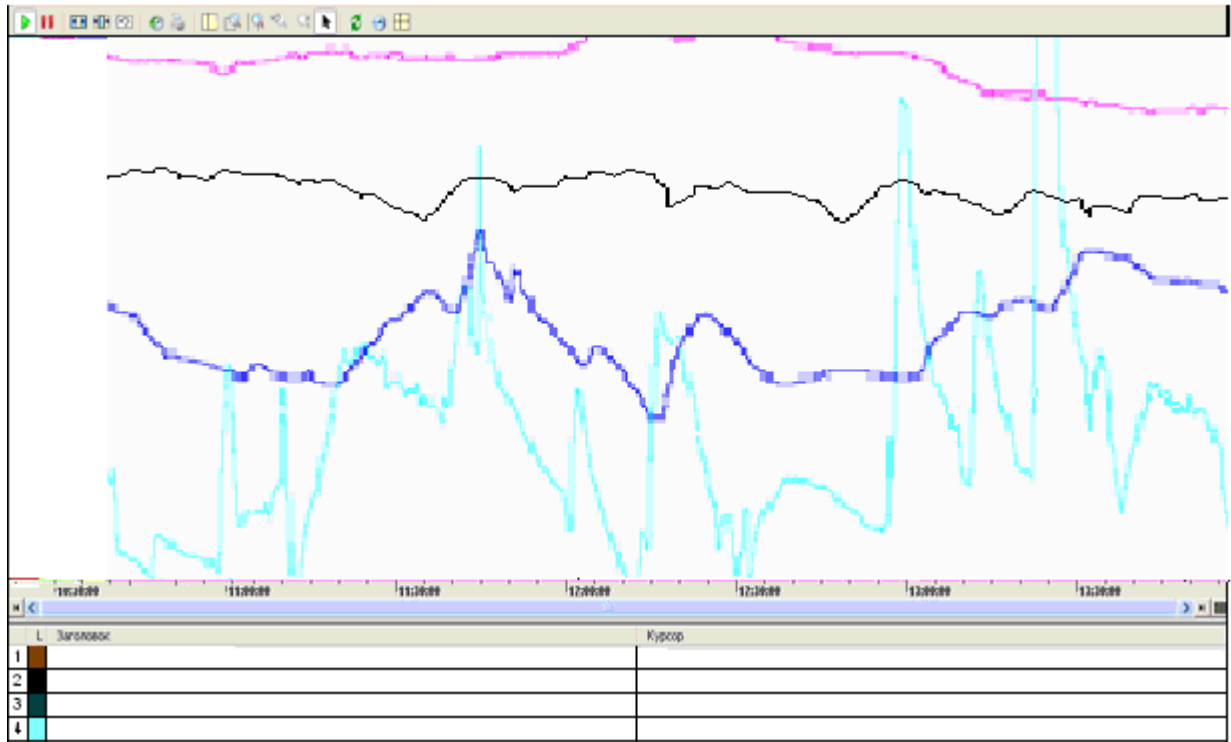


Рис. 6.8 Дисплейна мнемосхема реєстрації витрат

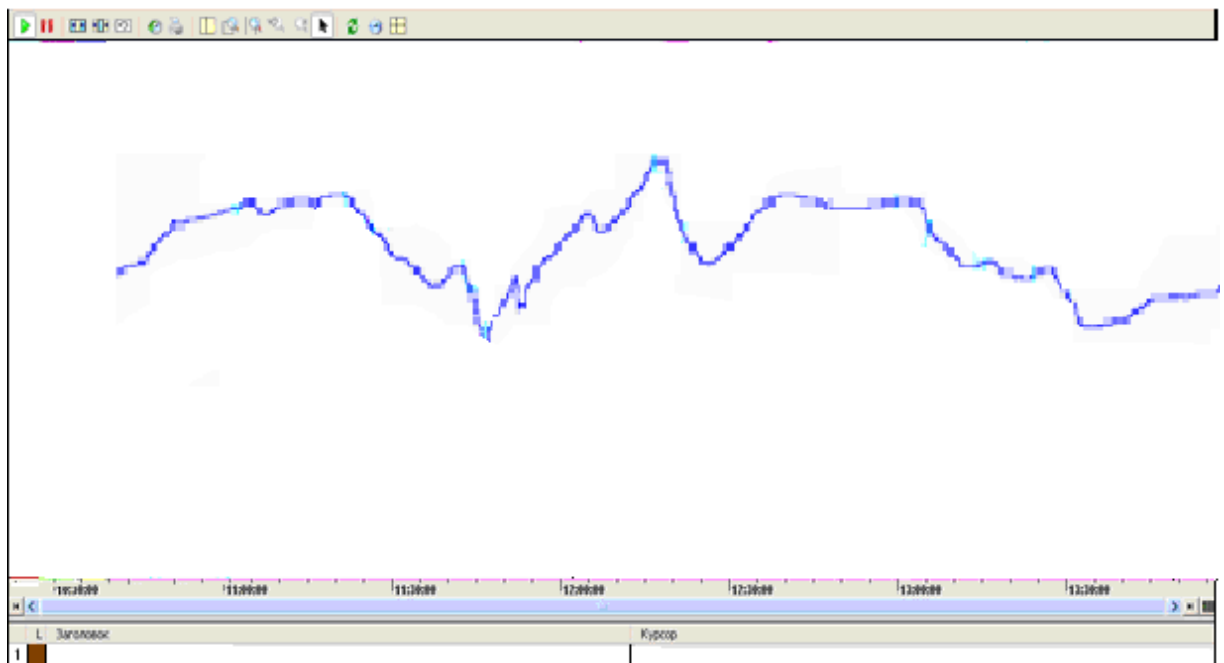


Рис. 6.9 Дисплейна мнемосхема реєстрації рівня

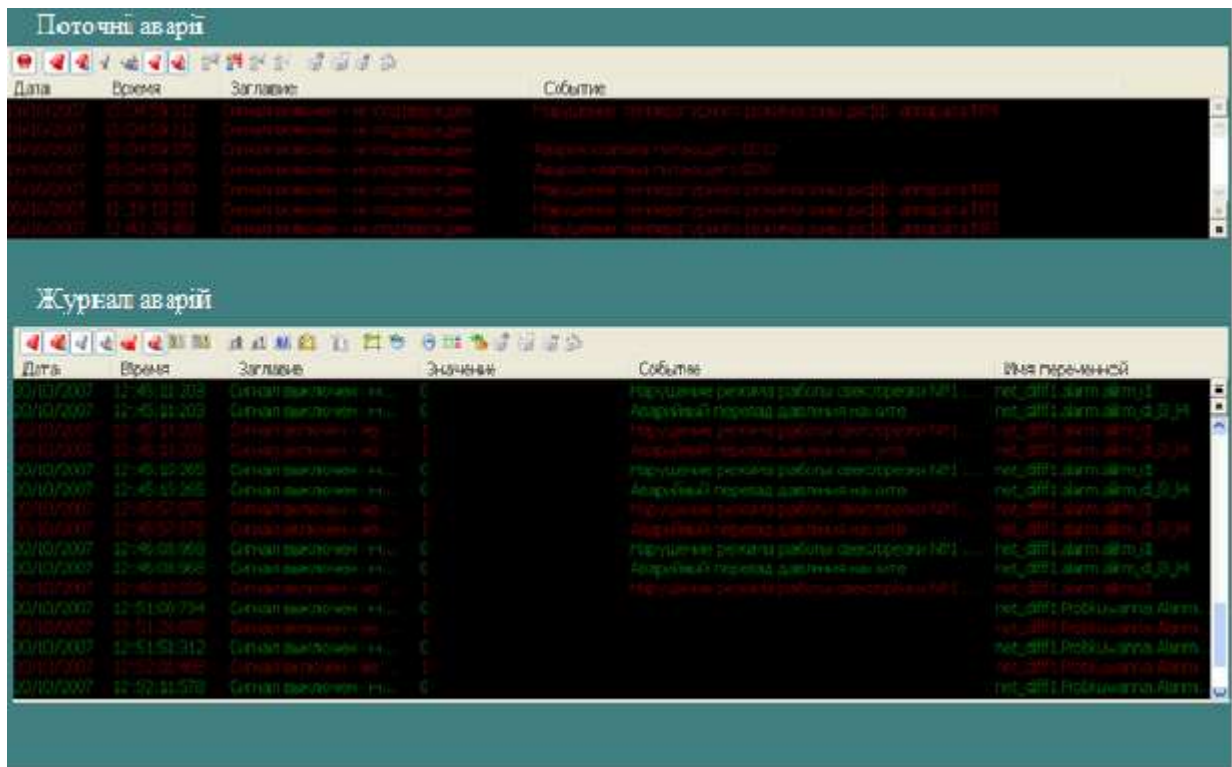


Рис. 6.10 Дисплейна мнемосхема аварій

Таблиця 6.2 Таблиця мнемосхем проекту

Назва мнемосхеми	Тип мнемосхеми	Призначення мнемосхеми
1	2	3
Котлоагрегат	Постійна	Головна мнемосхема проекту. На ній зображена спрощена машино-апаратна схема котлоагрегату. На мнемосхемі нанесені елементи візуалізації процесу у вигляді динамічних зображень рівня, елементів для виведення значень технологічних параметрів, кольорова індикація цих параметрів для сигналізації критичних значень величин та елементи керування

		процесом: кнопки для переходу в ручний режим роботи, кнопки для управління клапанами, кнопки переходу в інші мнемосхеми .
Тренди	Спливаюча	На даній мнемосхемі можна спостерігати за зміною регульованих змінних у вигляді трендових діаграм в режимі реального часу, ведення історії процесу.
Аварії	Спливаюча	На даній мнемосхемі фіксуються усі аварії технологічного процесу. Відкривається автоматично при виникненні аварійної ситуації, або користувачем при натисненні відповідної кнопки на головній мнемосхемі. Ведеться журнал аварій.
Завдання	Спливаюча	Дана мнемосхема дає можливість користувачу власноруч виставляти завдання усім регуляторам за допомогою повзунка з цифровим показником.

Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата

## Розділ 7. Комп'ютерне моделювання систем автоматичного регулювання

### 7.1 Постановка задачі дослідження

Комп'ютерне моделювання – це інструмент математичного моделювання, який застосовується для вивчення складних систем. Комп'ютерні моделі використовуються для отримання нових знань про об'єкт або для наближеної оцінки поведінки систем, занадто складних для аналітичного чи натурного дослідження.

В дипломному проекті комп'ютерне моделювання виконується для підсистеми регулювання технологічної змінної для наступних задач:

- визначення оптимальної структури та/або параметрів САР;
- дослідження властивостей САР (стійкість, якість, енерговитрати);
- дослідження САР технологічними об'єктами, що функціонують в умовах не-стаціонарності/нелінійності/невизначеності і т.п.

Комп'ютерне моделювання проводиться в програмному середовищі Matlab, з використанням зовнішніх функцій Toolbox та Simulink.

**Постановка задачі:** Для системи автоматизації парового котла визначити оптимальні налаштування ПД-регулятора.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Симоненко І.О.			Розробка системи автоматизації котла КВГМ-100	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ельперін І.В.					77	8
Секретар Е.К.		Проскурка Е.С.				НУХТ АК-4-Зск		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

## 7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

В даній кваліфікаційній роботі за систему регулювання було взято АСР шафи вистоювання. На показники впливають температура в апараті. Збуренням в даній системі витрата пари, та інерційність системи.

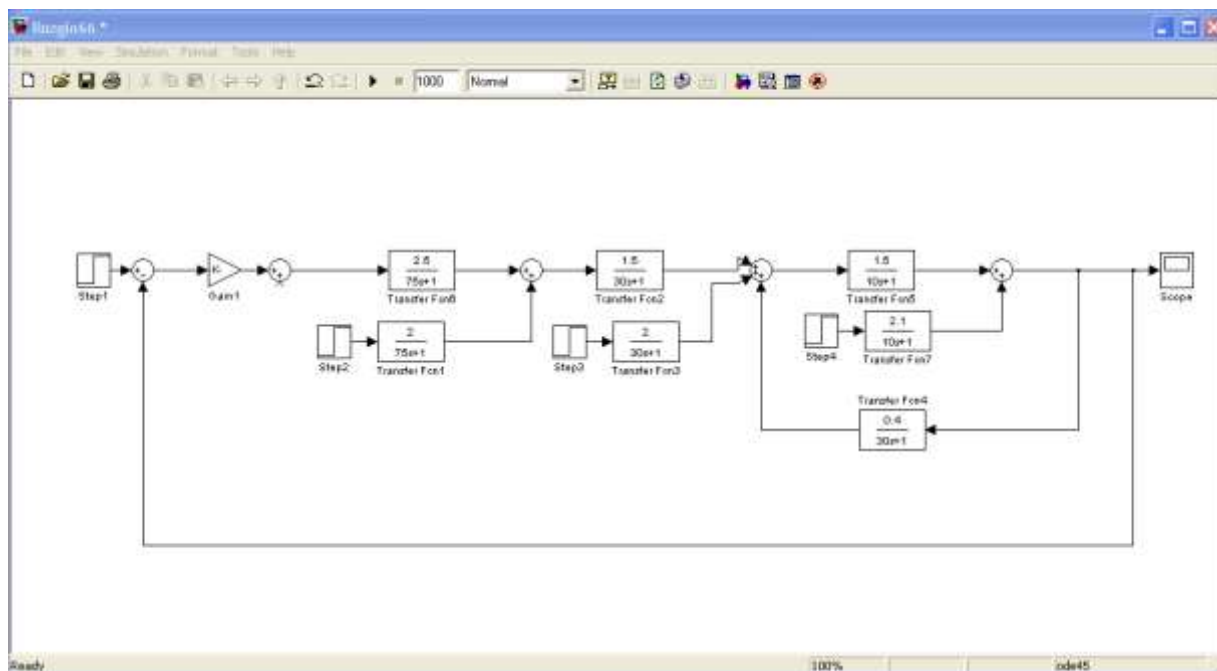
Визначимо передаточні функції для різних ємностей:

$$W_{1U}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta U_1(p)} = \frac{2,5}{75p+1}; W_{1Z}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta Z_1(p)} = \frac{2}{75p+1};$$
$$W_{2Z}(p) = \frac{\Delta X_2(p)}{\Delta Z_2(p)} = \frac{2}{30p+1}; W_{32}(p) = \frac{\Delta X_2(p)}{\Delta X_3(p)} = \frac{0,4}{30p+1} W_{12}(p) = \frac{\Delta X_2(p)}{\Delta X_1(p)} = \frac{1,5}{30p+1};$$
$$W_{23}(p) = \frac{\Delta X_3(p)}{\Delta X_2(p)} = \frac{1,5}{10p+1}, W_{3U}(p) = \frac{\Delta X_3(p)}{\Delta U_3(p)} = \frac{2,1}{10p+1},$$

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

## 7.3 Моделювання САР

Рис.7.1 Складаємо структурну схему об'єкта



### Настройка П, ІІ, ПІД- регулятора

Настройки ПІД-регулятора визначаємо за допомогою Циглера –Ніколса. Для цього знаходимо  $K_p$  критичне, при якому система (рис. 1) знаходиться на межі стійкості(рис.2).

$K_{pкрит}=5,6$ .  $T_p=50$  (с).

Наближеним методом розрахунку параметрів настройок регуляторів є метод *незагасаючих* коливань (в технічній літературі його називають методом Ціглера-Нікольса). Замкнену систему автоматичного регулювання з П-регулятором переводять в режим автоколивань за допомогою збільшення  $K_{рег}$ . Якщо в системі працює ІІ-регулятор, то  $T_i \rightarrow \infty$ , при ПІД-регуляторі  $T_i \rightarrow \infty$ ,  $T_d \rightarrow 0$ . Для отримання автоколивань визначають критичні значення  $K_{рег}^{крит}$  і період  $T_p^{крит}$ . Тоді наближеними параметрами настройки П, ІІ та ПІД-регулятора будуть :

					Кваліфікаційна робота	Арк
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		79

*Параметры типовых регуляторов*

	$k_{п}$	$k_{п}$	$k_{д}$
<b>П-регулятор</b>	$0,50k_{п}^*$		
<b>ПИ-регулятор</b>	$0,45k_{п}^*$	$0,54k_{п}^*/T^*$	
<b>ПИД-регулятор</b>	$0,60k_{п}^*$	$1,2k_{п}^*/T^*$	$0,075k_{п}^*T^*$

Для П-регулятора:

$$K_{п}=5,6*0,5=2,8$$

Для ПИ-регулятора:

$$K_{п}= K_{п(крит)}*0,45=0,45*5,6=2,52;$$

$$K_{i}=(0,54*K_{п(крит)})/T_{п}=0,06$$

Для ПИД-регулятора

$$K_{п}= K_{п(крит)}*0,6=0,6*5,6=3,36;$$

$$K_{i}=(1,2*(крит))/T_{п}=(1,2*5,6)/50=0,1344;$$

$$K_{д}=0,075* K_{п(крит)}*T_{п}=0,075*5,6*50=21;$$

Встановлюємо відповідні настройки у схему (рис.1,3,4) і отримуємо перехідні процеси, що зображені на рис. 5-7.

Встановлюємо коеф. Настройки ПИД-регулятора в структурну схему (рис.3) і отримуємо перехідний процес (рис.4), який має такі якісні показники:  $\phi=0,9$ ,  $A1=4,85$ . Порівнюючий його з перех. Процесом з ПИ-регулятором можна сказати, що час регулювання у ПИД-регулятора менший, але не набагато, ступінь затухання більший, і динамічна похибка також менша. Тобто робимо висновок, що використання ПИД- регулятора в даному випадку доцільне. П-регулятор має статичну похибку, що суттєво звужує його область застосування.

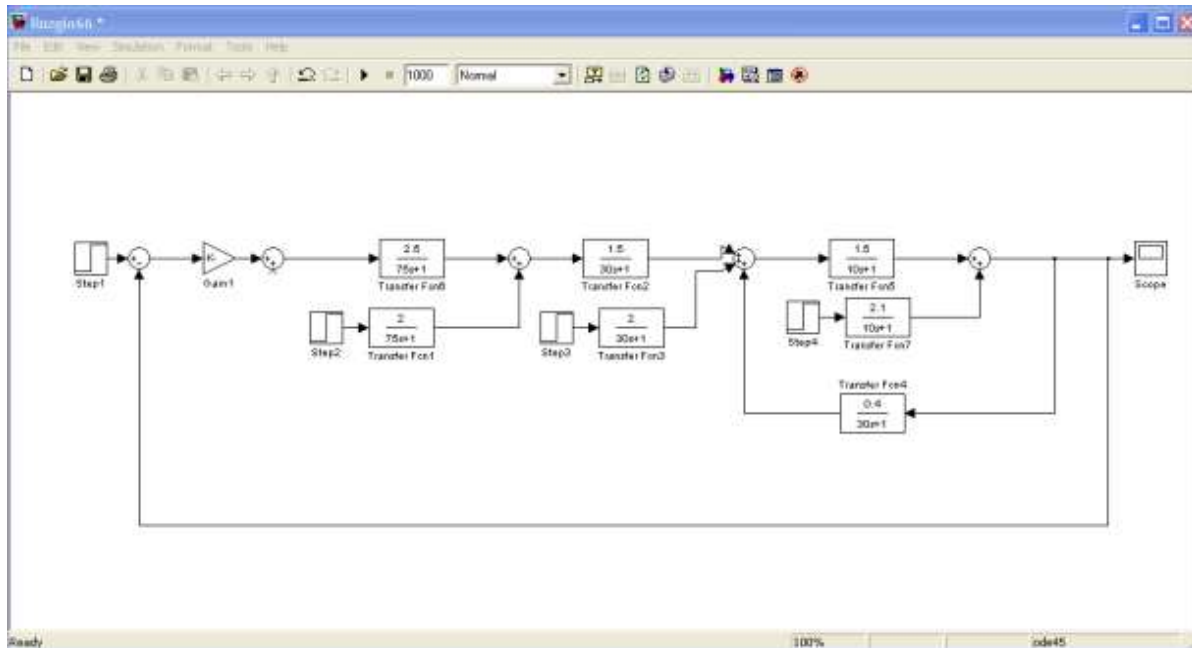


Рис. 7.2. Структурна схема АСР з П-регулятором

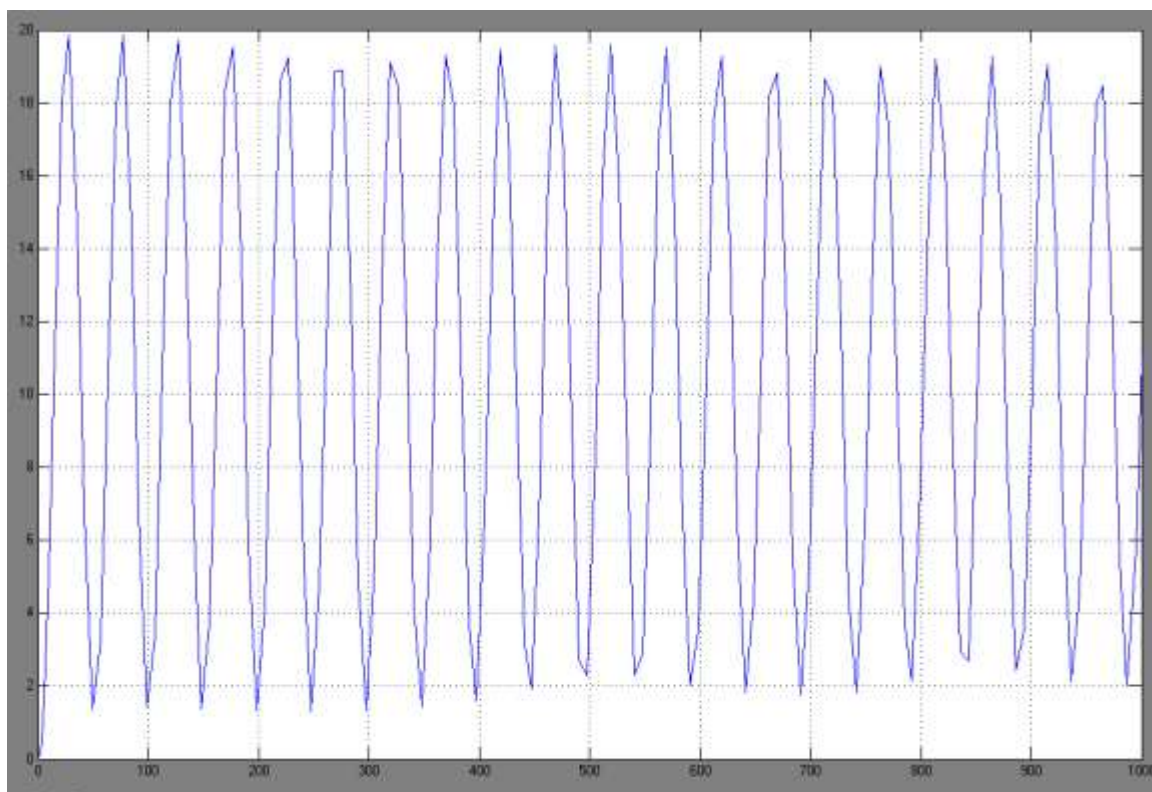


Рис. 7.3. Перехідний процес АСР з П-регулятором на межі стійкості ( $K_p(\text{крит.})=0,0375$ )

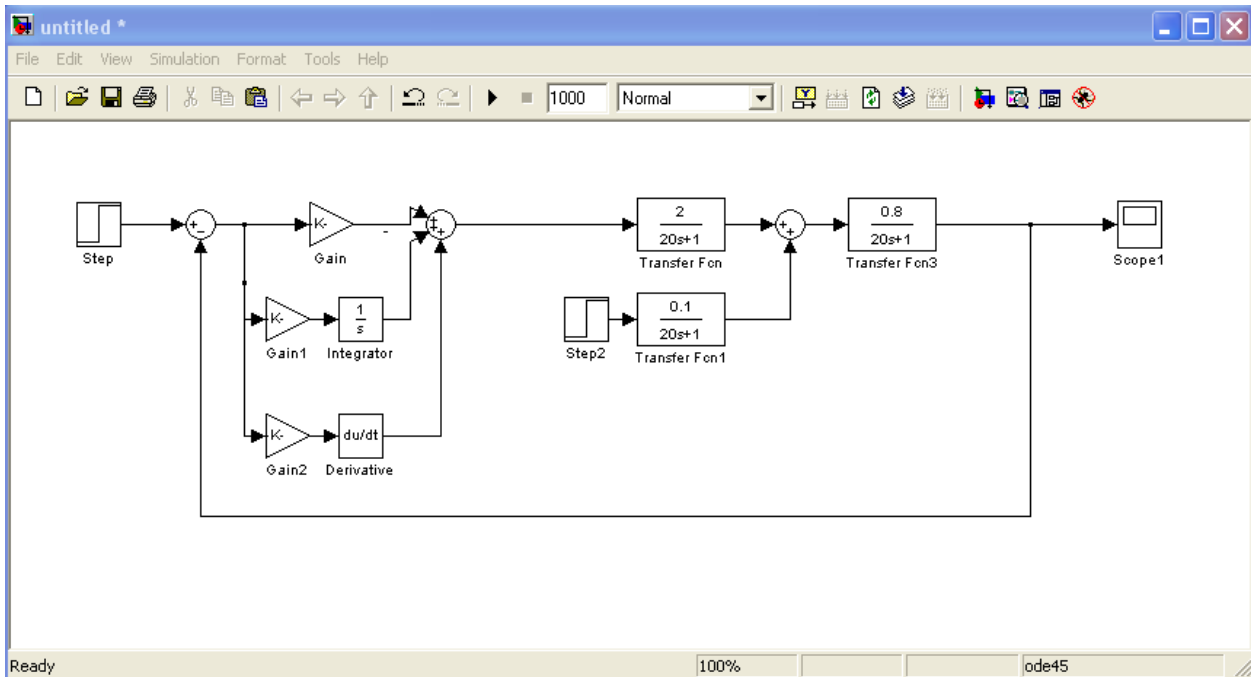


Рис. 7.4. Структурна схема АСР з ПІД-регулятором

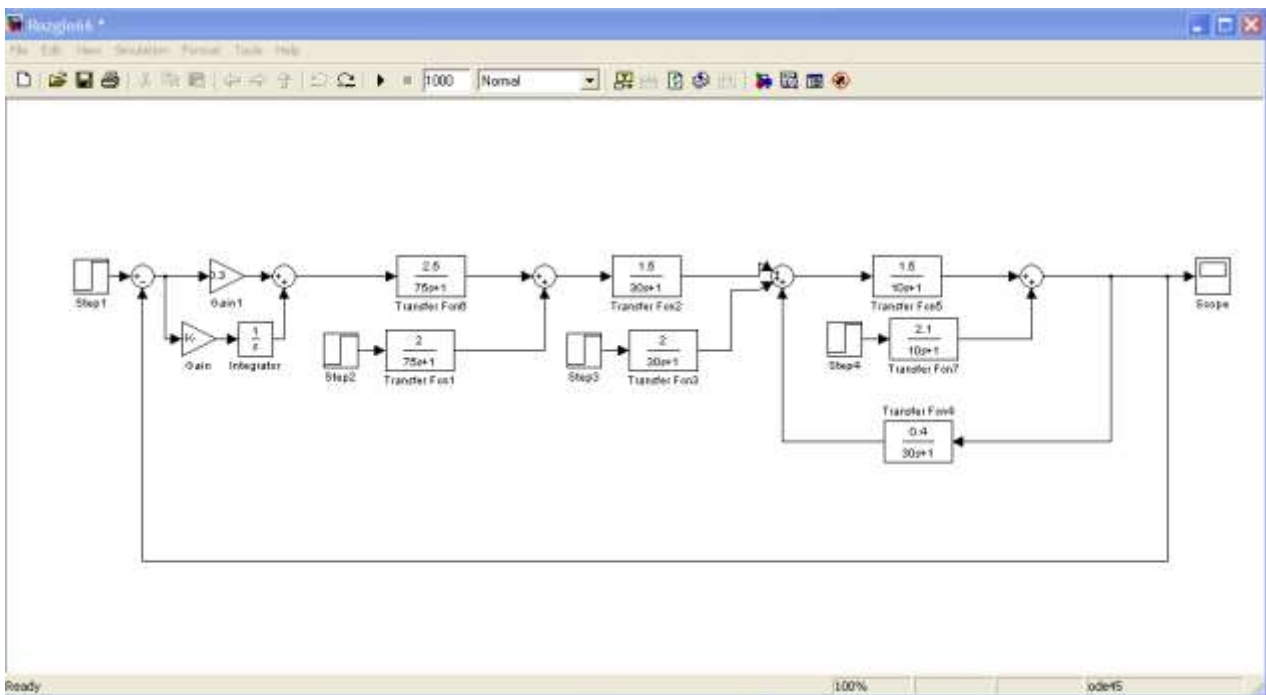


Рис. 7.5. Структурна схема АСР з ПІ-регулятором

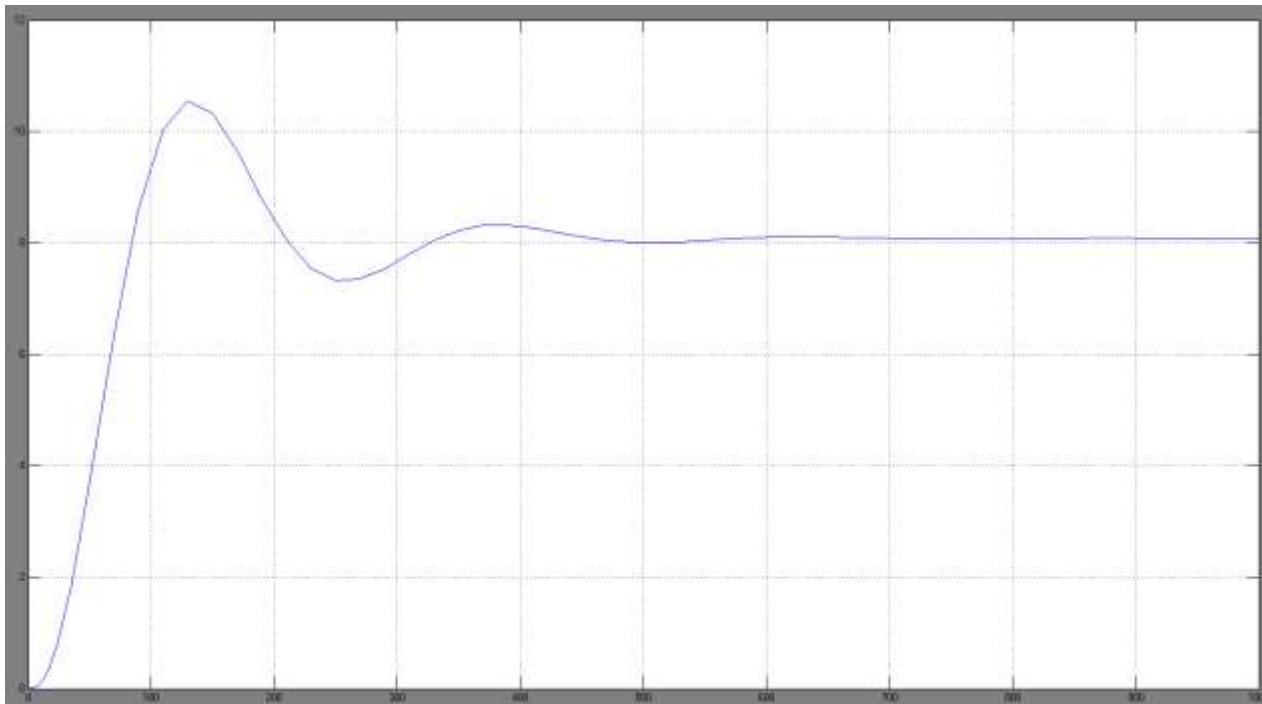


Рис.7.6 Перехідний процес з П-регулятором (оптимальні настройки)

$$\psi = (A1 - A3) / A1 = (7,8 - 3,9) / 7,8 = 0,5; \quad A1 = x1_{\max} = 7,8 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad \Delta X_{\text{ст}} = 0,15 \text{ } ^\circ\text{C};$$

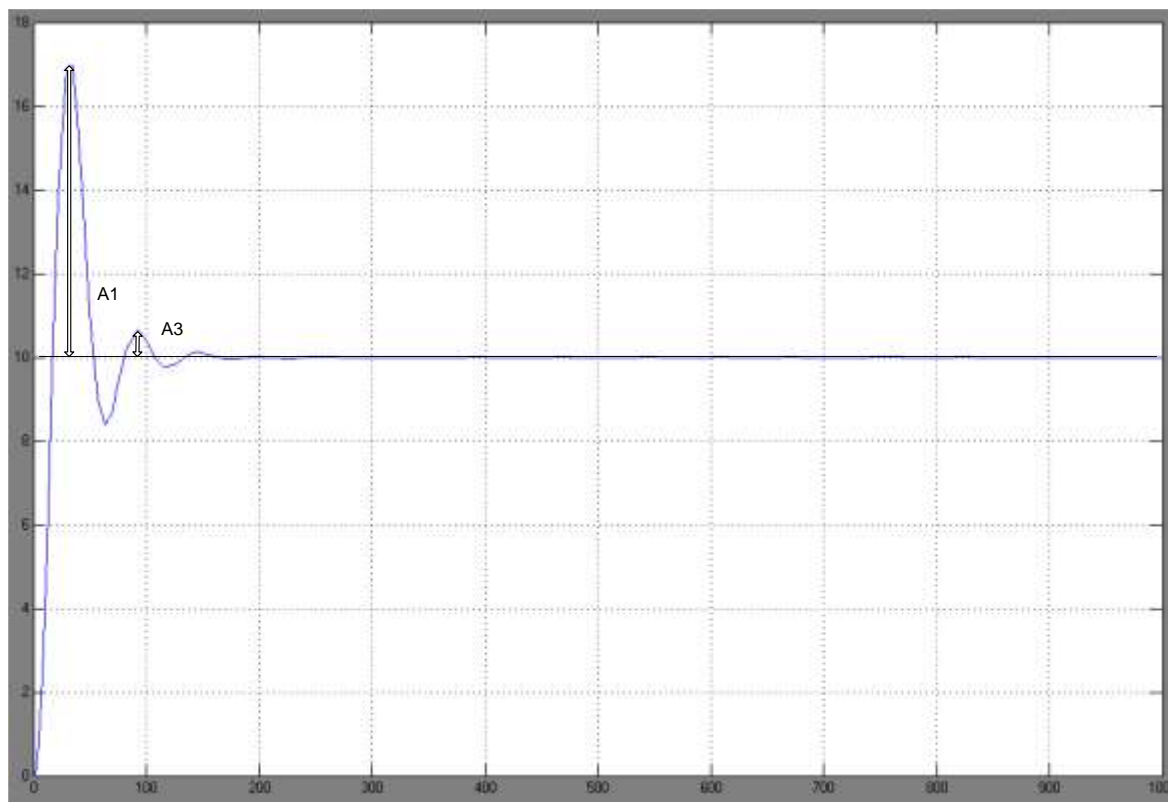


Рис.7.7 Перехідний процес з ПІ-регулятором (оптимальні настройки)

$$\psi = (A1 - A3) / A1 = (7 - 3) / 7 = 0,57; \quad A1 = X1_{\max} = 7 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad \Delta X_{\text{ст}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C};$$

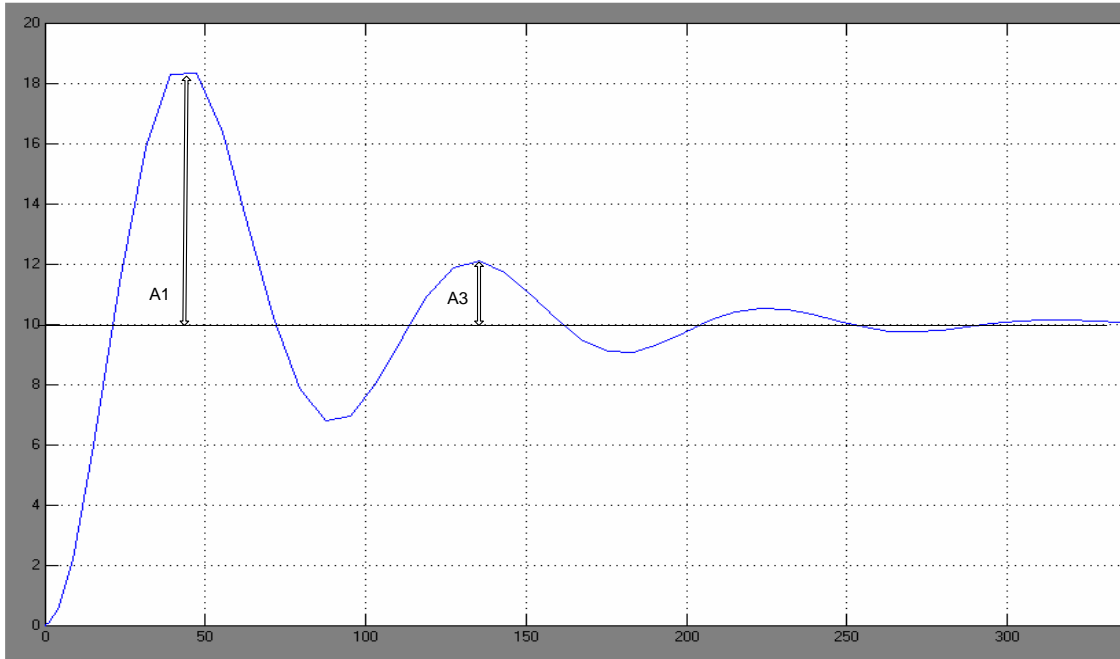


Рис. 7.8 Перехідний процес АСР з ПІД-регулятором.

$$\psi = (A1 - A3) / A1 = (9,8 - 3,4) / 9,8 = 0,65; \quad A1 = X1_{\max} = 9,8 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad \Delta X_{\text{ст}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C};$$

#### 7.4 Опрацювання результатів моделювання

Висновок: В даному розділі була складена структурна схема АСР температури підігрівника сиропу. Методом Циглера-Ніколса знайдені оптимальні настройки регуляторів, та отримали перехідні процеси з П-, ПІ-, та ПІД-регуляторами. З трьох графіків можна сказати, що найкраще справився із задачею ПІ та ПІД регулятори, тому що вони мають підходящу ступінь затухання, хоча ПІД-регулятор має велику динамічну похибку.

## Висновки

Розроблена в даній кваліфікаційній роботі схема автоматичного регулювання технологічних параметрів дає можливість проводити процес підігріву води 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.	№ докцм.	Підпис	Дата		85

## 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.

					Кваліфікаційна робота	Арк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		86

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. напряму 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.	№ докum.	Підпис	Дата		87

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 Uchbovooi 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.	№ докum.	Підпис	Дата		88

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.	№ докum.	Підпис	Дата		89

36. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		90