

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва приладів

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО

Завідувач кафедри

 **Наталія СТЕЛЬМАХ**

«09» червня 2025р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та

технології в приладобудуванні»

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

на тему: «Автоматизована система управління котельною установкою»

Виконав:

студент IV курсу, групи ПБ-311

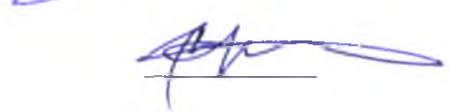
Номінат Євгеній Сергійович

Керівник:

асистент Засць Сергій Сергійович

Рецензент:

Ст. Викл.Кравченко Ігор Володимирович

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент



Київ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва приладів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

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

Освітньо-професійної програми «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 **Наталія СТЕЛЬМАХ**
«01» Квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт

Номінат Євгеній Сергійович

1. Тема проєкту: Автоматизована система управління котельною установкою.
2. Термін подання студентом проєкту: «6» червня 2025р.
3. Вихідні дані до проєкту: Пароводяний підігрівач мережевої води; Насосне обладнання; Датчики температури, тиску, витрати; Клапани та регулятори; Vision V570 (Unitronics); Напруга 24В.
4. Зміст пояснювальної записки:

Вступ. 1. Технологічна частина. 2. Аналіз технологічного процесу. 3. Технічне обґрунтування вибору функціональної схеми автоматизації. 4.

Обґрунтування вибору та опис технічних засобів автоматизації пароводяного підігрівача. 5.Розроблення принципової електричної схеми зовнішніх з'єднань контролера. 6.Розрахунок і моделювання системи автоматичного регулювання. 7. Опис систем автоматизації. 8. Специфікація технічних засобів автоматизації Висновки. Перелік джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу:

Зовнішній вигляд пароводяного підігрівача (A2); функціональна схема АСУ (A3); Програмна схема функціонування (A3); Схема SCADA-системи (A3); Зовнішній вигляд контролера (A3); Схема зовнішніх з'єднань контролера (A2); Контур регулювання температури прямої мережевої води (A3); Контур регулювання рівню конденсату (A3); Контур регулювання тиску зворотньої мережевої води (A3).

6. Дата видачі завдання «1» квітня 2025 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітки
1	Видача завдання на дипломний проект, аналіз об'єкта автоматизації	15.04.2025	
2	Підбір технічних засобів автоматизації	30.04.2025	
3	Розробка структурної та функціональної схем АСУ	10.05.2025	
4	Розробка алгоритму функціонування системи	20.05.2025	
5	Створення програми для контролера та розробка SCADA-інтерфейсу	25.05.2025	
6	Оформлення графічної частини проекту	01.06.2025	

Студент

Керівник



Євгеній Номінат

Сергій ЗАЄЦЬ

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	9
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	10
ВСТУП.....	11
1. Технологічна частина.....	14
2. Аналіз технологічного процесу автоматизації пароводяного підігрівача мережевої води як об'єкта керування.....	17
3. Технічне обґрунтування вибору функціональної схеми автоматизації.....	18
4. Обґрунтування вибору та опис технічних засобів автоматизації пароводяного підігрівача мережевої води.....	20
5. Розроблення принципової електричної схеми зовнішніх з'єднань контролера Vision V570.....	31
6. Розрахунок і моделювання системи автоматичного регулювання пароводяного підігрівача мережевої води в системі опалення виробничих приміщень.....	41
7. Опис систем автоматизації.....	43
8. Специфікація технічних засобів автоматизації.....	57
9. Охорона праці.....	61
10. Економічна доцільність спроектованої системи автоматизації.....	70
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	75
ДОДАТКИ.....	78

АНОТАЦІЯ

Автоматизована система управління котельною установкою.

Випускна бакалаврська робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». – Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського, Київ, 2025.

У бакалаврській роботі проводиться дослідження автоматизованих систем управління та технічного контролю у виробничій діяльності підприємств. У роботі визначено особливості проектування системи автоматичного регулювання пароводяного підігрівача мережевої води за допомогою контролера Vision V570.

Мета дослідження – аналіз особливостей розробки та практичної реалізації системи автоматичного регулювання пароводяного підігрівача мережевої води в системі опалення виробничих приміщень.

Об'єкт дослідження – проектування системи автоматичного регулювання пароводяного підігрівача мережевої води за допомогою контролера Vision V570.

Предмет дослідження – особливості застосування засобів математичного моделювання для реалізації клієнт-орієнтованих систем при роботі з великою кількістю даних.

Наукова новизна одержаних результатів. Результати дослідження пропонують альтернативний метод використання засобів системного програмування в процесі розробки автоматизованої системи управління технологічним процесом підігріву мережевої води за допомогою контролера Vision V570.

Ключові слова: АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, КОНТРОЛЕР, МІКРОПРОЦЕСОР, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, ПРОГРАМУВАННЯ.

ABSTRACT

Automated Boiler Control System.

Final bachelor's thesis for obtaining a bachelor's degree in specialty 151 - "Automation and computer-integrated technologies". - Kyiv Polytechnic Institute named after Ihor Sikorskyi, Kyiv, 2025.

The bachelor's thesis is a study of automated control systems and technical control in the production activities of enterprises. The paper identifies the design features of the system of automatic control of steam water heater mains water using the Vision V570 controller.

The purpose of the study is to analyze the features of the development and practical implementation of the system of automatic control of steam water heater mains water in the heating system of industrial premises.

The object of research is the design of a system of automatic control of a steam water heater of mains water using a Vision V570 controller.

The subject of research - the features of the use of mathematical modeling for the implementation of customer-oriented systems when working with large amounts of data.

Scientific novelty of the obtained results. The results of the study offer an alternative method of using system programming tools in the process of developing an automated control system for the process of heating mains water using the Vision V570 controller.

Keywords: AUTOMATED SYSTEM, TECHNOLOGICAL PROCESS, SOFTWARE, CONTROLLER, MICROPROCESSOR, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, PROGRAMMING.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АСУ – автоматизована система управління;
БД – база даних;
ЕОМ – електронно-обчислювальна машина;
ІТ – інтелектуальні інформаційні технології;
ІС – інформаційна система;
ПЛК – програмовані логічні контролери;
РСК – розподілена система контролю;
ТП – технологічний процес;
МК – мікропроцесорний контролер;
САР – система автоматичного регулювання;
СППР – система підтримки прийняття рішень.

ВСТУП

Актуальність дослідження. В умовах сучасного розвитку технологій виникає об'єктивна необхідність у АС на підприємстві, які б могли забезпечити безпеку працівників разом із виробничим обладнанням, звівши до нуля можливу ймовірність аварій на виробництві та яка б сприяла упередженню різноманітних загроз. Водночас така система могла би бути своєрідним технічним наглядом для компанії в цілому.

Відомо, що наразі великі обсяги даних, як правило, зберігаються, обробляються та передаються в ІС підприємства за допомогою різноманітних програмних засобів. Переважним чином у локальному мережевому доступі формуються спільні бази даних (БД) для користувачів

На сьогоднішній день АСУ в системах опалення виробничих приміщень набувають популярності. Використані досі способи механічної поетапної автоматизації втрачають актуальність, адже вони не можуть гарантувати оптимальних конструкторських рішень в цілому через взаємодію компонентів між собою. Оптиматизація в таких ситуаціях потребує колосальних витрат та ресурсів та не є доцільною. Тому у всьому світі стає популярним спосіб комплексної автоматизації (КСА). Сучасні мікропроцесорні засоби автоматизації значно виграють по можливостям у аналогових. Їх великою перевагою є гнучкість системи, тобто можливість перепрограмування на інші алгоритми. Невеликий контролер може замінити великі релейні схеми, що займають багато місця, потребують обслуговування. Навіть у випадку аналогового регулювання такі засоби нічим не поступаються аналоговим регуляторам.

Отже, наше дослідження особливостей розробки та практичного застосування КСА котельної установки є актуальним.

Мета дослідження - аналіз особливостей розробки та практичної реалізації системи автоматичного регулювання пароводяного підігрівача мережевої води в системі опалення виробничих приміщень.

Завдання дослідження:

1. дослідити технологічний процес автоматизації пароводяного підігрівача мережевої води як об'єкта керування;
2. обґрунтувати вибір функціональної схеми автоматизації;
3. створити принципову електричну схему зовнішніх з'єднань контролера Vision V570;
4. розрахувати і змодельовати АС регулювання пароводяного підігрівача мережевої води в системі опалення виробничих приміщень;
5. описати спроектовану систему автоматизації та скласти специфікацію технічних засобів автоматизації;
6. дослідити економічну доцільність АСУ котельної установки.

Об'єкт дослідження – проектування АС регулювання пароводяного підігрівача мережевої води на базі контролера Vision V570.

Предмет дослідження – особливості застосування засобів математичного моделювання для реалізації клієнт-орієнтованих систем при роботі з великою кількістю даних.

Методи дослідження: методи системного аналізу; аналіз наукової літератури; спостереження; абстрагування; узагальнення.

Теоретично - інформаційну базу дослідження склали праці таких науковців, як В. Антонюк, С. Вислоух, Г. Вороновський, В. Глушков, Л. Ясницький та інших.

Наукова новизна одержаних результатів. Результати дослідження пропонують альтернативний метод використання засобів системного програмування в процесі розробки автоматизованої системи управління технологічним процесом підігріву мережевої води за допомогою контролера Vision V570.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що дослідження пропонує нові способи використання АСУ котельною установкою на підприємстві під час розробки ПЗ технологічного процесу.

Структура роботи. БКР складається зі вступу, 10 розділів, висновків, переліку джерел посилань, додатків. Загальний обсяг роботи становить 71 сторінку. Перелік джерел посилення складається із 21 найменування.

1.1. Технологічна частина

Інформаційна система (ІС) – це взаємопов’язаний набір компонентів, що використовуються для збору, зберігання, обробки та передачі даних і цифрової інформації. По суті, це сукупність апаратного та програмного забезпечення, даних, людей та процесів, які працюють разом для перетворення необроблених даних на корисну інформацію. ІС підтримує різноманітні бізнес-цілі, такі як покращення обслуговування клієнтів або підвищення операційної ефективності.

Зазвичай ІС складається з інтегрованого набору апаратного та програмного забезпечення, а також баз даних та комунікаційних мереж, що сприяють збору, зберіганню та використанню даних. Люди та процеси також є життєво важливими компонентами ІС.

Організація може впроваджувати різні типи інформаційних систем (ІС), такі як:

- Система управлінської інформації (СУІ). Ці комп’ютеризовані системи збирають, зберігають, обробляють та представляють дані для підтримки прийняття управлінських рішень. Різні типи організацій та галузей використовують різні типи СУІ. Наприклад, СУІ в лікарні може збирати дані про госпіталізацію пацієнтів, лікування та результати, щоб допомогти адміністраторам приймати рішення щодо розподілу ресурсів та вдосконалення процесів [4].

- Система підтримки прийняття рішень (СППР). СППР дозволяє користувачам досліджувати та аналізувати дані, щоб отримати уявлення про ефективність бізнесу та, відповідно, приймати рішення на основі даних. Наприклад, роздрібна мережа може використовувати СППР для збору та аналізу даних про демографічні показники клієнтів, купівельну поведінку та ефективність продажів, щоб вносити зміни в управління запасами та маркетингові кампанії. СППР також відома як система бізнес-аналітики (ВІ).

- Система знань (KWS). Ці системи надають корисну інформацію працівникам знань, таким як дослідники, аналітики та консультанти. Наприклад, маркетингові аналітики можуть використовувати KWS для аналізу даних клієнтів та відстеження ефективності маркетингових кампаній.

- Інформаційна система для керівників (EIS). EIS надає загальну інформацію про фінансові показники компанії, ринкові тенденції, конкурентне середовище тощо. Вона також надає аналітичні інструменти, які дозволяють керівникам вищої ланки приймати стратегічні рішення на основі наявної інформації.

Інші типи IS включають наступне:

- Система управління знаннями (KMS). KMS – це інформаційна система, яка використовується для оновлення та управління ресурсами знань організації .

- Система управління запасами (IMS). IMS збирає інформацію про запаси та генерує аналітичні дані для допомоги в управлінні запасами .

- Система обробки транзакцій (TPS). TPS обробляє транзакційні дані та генерує корисну аналітику для оптимізації транзакційних процесів.

- Платформа управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM). Платформа CRM – це комплексний інструмент або набір інструментів, що дозволяє організаціям переглядати інформацію про клієнтів у режимі реального часу та використовувати цю інформацію для прийняття рішень у сфері продажів, маркетингу, підтримки, комерції та інших галузей.

Роботизована автоматизація процесів (RPA).

Роботизована автоматизація процесів — це форма автоматизації підприємства, в якій використовуються роботи для автоматичного виконання ручної праці. Вона включає як програмне забезпечення (для керування роботами), так і апаратне забезпечення, налаштоване для виконання певних завдань.

Чудовий приклад можна знайти в управлінні складом. Якщо ви хочете впровадити роботизовану автоматизацію процесів, вам спочатку потрібно інвестувати в роботів, а потім у систему виконання складських операцій (WES), яка забезпечить виконання ними своїх завдань належним чином [12].

Автоматизація інтеграції.

Автоматизація інтеграції – це форма автоматизації підприємства, яка пов'язана з узгодженням ваших даних по всьому бізнесу. Якщо ви вирішите її впровадити, вам потрібно використовувати інструменти, які:

- автоматично збирати дані з різних джерел (наприклад, різних команд у вашій організації),
- інтегрувати дані в єдину систему.

Автоматизація інтеграції дозволяє вам позбутися ізольованих даних та приймати рішення на основі даних без ризику помилок через неповну інформацію.

Інтелектуальна автоматизація.

Найсучаснішою стратегією в автоматизації підприємств є інтелектуальна автоматизація. Вона передбачає використання інструментів на базі штучного інтелекту для оптимізації складніших завдань. Ви також можете використовувати її для процесів, які не можете стандартизувати через їхню непередбачуваність або відсутність структури, оскільки штучний інтелект може з ними впоратися.

Наприклад, банки використовують механізми на базі штучного інтелекту для категоризації транзакцій. Стандартні показники, такі як скрипти, не справляються з цим ефективно. Ви можете класифікувати такі транзакції лише на основі неструктурованих даних, таких як відправник/одержувач, назва та сума, а також час доби, коли їх було відправлено, та багато інших змінних, і штучний інтелект дозволяє вам це робити.

2. Аналіз технологічного процесу автоматизації пароводяного підігрівача мережевої води як об'єкта керування

Тепловий агрегат є складною інженерною системою з підвищеним експлуатаційним ризиком, спричиненим використанням високопараметричної водяної пари. У статті описано процедуру синтезу системи автоматичного керування від постановки задачі та дослідження об'єкта до опису результатів моделювання.

Для забезпечення ефективної та безпечної роботи теплового пункту необхідна система автоматичного керування, яка підтримуватиме параметри, що підлягають регулюванню, на заданому оператором рівні. Необхідною умовою побудови автоматизованих систем, які ефективно керують будь-яким технологічним процесом, є розуміння динамічних властивостей об'єкта. Для цього розробляються відповідні математичні моделі, що відображають динаміку поведінки системи та взаємозв'язки між окремими її частинами. Однак створення такої моделі у виключно аналітичному вигляді дуже затратне з огляду на витрачені час та зусилля, і при цьому сповнене припущень для спрощення процедур математичного розрахунку. Тому, щоб більш ефективно організувати роботу над створенням систем автоматичного керування, вдаються до симбіозу аналітичних знань та практичного експерименту. Такий підхід дає готовий для використання на даному об'єкті набір інженерно-математичних інструментів [7].

Підігрівач теплофікаційний мережевої води призначений для її підігріву до потрібної температури, значення якої задається в залежності від температури зовнішнього повітря. Підігрівач являє собою поверхневий теплообмінник, змійовиками якого за допомогою мережевого насоса прокачується вода. Зовні змійовики обігріваються парою.

3. Технічне обґрунтування вибору функціональної схеми автоматизації

Функціональну схему АСУ ТП представимо на рис. 3.1.

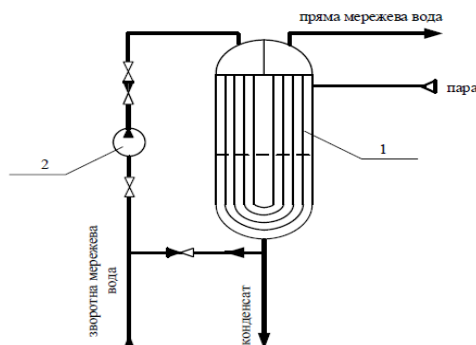


Рисунок 3.1 - Зовнішній вигляд пароводяного підігрівача мережевої води

1 – корпус підігрівача; 2 – мережевий насос

Тепловий пункт складається із трьох контурів (рис. 1): опалення, гарячого водопостачання (ГВС) та додаткового контуру повернення конденсату, який утворюється в процесі теплообміну між первинним теплоносієм та теплоносієм контурів [10].

Первинним теплоносієм в тепловому пункті є пара, яка надходить із котельної. Між котельнею та тепловим пунктом встановлено редуційний вузол, що зменшує тиск та температуру пари, яка вже безпосередньо надходить у тепловий пункт.

Номінальні параметри технологічного процесу та температурний режим вносяться до технологічної карти (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Технологічна карта номінальних значень параметрів технологічного процесу

№ п/п	Назва параметру	Одиниця вимірювання	Номінальне значення	Допустимі відхилення
1	Температура води на виході з підігрівача (згідно температурного графіка)	°C	130/70	±2
2	Рівень в пароводяному підігрівачі	м	1,5	±0,1
3	Тиск прямої мережевої води	МПа	0,6	±0,05
4	Тиск зворотної мережевої води	МПа	0,4	±0,05

Функціональну схему АСУ ТП представимо на рис. 3.2.

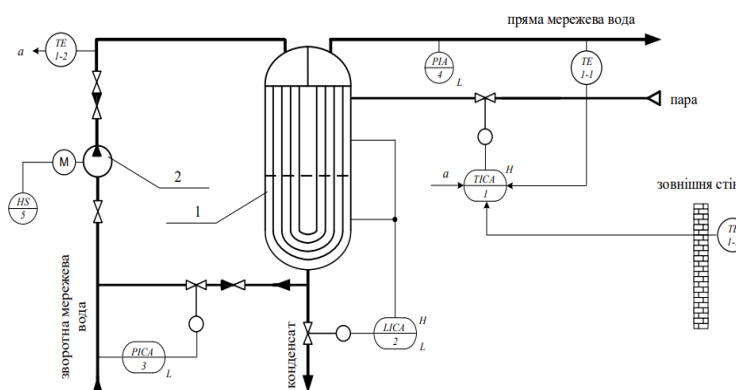


Рисунок 3.2 – Функціональна схема АСУ ТП

Згідно рис. 1.3 на схемі представлено:

1 – регулювання та сигналізація граничного значення температури прямої мережевої води згідно ТГ;

2 – регулювання та сигналізація граничних значень рівня конденсату в бойлері;

3 – регулювання та сигналізація граничного значення тиску зворотної мережевої води;

4 – вимірювання та сигналізація граничного значення тиску прямої мережевої води;

5 – управління мережевим насосом.

4. Обґрунтування вибору та опис технічних засобів автоматизації пароводяного підігрівача мережевої води

Для реалізації проекту був обраний контролер UNITRONICSV570.

Програмований логічний контролер V570 V570-57-T20B-J OPLC – це програмований логічний контролер, що містить вбудовану панель керування з 5,7-дюймовим кольоровим сенсорним екраном, на якому відображається віртуальна клавіатура, коли програма вимагає від оператора введення даних. Модулі введення/виведення Snap-in для універсального контролера; розширює до 1000 входів/виходів.

Комунікації:

- 2 ізольованих порти RS232/RS485
- Порт програмування USB (Mini-B)
- Ізольований порт CANbus
- Користувач може замовити та встановити додатковий порт. Це може бути Ethernet або послідовний порт.
- Функціональні блоки зв'язку включають: SMS, GPRS, послідовний порт/IP MODBUS; протокол FB дозволяє ПЛК зв'язуватися практично з будь-яким зовнішнім пристроєм через послідовний або Ethernet-з'єднання.

V570 підтримує цифрові, високошвидкісні, аналогові, вагові та температурні вимірювання введення/виведення через:

- Модулі вводу/виводу Snap-in: підключаються до задньої панелі контролера для забезпечення вбудованої конфігурації вводу/виводу.

- Модулі розширення вводу/виводу: Локальні або віддалені вводи/виводи можна додавати через порт розширення або шину CAN.

На відміну від релейно-контактних схем, всі функції ПЛК реалізовані в програмному забезпеченні. На одному контролері можна реалізувати схему, що буде еквівалентна тисячам елементів жорсткої логіки і при цьому надійність роботи схеми не залежить від її складності.

Застосування ПЛК забезпечує високу надійність, простоту обслуговування пристроїв управління, пришвидшує монтаж і наладку обладнання, забезпечує швидке оновлення алгоритмів керування (в тому числі і на працюючому обладнанні). Також з'являється можливість реалізувати додаткові функції, не збільшуючи вартість готової продукції [6].

Для регулювання технологічних параметрів в даній роботі використано контролер Unitronics Vision V570. За допомогою цього контролера здійснюється регулювання та сигналізація [6].

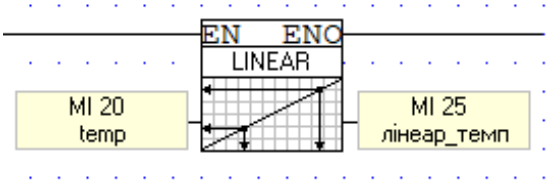
Програмування контролера виконується за допомогою спеціального програмного забезпечення - VisiLogic.

Процес програмування зводиться до того, що вибором з бібліотеки функціональних блоків викликаються потрібні і об'єднуються в систему конфігурацій, в яких встановлюються необхідні параметри налаштування.

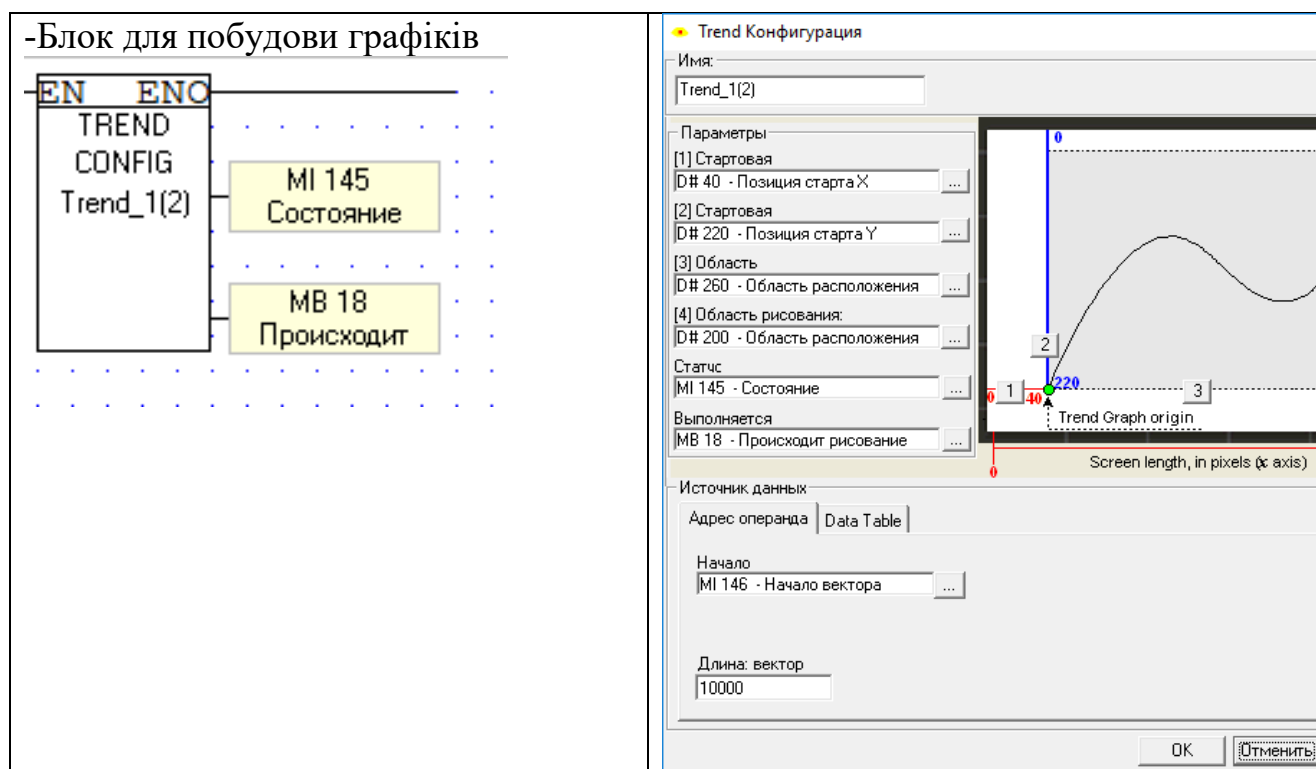
Перелік блоків які використовуються перераховуються в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Блоки програмування з параметрами налаштування

-Блок лінеаризації сигналу 	<table><tr><th>Description</th></tr><tr><td>Линеаризация: Значение X1</td></tr><tr><td>Линеаризация: Значение Y1</td></tr><tr><td>Линеаризация: Значение X2</td></tr><tr><td>Линеаризация: Значение Y2</td></tr><tr><td>Линеаризация: Значение X (вход)</td></tr><tr><td>Линеаризация: Значение Y (выход)</td></tr></table>	Description	Линеаризация: Значение X1	Линеаризация: Значение Y1	Линеаризация: Значение X2	Линеаризация: Значение Y2	Линеаризация: Значение X (вход)	Линеаризация: Значение Y (выход)
Description								
Линеаризация: Значение X1								
Линеаризация: Значение Y1								
Линеаризация: Значение X2								
Линеаризация: Значение Y2								
Линеаризация: Значение X (вход)								
Линеаризация: Значение Y (выход)								
-Блок порівняння сигналів	А- вхід який порівнюється. В вхід з яким порівнюється							

-Блок ПІД регулятора	Description PID: Установочное значение процесса PID: Текущее значение процесса, вход PID: Пропорциональная полоса - определено в единицах п PID: Интегральное время - определено в единицах п PID: Производное время - определено в единицах пс PID: Интервал измерения в единицах по 10 мсек Per PID: Действие: 0=Обратное(Нагрев), 1=Прямое(Охла PID: Нижний лимит текущего значения процесса (Pv PID: Верхний лимит текущего значения процесса (Pv PID: Нижний лимит значения управления процессом PID: Верхний лимит значения управления процессом PID: Значение управления процессом, выход PID: Статус ПИД-регулятора PID: Параметры автонастройки, 32 MI-a



Функціональні блоки складаються з таких елементів, як:

- основний елемент цієї групи - це ПІД-регулятор.
- Можлива реалізація лише ПІД-регулятора за аналоговим вихідним сигналом.
- Функціональний блок складається з декількох компонентів. Основний елемент - це конфігурація ПІД- регулятора.

Функція запуску ПІД-регулятора представлено на рис. 4.1.

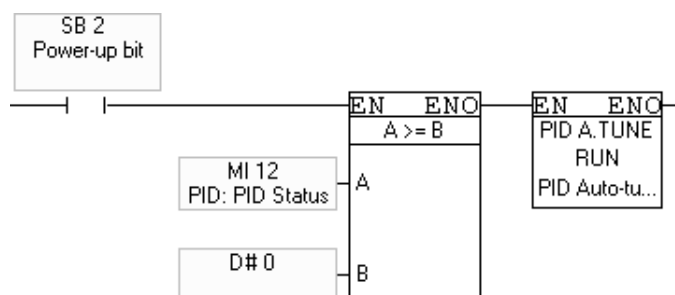


Рисунок 4.1 - Функція запуску ПІД-регулятора

Ця функція обов'язково має бути після блоку конфігурації регулятора.
Функція запуску PID-регулятора наведена на рис. 4.2.

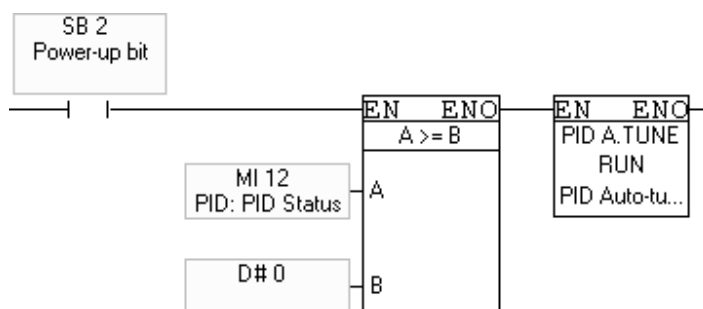


Рисунок 4.2 - Функція запуску PID-регулятора

Функція автоналаштування PID-регулятора наведена на рис. 4.3.

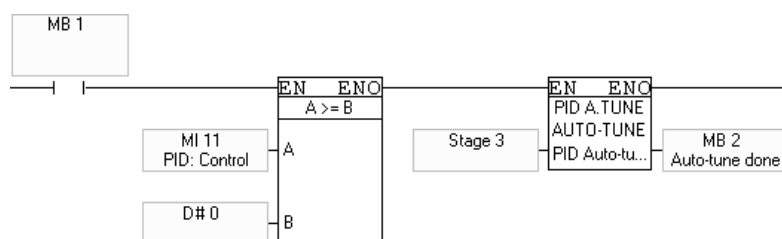


Рисунок 4.3 - Функція автоналаштування PID-регулятора

Схему контуру регулювання температури прямої мережевої води представлено на рис. 4.4.

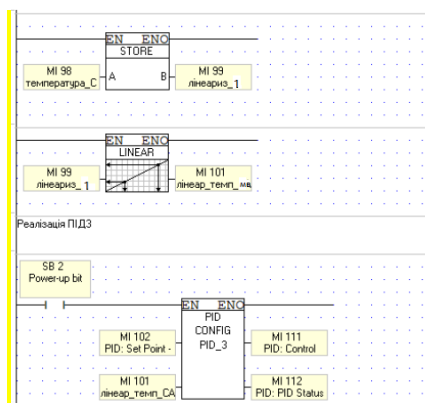


Рисунок 4.4 - Схема контуру регулювання температури прямої мережевої води

Процес реалізації ПДЗ представлено схематично на рис. 4.5 (а;б)

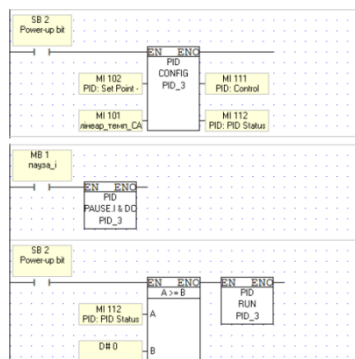


Рисунок 4.5 (а) – Схема процесу реалізації ПДЗ

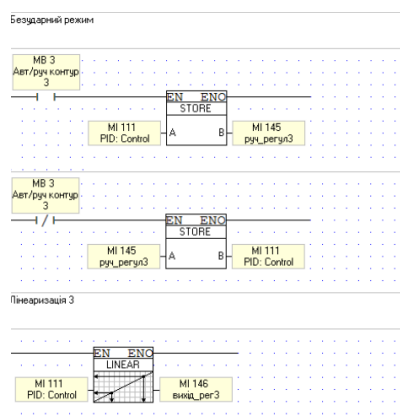


Рисунок 4.5 (б) – Схема процесу реалізації ПДЗ

Контур регулювання рівня конденсату у підігрівачі представлено на рис. 4.6.

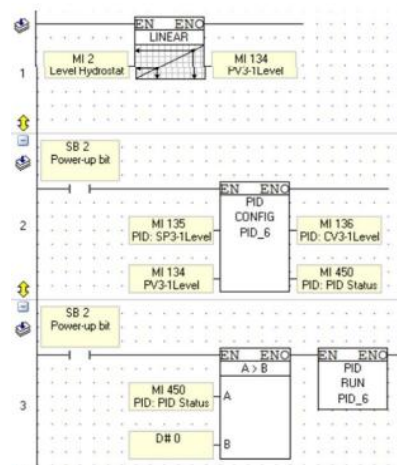


Рисунок 4.6 - Контур регулювання рівня конденсату у підігрівачі

Контур регулювання тиску зворотної мережевої води представлено на рис.

4.7.

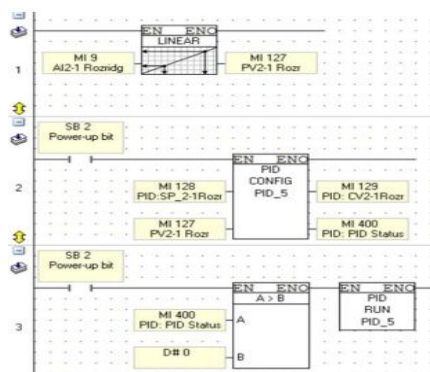
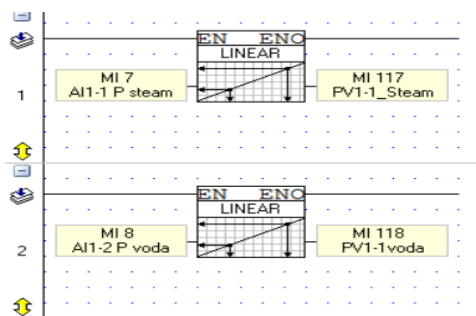


Рисунок 4.7 - Контур регулювання тиску зворотної мережевої води

Контур вимірювання тиску прямої мережевої води представлено на схемі рис. 4.8.



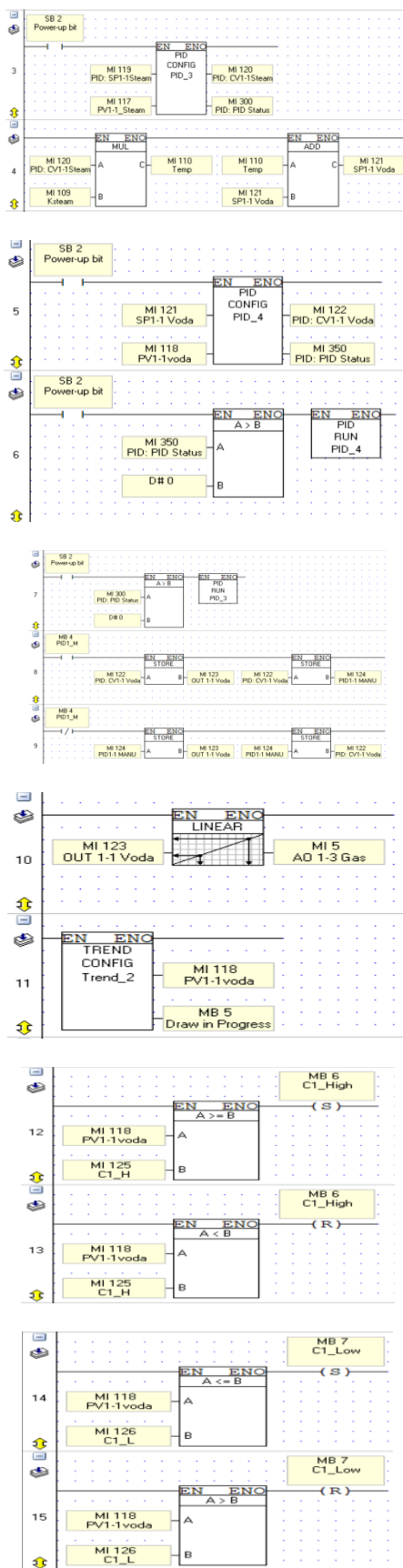


Рисунок 4.8 - Схема контуру вимірювання тиску прямої мережевої води

Для об'єднання схем під'єднання застосовані технічні матеріали у вигляді інструкцій. Всі прилади живляться напругою 24В. Всі лінії харчування обладнанні запобіжним обладнанням від перевантаження (рис. 4.9).

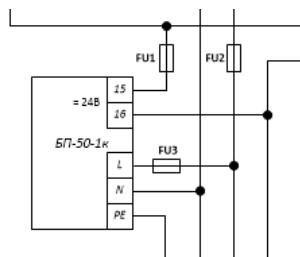


Рисунок 4.9 - Схема підключення блоку живлення

Схема під'єднання частотного перетворювача ATV310 представлено на рис. 4.10.

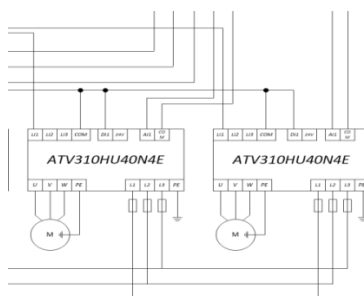
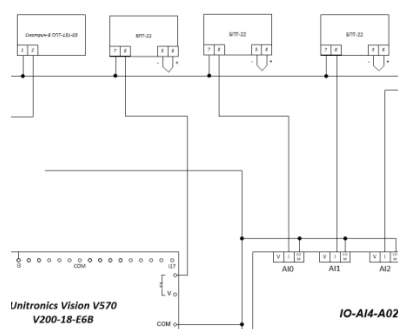


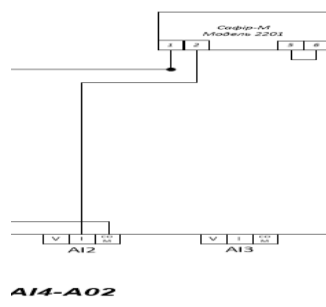
Рисунок 4.10 - Схема під'єднання частотного перетворювача ATV310

Схему під'єднання електропневматичних перетворювачів Samson E/P 6111 наведено на рис. 4.11.



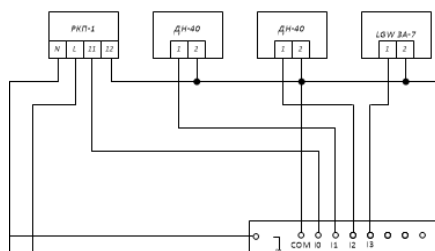
*Рисунок 4.13 - Схема під'єднання пірометра часткового випромінювання
Смотрич-8 таблок перетворення сигналів БПТ-22*

Схему під'єднання вимірювального перетворювача розрідження Сафір-М 2201 наведено на рис. 4.14.



*Рисунок 4.14 - Схема під'єднання вимірювального перетворювача розрідження
Сафір-М 2201*

Схему під'єднання давач-реле напору типу ДН-40, реле контролю полум'я типу РКП-1, реле розрідження LGW 3 A2-7 наведено на рис. 4.15.



*Рисунок 4.15 - Схема під'єднання давач-реле напору типу ДН-40, реле
контролю полум'я типу РКП-1, реле розрідження LGW 3 A2-7*

5. Розроблення принципової електричної схеми зовнішніх з'єднань контролера Vision V570

У контурі опалення параметрами, що підлягають регулюванню є температура води на подачі, температура повітря в приміщенні та тиск у системі. На температури впливають положення клапана подачі пари, при цьому характеристики пари є збуренням.

Тиск у системі опалення регулюється продуктивністю насосів, а при критичному зниженні тиску вмикається в роботу контур підживлення. Збуренням для тиску в контурі є втрати, які можуть виникати у контурі, наприклад, прорив трубопроводів [7].

У контурі гарячого водопостачання необхідно регулювати температуру води на подачі, рівень води в баку та тиск у контурі. Температура води на подачі регулюється за рахунок подачі пари на теплообмінник, при цьому якість пари є збурюючим впливом (рис. 5.1).

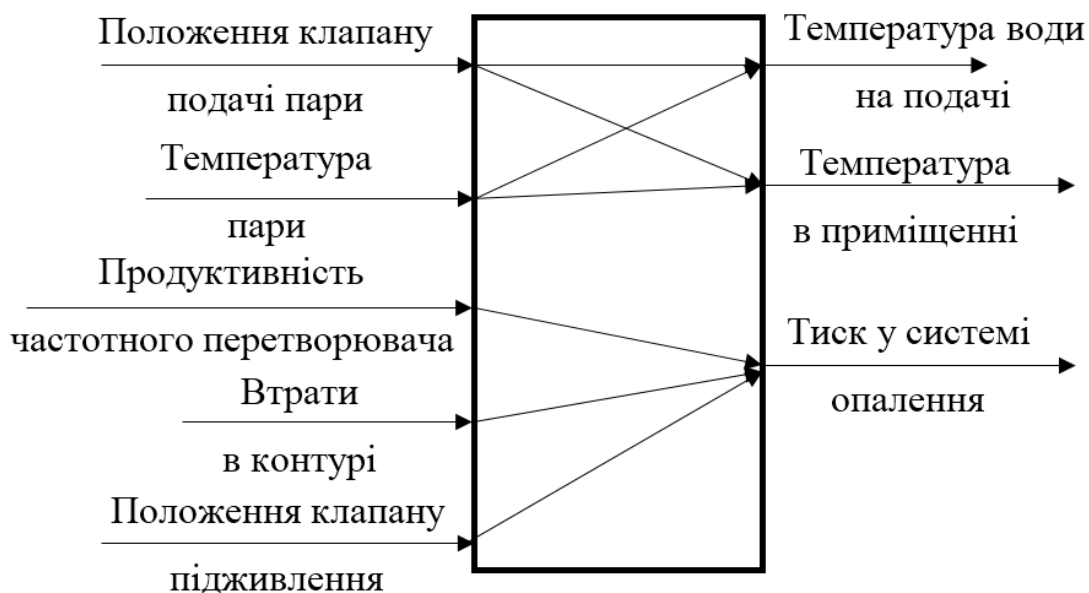


Рисунок 5.1 - Взаємозв'язки між вхідними та вихідними параметрами в системі опалення

Зворотний зв'язок у системах автоматизації використовує вимірний вихідний сигнал процесу для коригування його вхідних даних та досягнення бажаного результату, по суті створюючи систему із замкнутим циклом. Ця система порівнює фактичний вихідний сигнал із бажаним значенням (заданим значенням), обчислює різницю (помилку) та використовує цю похибку для зміни вхідних даних системи, щоб мінімізувати розбіжність. Наприклад, якщо оператор натискає кнопку поверху n , система буде реагувати в залежності від того, зупинився чи ліфт або рухається, піднімається або опускається, відкриті або закриті двері, а також від інших умов (рис. 5.2).

Комп'ютери можуть виконувати як послідовне керування, так і керування зі зворотним зв'язком, і, як правило, один ПК виконує і те, і інше в промисловому додатку.

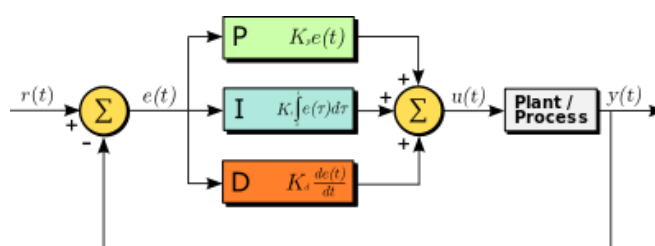


Рисунок 5.2 - Блок - схема контролера ПІД - регулятора в контурі зворотного зв'язку, де $u(t)$ - значення процесу або «задане значення», і $e(t)$ - виміряне значення процесу

Програмований логічний контролер, або ПЛК, — це посилений комп'ютер, який використовується для промислової автоматизації. Ці контролери можуть автоматизувати певний процес, функцію машини або навіть цілу виробничу лінію.

ПЛК отримує інформацію від підключених датчиків або вхідних пристроїв, обробляє дані та активує виходи на основі попередньо запрограмованих параметрів.

Залежно від вхідних та вихідних даних, ПЛК може контролювати та записувати дані про роботу, такі як продуктивність машини або робоча температура, автоматично запускати та зупиняти процеси, генерувати тривожні сигнали у разі несправності машини тощо. Програмовані логічні контролери – це гнучке та надійне рішення для керування, яке можна адаптувати практично до будь-якої програми.

Існує кілька ключових характеристик, які відрізняють ПЛК від промислових ПК, мікроконтролерів та інших промислових рішень для керування:

- Введення/виведення – Центральний процесор ПЛК зберігає та обробляє дані програми, але модулі введення та виведення з'єднують ПЛК з рештою машини; ці модулі введення/виведення надають інформацію центральному процесору та запускають певні результати. Введення/виведення може бути аналоговим або цифровим; вхідні пристрої можуть включати датчики, перемикачі та вимірювальні прилади, тоді як виходи можуть включати реле, освітлення, клапани та приводи. Користувачі можуть комбінувати та поєднувати введення/виведення ПЛК, щоб отримати правильну конфігурацію для свого застосування.

- Зв'язок – Окрім вхідних та вихідних пристроїв, ПЛК також може потребувати підключення до інших видів систем; наприклад, користувачі можуть експортувати дані застосування, записані ПЛК, до системи диспетчерського керування та збору даних (SCADA), яка контролює кілька підключених пристроїв. ПЛК пропонують ряд портів та протоколів зв'язку, щоб забезпечити зв'язок ПЛК з цими іншими системами.

- Інтерфейс людини-машини – Для взаємодії з ПЛК у режимі реального часу користувачам потрібен інтерфейс людини-машини, або інтерфейс людини-машини. Ці інтерфейси оператора можуть бути простими дисплеями з текстовим зчитуванням та клавіатурою або великими сенсорними панелями, більше схожими на побутову електроніку, але в будь-якому випадку вони дозволяють користувачам переглядати та вводити інформацію в ПЛК у режимі реального часу.

Програма ПЛК зазвичай пишеться на комп'ютері, а потім завантажується в контролер.

Більшість програмного забезпечення для ПЛК пропонують програмування мовою сходової логіки або «С». Сходова логіка – це традиційна мова програмування. Вона імітує схеми з «ланцюжками» логіки, що читаються зліва направо. Кожен ланцюжок представляє певну дію, керовану ПЛК, починаючи з входу або серії входів (контактів), які призводять до виходу (котушки). Завдяки своїй візуальній природі сходову логіку можна реалізувати легше, ніж багато інших мов програмування.

Програмування на «С» – це новіша інновація. Деякі виробники ПЛК постачають програмне забезпечення для програмування керування.

Unitronics є піонером у виробництві та проектуванні програмованих логічних контролерів з інтегрованими панелями НМІ та вбудованими інтерфейсами вводу/виводу. Вони випустили на ринок перший універсальний ПЛК і продовжують удосконалювати технологію на основі відгуків ринку та галузевих досягнень [4].

Unitronics зараз пропонує кілька лінійок надійних ПЛК для підтримки широкого спектру системних вимог. Компактні, ці революційні контролери забезпечують негайну економію, усуваючи трудомісткі завдання, такі як підключення панелі ПЛК та налаштування зв'язку. Unitronics підтримує концепцію «все в одному» за допомогою революційного програмного забезпечення, яке дозволяє програмувати керування сходами, проектування НМІ та всю апаратну та комунікаційну конфігурацію в єдиному, простому програмному середовищі [15].

Для регулювання технологічних параметрів в даній роботі використано контролер Unitronics Vision V570. За допомогою цього контролера здійснюється регулювання та сигналізація (рис. 5.3).



Рисунок 5.3 – Зовнішній вигляд контролера Unitronics Vision V570

OPLC моделі V350 є мікро OPLC, зносостійкі програмовані логічні контролери, з вбудованою панеллю управління з графічним LCD-екраном і клавіатурою.

Продукт Unitronics V350-35-TR6 оснащений такими вбудованими входами/виходами:

- 8 цифрових входів (при підключенні можна створити 2 аналогові входи (струм/напруга) та [21].

- 4 аналогових входу (струм)

- 6 релейних виходів

- 2 високошвидкісні транзисторні виходи pnp

ПЛК Vision V570 та V700 від Unitronics – це модульні ПЛК-системи з інтегрованим НМІ. V570 оснащений 5,7-дюймовим кольоровим дисплеєм, послідовним і CAN-портами зв'язку, тоді як V700 з більшим 7-дюймовим дисплеєм та інтегрованим інтерфейсом Ethernet ідеально підходить для мережевих застосувань.

Переконливі характеристики:

- ✓ Кольоровий дисплей високої роздільної здатності для інтуїтивно зрозумілого керування.

- ✓ Модульна розширюваність, що дозволяє встановлювати до кількох сотень входів/виходів.

- ✓ Гнучкість завдяки протоколам зв'язку, таким як Modbus TCP, Ethernet/IP, CANOpen або Profibus.

Усі контролери серії Unitronics Vision постачаються з безкоштовним програмним забезпеченням Visilogic . Це зручне середовище розробки пропонує попередньо визначені функціональні блоки та чітку структуру, що дозволяє швидко, точно та ефективно реалізувати логіку керування. Це заощаджує ваш дорогоцінний час розробки та забезпечує максимальну продуктивність.

Персональна підтримка та сильна глобальна спільнота.

Незалежно від того, чи шукаєте ви персоналізовану консультацію, практичні семінари чи технічну підтримку, – у Unitronics ви ніколи не самотні. Скористайтеся послугами досвідченої команди підтримки та приєднайтеся до активної глобальної спільноти, яка пропонує швидкі та практичні рішення. Станьте частиною родини Unitronics та сформуєте автоматизацію майбутнього – модульну, цифрову та потужну.

Усі переваги продукту з першого погляду

- Максимальна гнучкість – адаптуйте елементи керування індивідуально до своїх потреб: оберіть один із різноманітних модулів вводу/виводу та комунікаційних інтерфейсів.

- Модульна конструкція – використовуйте компактні модулі вводу/виводу snap для невеликих монтажних просторів або розширте своє рішення за допомогою встановлення на DIN-рейку.

- Першокласні можливості підключення – скористайтеся перевагами таких розширень, як Ethernet, CANBus, Profibus або ізольований RS485 для вимогливих застосувань.

- Кібербезпека найвищого класу – ваші дані оптимально захищені сертифікацією ISO 27001.

- Безперешкодна інтеграція в хмару - з UniCloud ви маєте повний контроль над своїми програмами завдяки інтуїтивно зрозумілим панелям інструментів та прогнозованому обслуговуванню.

Схему зовнішніх з'єднань контролера Vision V570 в системі автоматизації представимо на рис. 5.4.

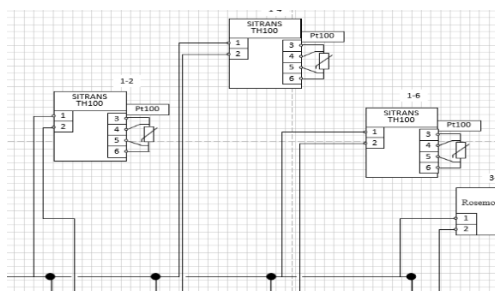


Рисунок 5.4 – Схема зовнішніх з'єднань контролера Vision V570 в системі автоматизації

Для синтезу схем під'єднання були використанні технічні матеріали, а саме інструкції до приладів. Всі прилади живляться напругою 24В, усі лінії живлення обладнанні запобіжним пристроєм від перевантаження (рис. 5.5).

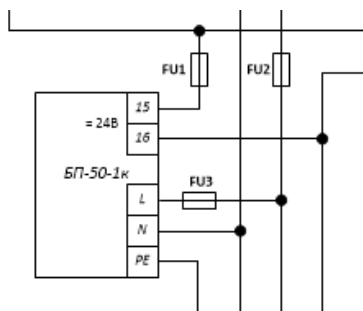


Рисунок 5.5 - Підключення блоку живлення

Схему під'єднання частотного перетворювача ATV310 наведено на рис. 5.6.

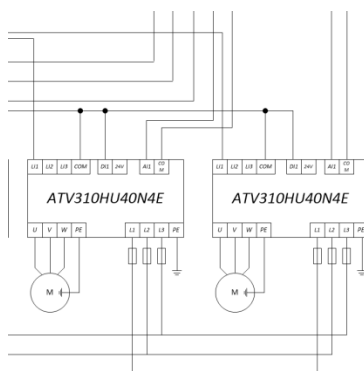


Рисунок 5.6 - Схема під'єднання частотного перетворювача ATV310

Схему під'єднання електропневматичних перетворювачів SamsonE/P 6111 представлено на рис. 5.7.

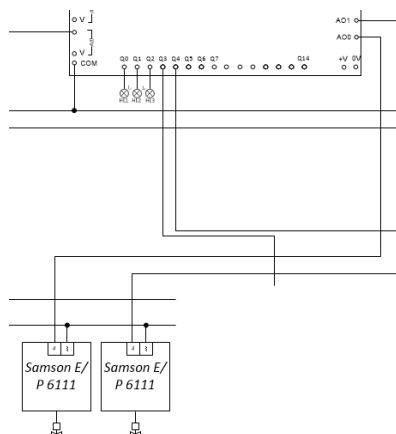


Рисунок 5.7 - Схема під'єднання електропневматичних перетворювачів Samson E/P 6111

Схему під'єднання дифманометра Сафір-М 2440 та газоаналізатора Дозор С-Д представлено на рис. 5.8.

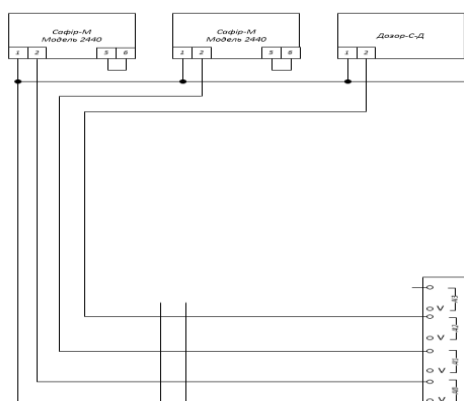


Рисунок 5.8 - Схема під'єднання дифманометра Сафір-М 2440 та газоаналізатора Дозор С-Д

Схему під'єднання пірометра часткового випромінювання Смотрич-8 та блоку перетворення сигналів БПТ-22 представлено на рис. 5.9.

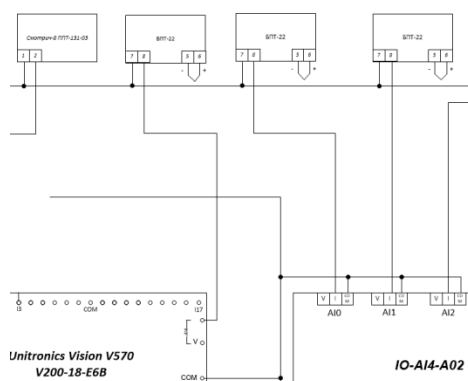


Рисунок 5.9 - Схема під'єднання пірометра часткового випромінювання Смотрич-8 та блоку перетворення сигналів БПТ-22

Схему під'єднання вимірювального перетворювача розрідження Сафір-М 2201 представлено на нис. 5.10.

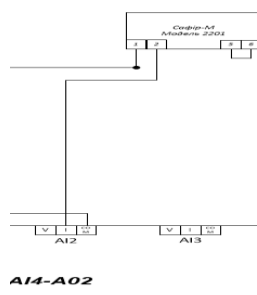


Рисунок 5.10 - Схема під'єднання вимірювального перетворювача розрідження Сафір-М 2201

Схему під'єднання давач-реле напору типу ДН-40, реле контролю полум'я типу РКП-1, реле розрідження LGW 3 A2-7 представлено на рис. 5.10=1.

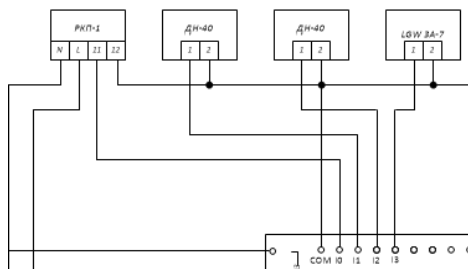


Рисунок 5.11 - Схема під'єднання давач-реле напору типу ДН-40, реле контролю полум'я типу РКП-1, реле розрідження LGW 3 A2-7

6. Розрахунок і моделювання системи автоматичного регулювання пароводяного підігрівача мережевої води в системі опалення виробничих приміщень

АСУ пароводяним підігрівачем мережевої води в системі опалення виробничих приміщень представимо у вигляді блок-схем засобів управління АСУ ТП, що складається з таких компонентів:

1. Контур регулювання температурного режиму прямої мережевої води (рис 6.1).
2. Контур регулювання рівня конденсату у підігрівачі (рис. 6.2).
3. Контур регулювання тиску зворотньої мережевої води (рис. 6.3).

Програмування контролера виконується за допомогою спеціального програмного забезпечення - VisiLogic.

Процес програмування зводиться до того, що вибором з бібліотеки функціональних блоків викликаються потрібні і об'єднуються в систему конфігурацій, в яких встановлюються необхідні параметри налаштування.

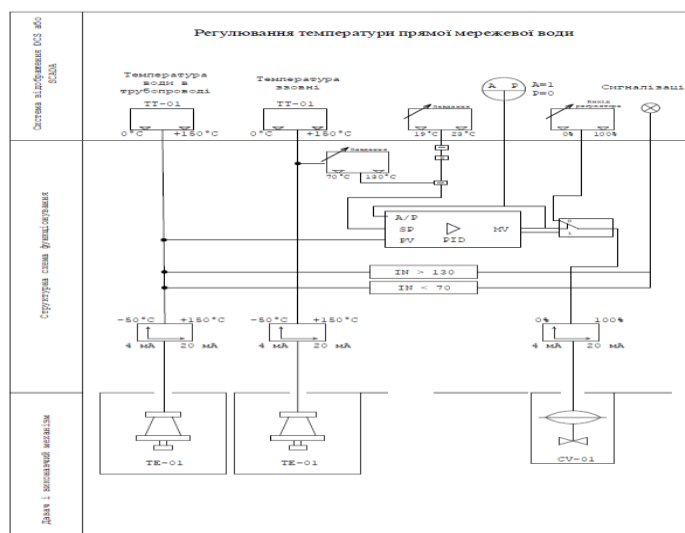


Рисунок 6.1 - Контур регулювання температури прямої мережевої води

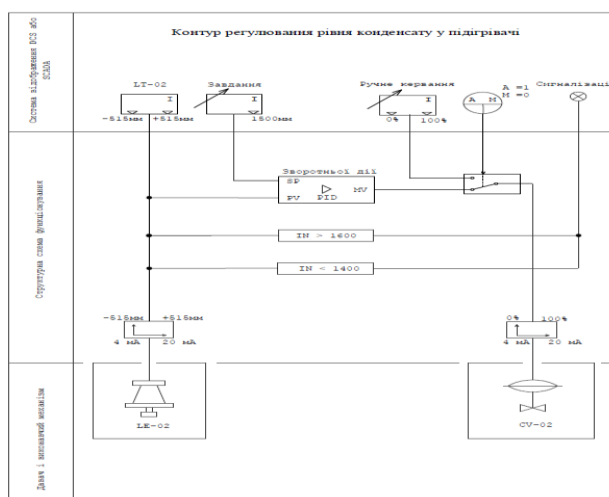


Рисунок 6.2 - Контур регулювання рівня конденсату у підігрівачі

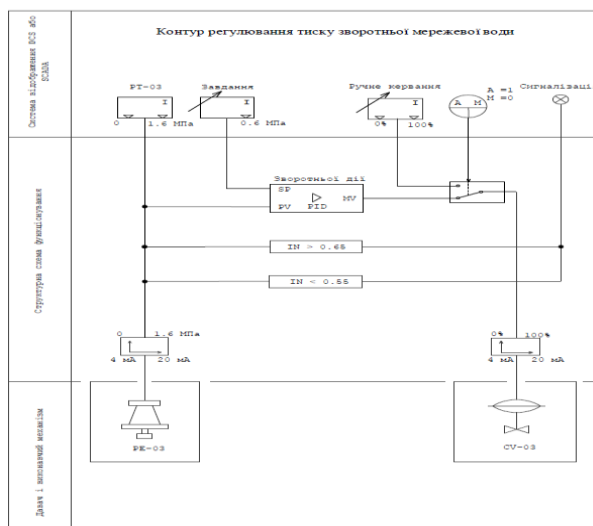


Рисунок 6.3 – Контур регулювання тиску зворотної мережевої води

7. Опис систем автоматизації

Реалізація даної АС на підприємстві буде полягати у розробці відповідного ПЗ, завдяки якому користувачі зможуть легко керувати процесом. Традиційна система такого типу є статичною та направлена на збір даних із бізнес-процесів, не аналізує їх.

Моделювання АСУ в системі виробництва може виконуватися з урахуванням структури компанії чи виробництва (об'єкт, будівля, поверх). В цьому випадку враховується місце розташування вузлів АСУ в структурі компанії [8].

Структурна модель вузлів АСУ надалі інтегрується у загальну архітектуру системи. Крім того, формування прототипу може виконуватись із врахуванням специфіки виробничого процесу, зокрема кількості та типу обладнання, яке групується за спільними функціональними ознаками. У подальшому ці елементи також включаються до розробленої структури системи. Такі рішення використовуються при розробці ПЗ для АСУ з високою розподіленістю компонентів і власної багаторівневої структури.

Представимо програмну схему функціонування АСУ у вигляді рис. 7.1.



Рисунок 7.1 – Програмна схема функціонування АСУ ТП

Змодельована АСУ містить:

- численні контури керування,
- інтерфейси користувача,
- засоби віддаленої діагностики та обслуговування, побудовані з використанням багатьох мережевих протоколів на архітектурах багатoshарових мереж.

Цикл керування використовує давачі, виконавчі пристрої та контролери для керування заданим процесом. Давачі - це обладнання, що виробляє вимірювання деякої фізичної властивості та посилає ці дані як контрольовані змінні

характеристики до ЛПК. ЛПК інтерпретує сигнали і генерує відповідні маніпульовані змінні, які базуються на алгоритмі керування та цільових заданих точках, які він передає на виконавчі механізми. Приводи, такі як регулюючі клапани, вимикачі, перемикачі та двигуни застосовуються для безпосереднього управління контрольованим процесом на базі команд від ЛПК [22].

Для моделювання систем контролю за розподіленими даними технологічного обладнання дуже важливим видається їх централізоване відображення та керування. Тому для моделювання такої систем використовується SCADA-програма (рис.7.2).

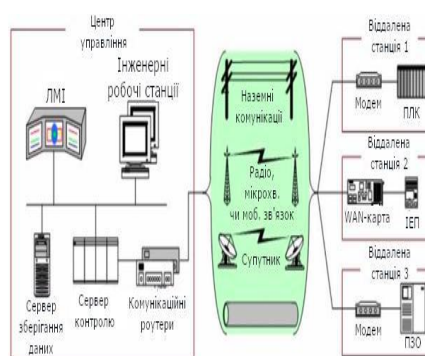


Рисунок 7.2 – Схема SCADA-програми

SCADA – це система програмних та апаратних елементів, яка дозволяє організаціям контролювати та моніторити промислові процеси, безпосередньо взаємодіючи з обладнанням на заводі та переглядаючи дані в режимі реального часу.

- Використовуючи систему SCADA, промислові організації можуть:
- Контролювати промислові процеси та критичну інфраструктуру локально або у віддалених місцях
- Моніторити, зберігати та обробляти дані у режимі реального часу

- Безпосередньо взаємодіяти з такими пристроями, як датчики, клапани, насоси, двигуни тощо, через програмне забезпечення інтерфейсу людина-машина (HMI).
- Записувати події у файл журналу.

Системи SCADA мають вирішальне значення для промислових організацій, оскільки вони допомагають підтримувати ефективність, обробляти дані для прийняття більш розумних рішень та повідомляти про системні проблеми, щоб зменшити час простою.

Базова архітектура SCADA починається з програмованих логічних контролерів (ПЛК) або віддалених терміналів (RTU). ПЛК та RTU – це мікрокомп'ютери, які взаємодіють з масивом об'єктів, таких як заводські машини, HMI, датчики та кінцеві пристрої, а потім направляють інформацію з цих об'єктів до комп'ютерів за допомогою програмного забезпечення SCADA. Програмне забезпечення SCADA обробляє, розподіляє та відображає дані, допомагаючи операторам та іншим співробітникам аналізувати дані та приймати важливі рішення.

Наприклад, система SCADA швидко повідомляє оператора про те, що партія продукту демонструє високу частоту помилок. Оператор призупиняє операцію та переглядає дані системи SCADA через HMI, щоб визначити причину проблеми. Оператор переглядає дані та виявляє, що Машина 4 працює несправно. Здатність системи SCADA повідомляти оператора про проблему допомагає йому вирішити її та запобігти подальшим втратам продукції.

Представимо приклад реалізації SCADA-системи на рис. 7.3.

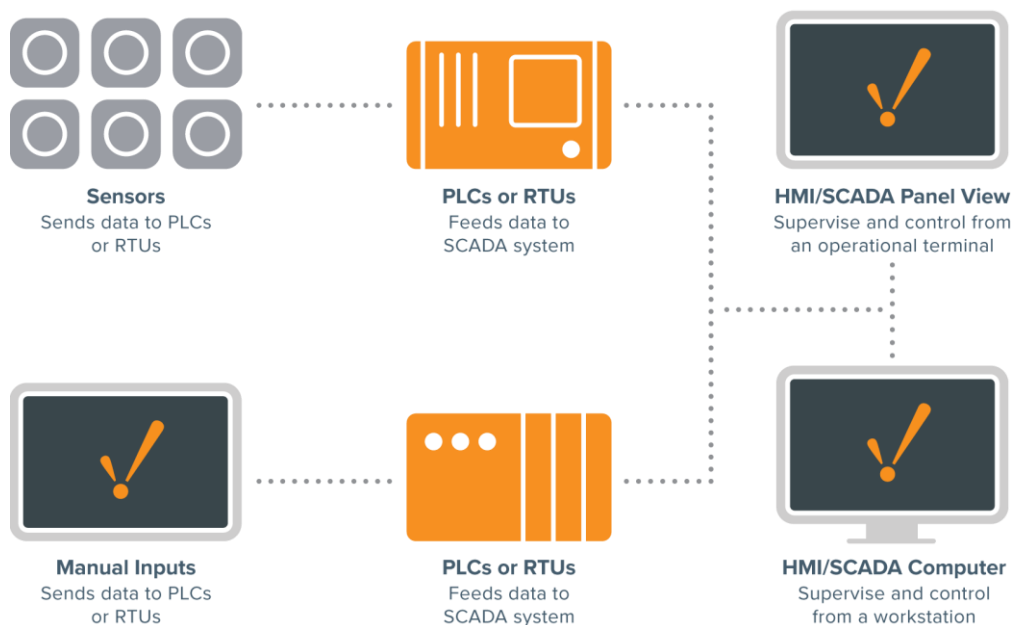


Рисунок 7.3- SCADA-система

Розподілена система керування або DCS – це комп’ютеризована система, яка автоматизує промислове обладнання, що використовується в безперервних та пакетних процесах, одночасно знижуючи ризик для людей та навколишнього середовища.

Розподілені системи керування використовуються в широкому спектрі застосувань, включаючи видобуток корисних копалин, транспортування та переробку, хімічні виробничі підприємства, очищення води та стічних вод, електростанції та фармацевтичні переробні підприємства.

Система керування управлінням (DCS) вважається центральним мозком заводу, оскільки вона контролює, автоматизує та координує майже всі аспекти виробництва, допомагаючи оптимізувати продуктивність, забезпечувати якість та підвищувати сталий розвиток.

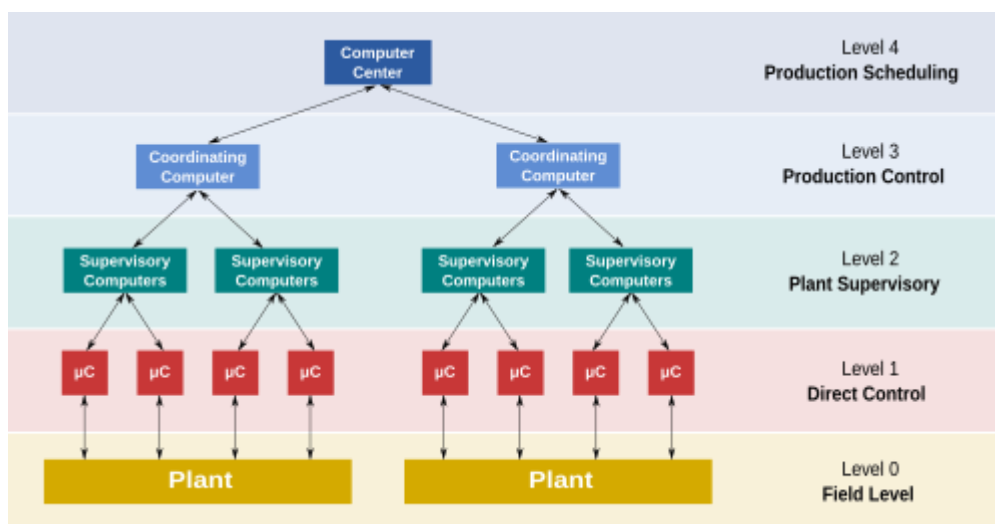


Рисунок 7.4 - Функціональні рівні операції контролю виробництва

Ключовою характеристикою DCS є її надійність завдяки розподілу обробки керування між вузлами системи. Це зменшує ризик відмови одного процесора. Якщо процесор вийде з ладу, це вплине лише на одну частину виробничого процесу, на відміну від відмови центрального комп'ютера, який вплине на весь процес. Такий розподіл обчислювальної потужності локально по стійках польових вхідних/вихідних з'єднань також забезпечує швидкий час обробки контролером, усуваючи можливі затримки в мережі та центральній обробці.

Для керування технологічним процесом виробничого підприємства нами пропонується впровадження системи TRACE MODE. Розглянемо її можливості та принцип функціонування [20].

TRACE MODE® 6 складається з двох частин: інтегрованого середовища розробки (IDE) та набору середовищ виконання. IDE встановлюється на ПК розробника та використовується для створення набору файлів, що називаються проектом TRACE MODE.

Середовища виконання використовуються для запуску проектів TRACE MODE в режимі реального часу. TRACE MODE IDE дозволяє одночасно створювати один проект для багатьох середовищ виконання, які

називаються вузлами проекту . Один вузол проекту може бути запущений під одним середовищем виконання .

TRACE MODE IDE надає повний набір інструментів для розробки передових систем керування.

TRACE MODE має функції програмування промислових контролерів.

TRACE MODE складається з інструментальної системи і з набору виконавчих модулів. В інструментальній системі створюється набір файлів, який називається «проектом TRACE MODE».

За допомогою виконавчих модулів TRACE MODE проект АСУ запускається на виконання в реальному часі на робочому місці диспетчера або оператора.

Особливістю TRACE MODE є «технологія єдиної лінії програмування», тобто можливість розробки всіх модулів АСУ за допомогою одного інструмента.

Технологія єдиної лінії програмування дозволяє в рамках одного проекту створювати засоби людино-машинного інтерфейсу, системи обліку ресурсів, програмувати промислові контролери і розробляти web-інтерфейс.

Для цього в інструментальну систему TRACE MODE вбудовані спеціалізовані редактори. Серед них:

- Редактор графічних мнемосхем;
- Редактор екранних панелей;
- Редактор програм на візуальному мовою FBD (стандарт МЕК 6-1131 / 3);
- Редактор програм на візуальному мовою SFC (стандарт МЕК 6-1131 / 3);
- Редактор програм на візуальному мовою LD (стандарт МЕК 6-1131 / 3);
- Редактор програм на процедурному мовою ST (стандарт МЕК 6-1131 / 3);
- Редактор програм на процедурному мовою IL (стандарт МЕК 6-1131 / 3);
- Редактор шаблонів документів;
- Будівник зв'язків з СУБД;
- Редактор паспортів обладнання (EAM);
- Редактор персоналу (HRM);
- Редактор матеріальних ресурсів (MES);

Виконавчі модулі TRACE MODE мають різні функції залежно від їх ролі в АСУ технічного процесу.

Основними виконавчими модулями програми є:

- Монітор реального часу - МРЧ;
- Монітор реального часу + - МРЧ +;
- Монітор реального часу + з сервером документування - ДокМРЧ +;
- DoubleForce МРЧ + - 2 МРЧ + з гарячим резервуванням;
- Монітор реального часу + з підтримкою GSM / GPRS - GSM МРВ +;
- Клієнтський модуль NetLink Light;
- Веб-сервер TRACE MODE - TRACE MODE DataCenter;
- Виконавчі модулі для промислових контролерів - MicroTRACEMODE;

Розглянемо принцип програмування алгоритмів керування в програмі.

Для реалізації складних алгоритмів обробки даних і керування в ТРЕЙС МОУД передбачені дві мови програмування - Техно FBD і Техно IL. Вони є розширенням відповідних мов міжнародного стандарту МЭК 1131-3.

Мова Техно FBD призначена для програмування алгоритмів у виді діаграм функціональних блоків. Розроблені на ньому програми можуть викликатися з процедур каналів.

Програми мовою Техно IL записуються у виді структурованого тексту.

Ця мова дозволяє створювати власні функціональні блоки для мови Техно FBD, а також писати метапрограми, що запускаються паралельно з перерахуванням бази каналів (рис.7.5).

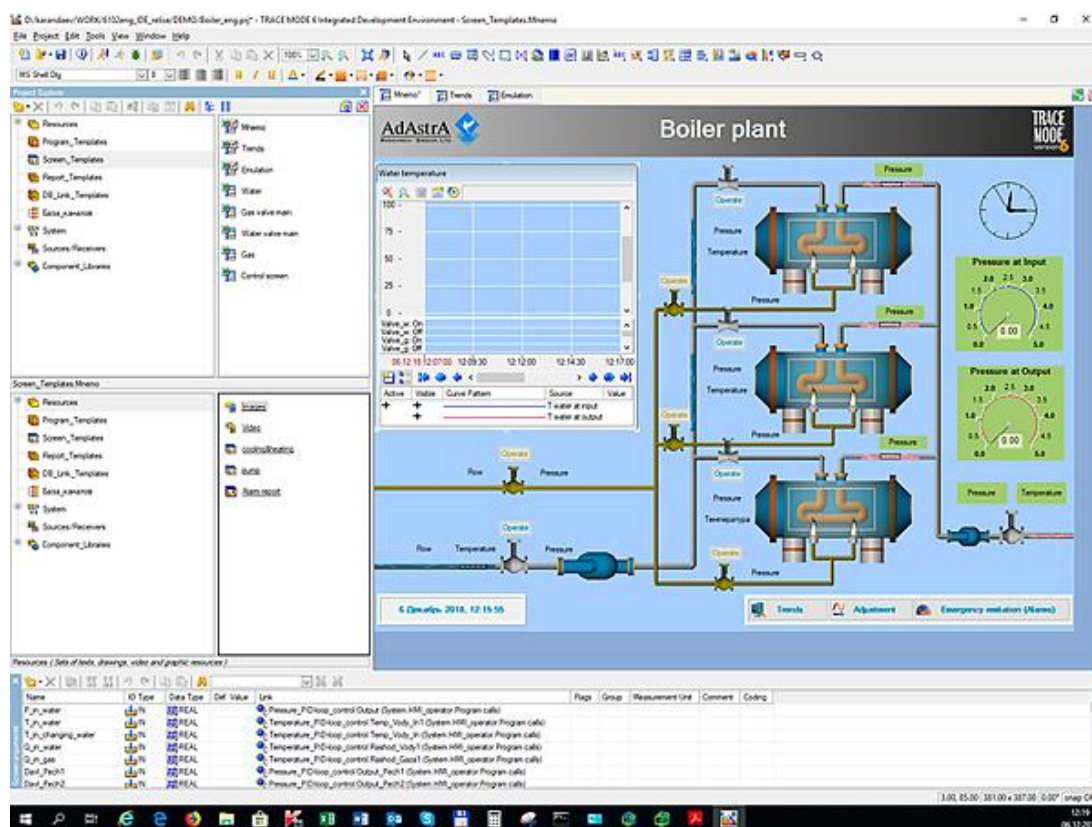


Рисунок 7.5 – Програма TRACE MODE

TRACE MODE також має деякі елементи для автоматизації виробництва :

- автоматизація управління активами підприємства та їх обслуговування (EAM);
- система управління виробництвом (MES).
- TRACE MODE SCADA/HMI можна використовувати для побудови систем керування практично будь-якої архітектури .

Далі розробимо графічну частину проекту в рамках редактора представлення даних TRACE MODE.

У цьому редакторі розробляється графічна частина проекту системи керування. При цьому створюється статичний малюнок технологічного об'єкта, а потім поверх нього розміщуються динамічні форми відображення і керування. Серед цих форм присутні такі, як:

- графіки,

- гістограми,
- кнопки,
- області введення значень і переходу до інших графічних фрагментів.

Крім стандартних форм відображення, TRACE MODE дозволяє вставляти в проекти графічні форми представлення даних керування, розроблені користувачами.

Для цього можна використовувати стандартний механізм Active-X.

Усі форми відображення інформації, керування й анімаційні ефекти зв'язуються з інформаційною структурою, розробленою в редакторі бази каналів.

Графічні бази вузлів проекту, створені в редакторі представлення даних, зберігаються у файлах з розширенням dbg.

Їхнє збереження здійснюється у відповідній директорії проектів.

Вхід у редактор представлення даних здійснюється або подвійним натисканням ЛК миші на відповідному ярлику в папці TRACE MODE, або запуском виконавчого модуля [28].

Розглянемо принципи роботи в інтегрованому середовищі розробки прототипу АСУ за допомогою ПЗ TRACE MODE 6.

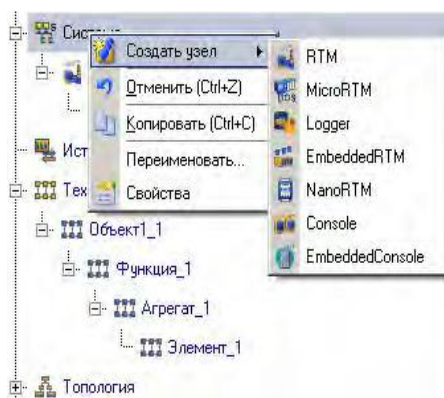


Рисунок 7.6 - Вид вкладки «Навігатор проекту», типи вузлів

У складі моделі, що проектується, можуть бути створені шаблони Екранів, Програм, електронних документів (рис. 7.7).

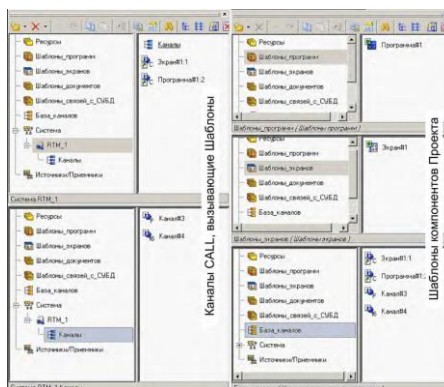


Рисунок 7.7- Вид вікна навігатора прототипу (шаблони компонентів показані праворуч, канали класу CALL викликають шаблони показані зліва)

На рисунку 7.8 зліва представлені компоненти: «Екран», «Програми» і два канали різних типів (FLOAT і HEX16).

Праворуч на рисунку видно, що в результаті додавання каналів в структуру прототипу, в його складі з'явилися шаблони компонентів «Програма», «Екран» і 4-х каналів.

Очевидно, що в шарі «База каналів» крім каналів, що викликають шаблони каналів класу FLOAT і HEX16, були створені канали класу CALL, які викликають шаблони компонентів «Програма» і «Екран». Цей факт підтверджує раніше описану особливість проектування ПО в ІС. Чіткий порядок нумерації каналів демонструє, в якій послідовності вони були створені.

Операторський інтерфейс системи представимо у вигляді рис. 7.8.

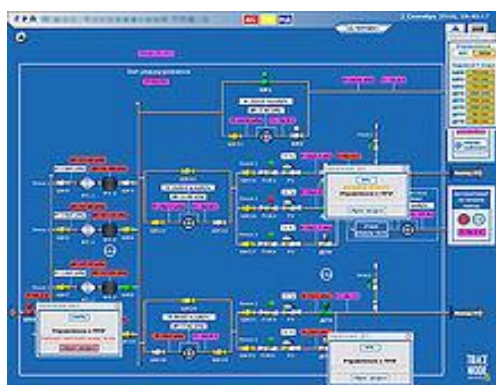


Рисунок 7.8 – Приклад операторського інтерфейсу TRACE MODE

TRACE MODE 6 дозволяє автоматично розробляти не тільки базу каналів і виконувати налаштування на ПЛК, але також автоматично проектувати графічний інтерфейс оператора та проводити підбір алгоритмів керування пристроями (рис. 7.9).

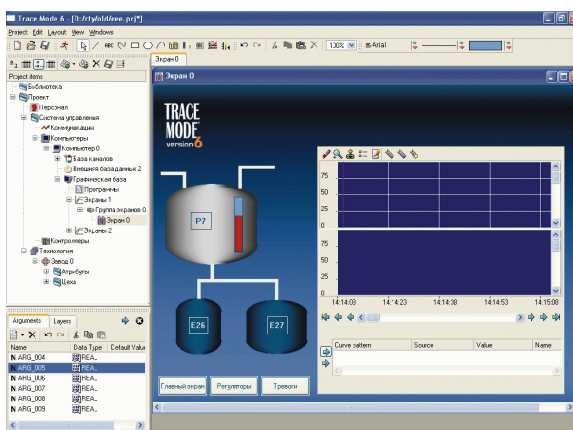


Рисунок 7.9 – Приклад підбору алгоритмів керування пристроями на базі TRACE MODE

SCADA TRACE MODE дозволяє повністю скористатися перевагами архітектури "клієнт-сервер", а саме економічністю, простотою створення, експлуатації та адміністрування. Клієнти TRACE MODE можна підключати до сервера як локально, і віддалено через Інтернет.

При цьому канал зв'язку можна зашифрувати, створюючи VPN. Як сервер використовуються будь-які MPB, а як клієнти - модулі NetLink Light.

APM оператора на основі клієнтського модуля NetLink Light підключається до серверів SCADA за будь-яким із інтерфейсів, що підтримуються в TRACE MODE:

локальна мережа TCP/IP;

Інтернет у т.ч. з VPN;

RS 232/485;

модем по виділеній лінії;

модем по комутованій лінії (телефонний номер);

мережу на основі GSM SMS.

Клієнт-серверні системи в TRACE MODE здатні виконувати такі операції:

- збір даних 24x7 з більш ніж 2812 ПЛК, лічильників та пристроїв через безкоштовні драйвери або OPC;
- забезпечити гаряче резервування сервера, і навіть систем збирання даних, архівів тощо. Докладніше див. Відмовостійкість та резервування.
- візуалізація інформації реального часу як на сервері, і на ПК клієнтах (SCADA/HMI);
- дистанційне операторське управління процесом як на сервері, так і на ПК клієнтах;
- виконання керуючих програм (як на сервері, так і на клієнтах) написаних 5-ма мовами стандарту MEK 6-1131/3, за розкладами, статистичними даними, або за допомогою рецептів;
- моніторинг та управління тривожними та попереджувальними повідомленнями (алармами) як на сервері, так і на клієнтах. Розсилка попереджень електронною поштою та SMS;
- ведення історії процесу у власній промисловій СУБД (як у основному, і на виділених серверах архіву);
- створення звітів (як на основному, так і на виділеному сервері документування)

Графічний клієнт SCADA TRACE MODE має повноцінний функціонал трендів, що дозволяє аналізувати історичну інформацію із сервера SCADA

забезпечення безпеки SCADA, що відповідає сучасним вимогам;

Для клієнт-серверних систем слід використовувати такі програмні продукти:

Сервери:

- МРВ (Монітор реального часу);
 - МРВ + (Монітор реального часу + з функцією ведення історії процесу у власній промисловій СУБД);
 - ДокМРВ+ (Монітор реального часу+ з функцією ведення історії процесу та генератором звітів);
 - GSM МРВ+ (Монітор реального часу+ з функцією ведення історії процесу та SMS-розсилками/управлінням)
 - OPC МРВ+ (Монітор реального часу+ з функцією ведення історії процесу та OPC-сервером для зв'язку з іншими SCADA)
 - DoubleForce МРВ+ для забезпечення гарячого резервування сервера.
- Micro TRACE MODE (у виняткових випадках).

У SCADA TRACE MODE підтримуються всі режими архітектури "клієнт-сервер", а саме:

- одиночного сервера (моносerverа);
- мультисerverів;
- резервованих serverів.

Причому додавання клієнтів у всіх режимах здійснюється однаково легко.

Відстеження стану сервера та перехід на робочий сервер у резервованій парі повністю автоматизовано та не вимагає від розробника додаткового програмування.

З одного клієнта можна отримати доступ до кількох serverів одночасно та вивести інтегровану інформацію на один екран.

При додаванні клієнтського ПК до сервера (МРВ) використовуються самі шаблони екранів, які були створені для сервера (МРВ), що значно спрощує створення клієнтських робочих місць. Графіка та логічні програми консолі NetLink Light 6 працюють незалежно від графіки операторського інтерфейсу та програм на серверах TRACE MODE та інших консолях.

У TRACE MODE 6 включені всі п'ять мов програмування міжнародного стандарту (Рис. 7.10).

1. Термометр опору IO-AI4-A02 (рис. 8.1).



Рисунок 8.1 - Термометр опору IO-AI4-A02

IO-AI4-A02 є розширенням вводу-виводу модуль, який можна використовувати разом зі спеціальними контролерами Unitronics OPLC. Модуль пропонує 4 12-розрядних аналогових входи; функціонує при 0-10В, 0-20мА, 4-20мА; і 2 12-розрядних аналогових виходи +знак; функціонує при ± 10 В, 0-20 мА, 4-20 мА.

Інтерфейс між модулем і OPLC забезпечується адаптером.

Модуль може кріпитися на застібках на DIN-рейку або закріплений на гвинтах монтажна пластина.

2. Перетворювач температури Siemens SITRANS TH-100 (рис. 8.2).



Рисунок 8.2 - Перетворювач температури Siemens SITRANS TH-100

Вимірювальний перетворювач SITRANS TH100 призначений для вимірювання сигналів термометра опору Pt100 у всіх галузях промисловості.

Завдяки своєму компактному розміру вони можуть монтуватися в сполучній головці типу В (DIN43729) або більшу.

Характеристики:

- Вхідний сигнал: вихідні дані з термометра опору РТ-100;
- Вихідний сигнал: 4-20 mA.
- Виконавчий механізм МЕО-16/10-0,25.

3. Електропривод типу МЕО-16/10-0,25-82 (рис. 8.3).



Рисунок 8.3 - Електропривод типу МЕО-16/10-0,25-82

Регулювання клапанами здійснюється електроприводами типу МЕО-16/10-0,25-82 (номінальний крутний момент 16 Нхм, номінальний час ходу валу 10 с, номінальний повний хід валу 0,25 об.)

4. Пускач безконтактний реверсивний ПБР-2М (рис.8.4).



Рисунок 8.4 - Пускач безконтактний реверсивний ПБР-2М

Разом з виконавчим механізмом використовуємо: Пускач безконтактний реверсивний. Вхідний сигнал постійного струму 24В. Максимальний комутований

струм 4А. клапан регулюючий. Номінальний діаметр: $D_y=40\text{мм}$, $P_y= 1.6 \text{ мПа}$, температура середовища до 220°C .

5. Перетворювач різниці тисків Samson 3730 (рис. 8.5).



Рисунок 8.5 - Перетворювач різниці тисків Samson 3730

Верхня межа вимірювання 160 кПа.

Вихідний сигнал $4\div 20 \text{ мА}$.

Основна допустима похибка $\delta=0,5\%$.

6. Перетворювач надлишкового тиску Resemans 2051 (рис. 8.6).



Рисунок 8.6 - Перетворювач надлишкового тиску Resemans 2051

Перенастроювання діапазону вимірювань: до 100:1 Протокол цифрового зв'язку: 4-20 мА HART, WirelessHART, FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS, 1-5 В HART з малою споживаною потужністю Діапазон вимірювань: до 689,47 бар з

робочим середовищем: нержавіюча сталь 316L, сплав С-276
 Диагностика: базова
 Сертифікація: функціональна безпека SIL 2/3, стандарти IEC 61508; NSF; NACE; вибухонебезпечні зони.

Опис контурів.

1 – контур регулювання температури прямої мережевої води

Температуру прямої і зворотної мережевої води та температуру зовнішнього повітря мірятимемо за допомогою термоперетворювача опору типу ТСМ-1088 (діапазон вимірювання від -50°C до 180°C ; клас допуску В).

2 – контур регулювання рівня конденсату у підігрівачі

Для вимірювання рівня конденсату використовуємо дифманометричний рівнемір, який містить у своєму складі: зрівноважувальну посудину модель 5424 (діапазон вимірювання ± 515 мм.; умовний тиск 16 МПа; діапазон температур вимірювального середовища до $+350^{\circ}\text{C}$.) та вимірювальний перетворювач різниці тисків типу Сафір М модель 2450 (верхня межа вимірювання 160 кПа; вихідний сигнал $4\div 20$ мА; основна допустима похибка $\delta=0,5\%$.). Для живлення тензорезисторного перетворювача тиску застосуємо блок живлення типу Сафір БП2-36-0,5-АС.

3 – контур регулювання тиску зворотної мережевої води.

Для вимірювання тиску зворотної мережевої води використаю перетворювач надлишкового тиску типу Сафір М модель 2150 (Верхня межа вимірювання 1,6 МПа; вихідний сигнал $4\div 20$ мА; основна допустима похибка $\delta=0,5\%$.).

4 – контур вимірювання тиску прямої мережевої води.

Для вимірювання тиску прямої мережевої води використаю перетворювач надлишкового тиску типу Сафір М модель 2150 (Верхня межа вимірювання 1,6 МПа; вихідний сигнал $4\div 20$ мА; основна допустима похибка $\delta=0,5\%$.).

Для реалізації даної системи автоматизації потрібно використати 5 аналогових входів, 4 аналогові виходи, 2 дискретні входи та 4 дискретні виходи, для чого використаєм блок вводу виводу V200-18-E2B та модуль розширення ІО-АІ4-А02.

Отож, використаєм комплектацію:

- центральний модуль V570;
- модуль вводу виводу V200-18-E2B;
- модуль розширення ІО-AI4-A02.

9. Охорона праці

Даний розділ присвячений ідентифікації потенційних небезпек, аналізу та оцінюванню ризиків, а також розробці заходів щодо підвищення виробничої безпеки під час професійної діяльності працівників, які задіяні на виробничому об'єкті, де проектується система автоматичного регулювання пароводяного підігрівача мережевої води.

Розділ розроблено відповідно до:

1. Закону України «Про охорону праці» від 16.10.2020р.
2. Кодексу законів про працю України від 25.10.2020р;
3. Постанови КМУ «Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці» від 28.10.2016р.
4. Наказу ДСНС України «Про загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників» від 25.01.2012 р.
5. Типової інструкції з охорони праці для ІТ - фахівців.

9.1. Постановка завдання

Об'єктом обстеження на предмет визначення небезпек та аналізу ризиків є виробниче підприємство «УКРВЕНТ». Компанія «УКРВЕНТ» - це талановита і

висококваліфікована команда професіоналів, що спеціалізується на виготовленні вентиляторів різної потужності та направленості. На сьогоднішній день компанія виготовляє та обслуговує малі та середні підприємства по всьому світу.

В даний час компанія має офіс, розташований на території України в Києві.

Метою проведення даного аналізу є визначення небезпек, аналізу можливих ризиків та аварій, а також та їх наслідків на підприємстві, з урахуванням впровадження процесу автоматизації пароводяного підігрівача мережевої води в системі опалення виробничих приміщень. Слід враховувати наступні чинники:

- умови праці на підприємстві;
- значення параметрів виробничої діяльності підприємства;
- конструкційні особливості, фактичного стану устаткування об'єкту обстеження, умови його експлуатації;
- технічні і організаційні можливостей в цілому по запобіганню переходу аварійної ситуації в аварію і локалізації наслідків аварії, що відбулася.

Аналіз був проведений на підставі даних, одержаних при вивченні законодавчо-нормативної документації, що регламентує вимоги безпеки, а також проектної і експлуатаційно-технічної документації, наданої керівництвом компанії ТОВ «ВП «УКРВЕНТ».

9.2. Аналізування ризику

При великих масштабах виробництва зростає ймовірність і ступінь небезпеки виникнення вибухів і пожеж на підприємстві. Аналіз статистичних даних по багатьох країнах світу показує, що розміри щорічних матеріальних збитків від пожеж і вибухів у всіх технічно розвинених країнах мають тенденцію до неухильного зростання. У зв'язку з цим зростають масштаби матеріальних втрат у разі виникнення надзвичайних подій, таких як вибухи або пожежі. Тому проведення аналізу можливих ризиків на підприємстві ТОВ «ВП «УКРВЕНТ» є важливим інструментом для попередження або зменшення ймовірності аварійних

ситуацій. Оцінка ризиків передбачає збір, дослідження та обробку інформації про потенційні загрози, що існують на об'єкті. Вона дозволяє сформувати вхідні дані для подальшої оцінки загального рівня ризику, підтримує процес прийняття управлінських рішень стосовно необхідності реагування, а також сприяє вибору найбільш ефективних методів і стратегій управління ризиками в межах ТОВ «ВП «УКРВЕНТ». Під час аналізу враховується як ймовірність виникнення небезпечних подій, так і потенційні наслідки з урахуванням діючих заходів безпеки. Отримані показники використовуються для кількісної та якісної оцінки рівня ризику.

Нижче представлено структурований список можливих загроз та джерел небезпеки на виробництві підприємства «УКРВЕНТ».

Таблиця 9.1

Структурований перелік потенційних небезпек та джерел ризику на підприємстві «УКРВЕНТ»

№ з/п	Найменування потенційної небезпеки	Джерело
1. Потенційні небезпеки та джерела ризику при нормальному режимі функціонування об'єкту		
1.1	Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони	На робочому місці працівників (шкідливий пил від кулерів вентиляційного обладнання)
1.2	Підвищена або знижена температура повітря робочої зони	Обслуговування криогенного обладнання, системи вентиляції, системи опалення приміщень
1.3.	Підвищена або знижена вологість повітря робочої зони	Тепловиділення від пароводяних котлів
1.4	Підвищений рівень статичної електрики, що досягає небезпечних рівнів	Під час перепаду температур на робочому місці
1.5	Відсутність або нестача природного світла у світлий час доби	Вимоги до облаштування робочого місця працівника
1.6	Підвищена яскравість світла, що характеризує зорову роботу	Поява конденсату при неправильній експлуатації обладнання
1.7	Знижена контрастність, що характеризує зорову роботу	Неправильна пристроїв
1.8	Фізичне перевантаження:	

1.8.1	надмірне статичне перевантаження: - тривала багатогодинна (8 годин і більше) праця в одноманітному напруженому положенні; - мала рухова активність при значних локальних динамічних навантаженнях кістково-м'язового апарату кистей рук.	Умови праці на робочому місці працівника
1.8.2	Нервово-психічні перевантаження, що супроводжують трудову діяльність: - часте прийняття відповідальних рішень в умовах дефіциту часу; - безпосередній контакт із людьми різних типів темпераменту; - навантаження на елементи зорової системи; - монотонність праці.	Праця робітників пов'язана з підвищеним рівнем ризику через можливість виходу пару
2. Потенційні небезпеки та джерела ризиків умовах виникнення надзвичайної ситуації		
2.1 Надзвичайні ситуації техногенного характеру		
2.1.1	Пожежа у будівлі чи комунікаціях	Вихід з ладу пристроїв електроживлення
2.1.2	Вибух у будівлі чи комунікаціях	Під час пожежі обладнання
2.2 Надзвичайні ситуації соціального характеру		
2.2.1	Вчинення психічного впливу на людину (мобінг, булінг, шантаж)	Тиск з боку керівництва або колективу
2.2.2	Вчинення фізичного впливу на людину (нанесення побоїв)	Тиск з боку керівництва або колективу

9.3. Оцінювання ризику

В Україні для оцінювання рівня ризиків та оформлення декларації безпеки об'єктів із підвищеним рівнем небезпеки застосовується спеціально розроблена методика. Йдеться про «Методику визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки», затверджену наказом Міністерства праці та соціальної політики України №637 від 04.12.2002 р. Ця методика охоплює такі етапи: ідентифікація джерел небезпеки, аналіз обставин, за яких можуть виникати аварійні ситуації, оцінка ймовірності їх реалізації, а також аналіз можливих наслідків та визначення рівня ризику для кожного випадку. Для визначення ймовірності виникнення небажаного інциденту в умовах дії кількох джерел небезпеки на конкретному об'єкті застосовується така формула (відповідно до табл. 3.1):

$$P_d = 1 - \prod (1 - P_i)$$

де i – номер фактора ризику,

P_i – ймовірність реалізації окремої небезпеки.

Для розрахунку значень ймовірності конкретної небезпеки використовується шкала оцінювання, наведена в табл. 9.2.

Таблиця 9.2

Аналізування джерел небезпеки компанії «УКРВЕНТ»

№ з/п	Найменування потенційної небезпеки	P_a	Q	R
1	Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони	5	1	5
2	Підвищена або знижена температура повітря робочої зони	7	5	35
3	Підвищена або знижена вологість повітря робочої зони	7	5	35
4	Підвищений рівень статичної електрики, що досягає небезпечних рівнів	8	2	16
5	Відсутність або нестача природного світла у світлий час доби	8	1	8
6	Підвищена яскравість світла, що характеризує зорову роботу	7	3	21
7	Знижена контрастність, що характеризує зорову роботу	7	2	14
8	Фізичне перевантаження:			
8.1	надмірне статичне перевантаження: - тривала багатогодинна (8 годин і більше) праця в одноманітному напруженому положенні; - мала рухова активність при значних локальних динамічних навантаженнях кістково-м'язового апарату кистей рук.	8	2	16
8.2	Нервово-психічні перевантаження, що супроводжують трудову діяльність: - часте прийняття відповідальних рішень в умовах дефіциту часу; - безпосередній контакт із людьми різних типів темпераменту; - навантаження на елементи зорової системи; - монотонність праці.	8	3	24
9	Пожежа у будівлі чи комунікаціях	7	9	63

10	Вибух у будівлі чи комунікаціях	5	10	50
11	Вчинення психічного впливу на людину (мобінг, булінг, шантаж)	6	2	12
12	Вчинення фізичного впливу на людину (нанесення побоїв)	6	3	18

Таким чином, на основі результатів аналізу небезпек на підприємстві ТОВ «УКРВЕНТ», проведеного відповідно до розрахунків у таблиці 9.2, можна зробити висновок, що серед найбільш ймовірних і критичних загроз виділяються наступні:

- виникнення пожежі в межах будівлі або в інженерних мережах;
- можливість вибуху у виробничих або комунікаційних приміщеннях;
- несприятливі температурні умови у робочій зоні, зокрема значне підвищення або зниження температури повітря.

9.4. Обробляння ризику компанії «УКРВЕНТ»

Важливим напрямом стосовно визначення професійної придатності фахівців з інформаційних технологій є проведення психофізіологічної експертизи відповідно до 5 статті Закону України «Про охорону праці».

Робота з автоматизованими системами на підприємствах характеризується певним психофізіологічними перенавантаженнями, втому зорового аналізатора, гіпокінезією, відсутність диференційованих норм праці при роботі з новою комп'ютерною технікою в залежності від віку, статі, категорії зорової роботи, режимів праці і відпочинку (протягом робочого дня, тижня, щорічного режиму відпусток).

Все це потребує розробки нових нормативно-правових актів з регламентації праці та відпочинку фахівців і стандартів підприємств, центрів комп'ютерної техніки, центрів інформаційних технологій, сучасних комп'ютерних класів.

Особлива роль з точки зору збереження та відновлення здоров'я працюючих в галузі автоматизації належить попереднім та періодичним наглядам з подальшої психофізіологічної експертизи і встановленням професійної придатності при

роботі з комп'ютерами нового покоління, який супроводжується виникненням певних факторів професійного ризику електротравматизму при їх ремонті та обслуговуванні. В цьому зв'язку необхідне запровадження експертизи на предмет безпечної експлуатації ПЕОМ, тобто офіційне підтвердження фактичних параметрів електробезпеки, їх відповідності вимогам нормативної документації фахівців, які проводять таку експертизу повинні пройти навчання і перевірку знань відповідно до вимог ДНАОП 0.00-8.20-99. За результатами експертизи повинні прийматися рішення про відповідність ПЕОМ нормам безпеки, терміни чергової експертизи, оформлюються протоколи вимірювань і випробувань, проведені у разі потреби розрахунки та експертний висновок.

Для підвищення розумової працездатності то зорової роботи повинна здійснюватися ергономічна оптимізація в рамках системи «оператор-термінал», яка сприятиме результативній фізичній та інтелектуальній працездатності і відновленню психосоматичного здоров'я фахівців.

Заслуговує на увагу зарубіжний досвід створення у приміщеннях та в зоні їх розміщення на територіях підприємств спеціальних візуальних комфортних умов та забезпечення вимог виробничої естетики, дотримання норм рівнів виробничого шуму та акустичної тиші за межами виробництва. Також дуже важливим є використання в офісних приміщеннях та кабінетах психофізіологічного розвантаження функціональної музики, яка сприяє попередженню перевтоми і підтриманню необхідного рівня розумової працездатності фахівців комп'ютерної галузі.

В цьому напрямі заслуговує на увагу створення при великих центрах інформаційних технологій кімнат (кабінетів) психофізіологічного розвантаження працівників галузі (на 5 місць).

Зарубіжний досвід охорони праці при використанні новітніх інформаційних технологій та сучасного комп'ютерного обладнання передбачає з метою попередження наслідків монотонної праці, підвищення рівня рухової активності і покращення розумової працездатності робітників під час технологічних перерв

участь у спеціальних облаштованих приміщеннях необхідним спортивним інвентарем та різними тренажерами відповідних фізичних вправ, індивідуальних тренінгових завдань відповідно до віку, статі та категорії зорової роботи. Такий підхід дозволяє зняти надлишкове психофізіологічне перевантаження, підвищити працездатність центральної нервової системи, попередити перевтому зорового аналізатора. Показана ефективність проведення різноманітних за своєю спрямованістю вправ робітників цієї галузі (приблизно на 5-30%).

Всі наведені заходи щодо вдосконалення охорони праці робітників в галузі автоматизації повинні контролюватися службою охорони праці та комісією з охорони праці виробничого підприємства «УКРВЕНТ».

Особливе значення у соціальному захисті цієї категорії працівників належить прийняття комплексного договору, який може забезпечити фахівців додатковими пільгами та компенсаціями.

9.5. Висновки

Аналіз умов праці на виробничому підприємстві «УКРВЕНТ» свідчить про наявність та можливий вплив наступних шкідливих та небезпечних чинників: шуму; несприятливого мікроклімату (тепловиділення, високі температури при нагріві виробничого обладнання (парові підігрівачі, котли, вентилятори, станки) та низькі – при проведенні ремонтних робіт та обслуговування систем опалення та криогенного обладнання квантових комп'ютерів; іонізуючі і неіонізуючі випромінювання (рентгенівське, інфрачервоне, електромагнітне ВЧ і СВЧ діапазону, статичної електрики); недостатнє штучне та природне освітлення; візуальні фактори: надмірна яскравість, контрастність, мерехтіння зображення, відблиски тощо. Враховуючи, що для забезпечення роботи квантових комп'ютерів потрібна напруга понад 1000В, проведення з ними роботи потребує відповідних заходів електробезпеки та здійснення психофізіологічної експертизи.

Для підвищення ефективності системи управління охорони праці (СУОП) виробничого підприємства «УКРВЕНТ» дуже важлива роль належить формуванню

і розвитку інформаційної культури фахівців компанії, яка впливає на удосконалення інформаційного контуру сучасних підприємств, дозволяє створювати надійні прогнози щодо стану умов праці, показників здоров'я та працездатності, виробничого травматизму і професійної захворюваності, визначати політику розвитку підприємств, установ та організацій на основі різноманітних стратегій охорони праці (інноваційні, маркетингові, інвестиційні, фінансові, технологічні, диверсифікаційні). Поряд з інформаційною культурою важливо використовувати в рамках СУОП «трикутник» її складових: правову (8,1 за 10-бальною шкалою), організаційну (8,0), управлінську (7,5).

З метою вдосконалення охорони праці фахівців з сучасних інформаційних технології розроблені системні заходи з правової оптимізації, соціального захисту працівників, діагностики їх професійної придатності, необхідності обґрунтування диференційованих норм праці при роботі з новою комп'ютерною технікою в залежності від віку, статі, категорії зорової роботи, режимів праці та відпочинку (протягом робочого дня, тижня, щорічного режиму відпустки).

Для підвищення ефективності розумової працездатності та зорової роботи повинне здійснюватися ергономічна оптимізація в рамках системи «оператор-термінал», яка сприятиме результативній фізичній та інтелектуальній працездатності і відновленню психосоматичного здоров'я фахівця в галузі автоматизації. В цьому напрямі заслуговує на увагу створення при великих центрах інформаційних технологій кімнат (кабінетів) психофізіологічного розвантаження (на 5 місць). Заслуговує на увагу зарубіжний досвід створення у приміщеннях та в зоні їх розміщення на територіях підприємств спеціальних візуальних комфортних умов та забезпечення вимог виробничої естетики, дотримання норм рівнів виробничого шуму та акустичної тиші за межами офісу.

Також дуже важливим є використання в офісних приміщеннях та кабінетах психофізіологічного розвантаження функціональної музики, яка сприяє попередженню перевтоми і підтриманню необхідного рівня розумової працездатності фахівців комп'ютерної галузі. Все це сприяє підвищенню

ефективності роботи з новою комп'ютерною технікою приблизно на 10-15% у порівнянні з традиційною моделлю охорони праці фахівців з ІІТ. Пропозиції та заходи щодо удосконалення охорони праці фахівців з сучасних інформаційних технологій запроваджено на підприємстві «УКРВЕНТ», розроблено інструкцію з охорони праці при роботі з обладнанням підвищеної небезпеки.

10. Економічна доцільність спроектованої системи автоматизації

10.1. Конкурентні переваги системи автоматизації

Наразі бізнес зацікавлений у впровадженні сучасних ІІТ у власну виробничу діяльність, тому активно використовує засоби автоматизації виробничих процесів, які виключають помилки, пов'язані з людським фактором. Водночас АСУ ТП дозволяє підвищити продуктивність виробничого обладнання підприємства в цілому та звільнити працівників від монотонної праці.

Наразі застосування у діяльності підприємств сучасних МК та ПД-регуляторів покращує точність управління ТП, призводить до стабілізації основних технологічних параметрів.

Удосконалення процесу регулювання пароводяного підігрівача мережевої води в системі опалення виробничих приміщень компанії «УКРВЕНТ» сприятиме росту управлінських процесів на підприємстві, а також також призведе до полегшення обслуговування технологічного обладнання. Водночас реалізація технології зменшить рівень впливу небезпечних факторів на робітників ТОВ «ВП «УКРВЕНТ».

10.2. Фінансова складова проекту

У даній роботі було поставлено завдання підвищити економічну ефективність процесу автоматизації пароводяного підігрівача мережевої води за допомогою контролера Vision V570.

При введенні в експлуатацію АСУ ТП опалення економічний ефект досягається за рахунок:

- росту нагрівальної потужності пароводяного підігрівача;
- зниженням кількості обслуговуючого персоналу;
- зменшенням витрат на електроенергію.

Для розрахунку витрат та реалізації АСУ ТП опалення на базі контролеру Vision V570 розробимо кошториси на придбання, а також витрати на реалізацію проекту.

Вартість монтажних робіт складається з витрат на матеріали, енергію, заробітну плату. Транспортні витрати становитимуть 25% від вартості КВПіА.

Таблиця 10.1

Кошторис витрат на придбання обладнання для впровадження процесу автоматизації ТОВ «ВП «УКРВЕНТ»

№	Тип приладу	Назва приладу	Кількість	Загальна вартість, грн
1	2	3	4	5
1	Термоперетворювач опору	Ю-АІ4-А02	6	1500
2	Перетворювач температури	Siemens SITRANS TH-100	10	40000
3	Виконавчий механізм	МЕО-16/10-0,25	2	7000
4	Пускач безконтактний реверсивний	ПБР-2М	4	1500
5	Перетворювач різниці тисків	Samson 3730	6	1800
	Центральний модуль	V570	1	1000
6	Перетворювач надлишкового тиску	Resemans 2051	6	1400
7	ПЛК	МІК-51Н	4	55000
8	Блок живлення	БП-30-1к-24	1	1000
9	Всього			110 200,00

Вартість монтажних робіт становитиме:

$$110\,200,00 \times 0,45 = 49\,590,00 \text{ грн.}$$

Транспортні витрати складуть:

$$110\,200,00 \times 0,25 = 27\,550,00 \text{ грн.}$$

Отже, кошторис витрат на автоматизацію складе:

$$K = 110\,200,00 + 49\,590,00 + 27\,550,00 = 187\,340,00 \text{ грн.}$$

З них амортизаційні витрати складуть:

$$187\,340,00 \times 40\% = 74\,936,00 \text{ грн.}$$

Розрахунок річного економічного ефекту і терміну окупності:

1. Річний економічний ефект визначатимемо за формулою:

$$E_p = E_{\text{заг}} - K \times E_n = 400\,000,00 - 222\,000,00 = 178\,000,00 \text{ грн.}$$

Де $E_{\text{заг}}$ - загальна умовно-річна економія за рахунок різноманітних джерел.

K – капітальні витрати на автоматизацію.

E_n – коефіцієнт ефективності ($E_n = 0,15$).

2. Термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = K/E_{\text{заг}} = 187\,340,00/164\,000,00 = 1,14 \text{ (роки).}$$

3. Коефіцієнт економічної ефективності:

$$E = 1/T_{\text{ок}} = 2/1,14 = 1,7$$

Таблиця 10.2

Основні техніко-економічні показники

№	Показник	Одиниці	Величина
1	2	3	4
1	Витрати на автоматизацію	Грн.	187 340, 00
2	Чисельність робітників в день (3 зміни)	Чол.	3
3	Середньорічна заробітна плата	Грн.	7350, 00
4	Річний економічний ефект	Грн.	178 000,00
5	Термін окупності	Роки	1,14
6	Коефіцієнт економічної ефективності	—	1,7

10.3. Висновок

В результаті впровадження АСУ ТП буде досягнуто економічний ефект за рахунок підвищення якості обладнання, зменшення витрат на опалення та кількості обслуговуючого персоналу. Термін окупності складає 1,4 років, а коефіцієнт ефективності 1,7. Тому робимо висновок, що даний проект автоматизації пароводяного підігрівача мережевої води в системі опалення виробничих приміщень на базі контролера Vision V570 є економічно доцільним та має перспективи у своїй подальшій реалізації. Звичайно, проведений аналіз не враховує всіх ризиків та факторів, таких як специфіка оподаткування у країні ведення бізнесу, проте навіть наявних досліджень достатньо, щоб прогнозувати комерційний успіх продукту та його окупність.

ВИСНОВКИ

1. Інформаційна система (ІС) – це взаємопов’язаний набір компонентів, що використовуються для збору, зберігання, обробки та передачі даних і цифрової інформації. По суті, це сукупність апаратного та програмного забезпечення, даних, людей та процесів, які працюють разом для перетворення необроблених даних на корисну інформацію. ІС підтримує

різноманітні бізнес-цілі, такі як покращення обслуговування клієнтів або підвищення операційної ефективності.

2. Автоматизована система управління пароводяним підігрівачем мережевої води в системі опалення виробничих приміщень ТОВ «ВП «УКРВЕНТ» призначена для централізованого збору та обробки даних і видачі керуючих впливів на виконавчі механізми відповідно до заданого алгоритму нормальної експлуатації, запобігання аварій і забезпечення високої ефективності. Розробка АСУ має проектуватись з урахуванням структури виробництва у відповідності до його структур (об'єкт, будівля, поверх). В такій ситуації враховується місце знаходження вузлів АСУ в структурі компанії, всередині будівель та приміщень.

3. Надалі структура вузлів системи автоматизації може переноситись до структури вузлів АСУ. Для забезпечення ефективної та безпечної роботи теплового пункту необхідна система автоматичного керування, яка підтримуватиме параметри, що підлягають регулюванню, на заданому оператором рівні. Необхідною умовою побудови автоматизованих систем, які ефективно керують будь-яким технологічним процесом, є розуміння динамічних властивостей об'єкта. Для цього розробляються відповідні математичні моделі, що відображають динаміку поведінки системи та взаємозв'язки між окремими її частинами. Однак створення такої моделі у виключно аналітичному вигляді дуже затратне з огляду на витрачені час та зусилля, і при цьому сповнене припущень для спрощення процедур математичного розрахунку. Тому, щоб більш ефективно організувати роботу над створенням систем автоматичного керування, вдаються до симбіозу аналітичних знань та практичного експерименту. Такий підхід дає готовий для використання на даному об'єкті набір інженерно-математичних інструментів. Найсучаснішою стратегією в автоматизації підприємств є інтелектуальна автоматизація. Вона передбачає використання інструментів на базі штучного інтелекту для оптимізації складніших завдань. Ви також можете використовувати її для процесів, які не можете стандартизувати через їхню непередбачуваність або відсутність структури, оскільки штучний інтелект може з ними впоратися.

Отже, в БКР було здійснене програмування системи автоматизації випарного апарату контролером VisionV570. Реалізовано алгоритм роботи системи управління за допомогою мікропроцесорних засобів автоматизації.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Александреску О. В. Сучасне проектування на C++. / О. В. Александреску – Вільямс, 2014. – 336 с.
2. Антонюк В. С. Методологія наукових досліджень: [Текст] : навч. посіб./ В.С. Антонюк, Л. Г. Полонський, В. І. Аверченков, Ю. А. Малахов. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 286 с.

3. Антонюк В. С., Вислоух С. П., Аверченков В. І. Автоматизоване проектування технологічних процесів. Київ УМК ВО, 1989 – 116 с.
4. Антонюк В. С., Вислоух С. П., Катрук О. В. Класифікація і розпізнавання образів при автоматизованому проектуванні технологічних процесів. // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ–Київ, Вип. №23, 2008. – С. 176–182.
5. Вислоух С. П. Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва : монографія / С. П. Вислоух. – К. : НТУУ «КПІ», 2011. – 488 с.
6. Вороновський Г. К., Махотило К. В., Петрашев С. Н., Сергєєв С. А. Генетичні алгоритми, штучні нейронні мережі і проблеми віртуальної реальності. – Заповне. – Х.: ОСНОВА, 1997. – С. 100-112.
7. Глушков В. М., Амосов М. М., Артеменко І. О. Енциклопедія кібернетики. Том 2. Київ, – 1974. – С. 33-54.
8. Інтернет-ресурс. Samson Controls. – [Режим доступу]. – <https://www.samsoncontrols.com/product/3730-0-electro-pneumatic-positioner>.
9. Інтернет-ресурс. Siemens. – [Режим доступу]. – https://www.siemens-pro.ru/docs/kip/Pressure/Sitrans_P500/Rukovodstvo_po_servisu_Sitrans__P500__HART.pdf.
10. Інтернет-ресурс. Vision V570. – [Режим доступу]. – <https://www.unitronicsplc.com/vision-series-vision570>.
11. Інтернет-ресурс. VisiLogic. – [Режим доступу]. – <https://www.Unitronicsplc.com/software-visilogic-for-programmable-controllers>.
12. Інтернет-ресурс. ПІД-регулятор. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/PID_controller.
13. Інтернет-ресурс. Design and Implementation of Boiler Automation System Using PLC. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/338072137_Design_and_Implementation_of_Boiler_Automation_System_Using_PLC.

14. Інтернет-ресурс. Design and Implementation of Boiler Automation System Using PLC. Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8934793>.
15. Соколов В. Ю. Інформаційні системи і технології: Навчальний посібник – Київ ДУІКТ. - 2010. – С. 33-49.
16. Інтернет-ресурс. Development of automatic boiler control systems. Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667017702935>.
17. Інтернет-ресурс. Instruments and Solutions for Automatic Boiler Control. Режим доступу: <https://control.com/technical-articles/instruments-and-solutions-for-automatic-boiler-control/>.
18. Інтернет-ресурс. Vision 570™ Programmable Logic Controller. Режим доступу: <https://www.unitronics-cannabis.com/plchmi/programmable-controllers-vision-series/vision-series-vision570/>.
19. Тарасов О. В., Федько В. В. Клієнт-серверні технології СУБД Oracle. Мова SQL Oracle. Навчальний посібник для самостійної підготовки студентів з навчальної дисципліни «Організація баз даних та знань». Харків: Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 384 с.
20. Ясницький Л. Н. Введення в штучний інтелект. - 1-е. – Видавничий центр «Академия», 2005. - С. 170-176.
21. Moghaddam B. and Pentland A. «Probabilistic Visual Reconition for Object Recognition», Trans. IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence, July 1997. – P. 696–710.

ДОДАТКИ

Додаток А

Програмний код АСУ пароводяного підігрівача мережевої води в системі опалення виробничих приміщень

program
{Визначення аргументів}
{Список команд}
end_program