

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини (ілюстративний матеріал – слайди).

Об'єм графічної частини кваліфікаційної роботи становить 12 слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає 70 друкованих сторінок формату А4 (210×297).

Кваліфікаційна робота складається з чотирьох розділів, в яких нараховується 20 рисунків та 4 таблиць з даними. В роботі використано 9 літературних джерел.

Метою даної кваліфікаційної роботи було проектування автоматизованої системи керування вентиляцією та кондиціонуванням повітря у виробничих цехах.

Ключові слова: ВЕНТИЛЯЦІЯ, КОНДИЦІОНУВАННЯ, КОНТРОЛЕР, ДАВАЧ, АЛГОРИТМ.

## ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА .....	9
1.1. Аналіз відомих технічних рішень з питань автоматизації систем кондиціонування і вентиляції .....	9
1.2. Використання нечіткої логіки в системах управління вентиляційним обладнанням .....	15
1.3. Обґрунтування актуальності автоматизації систем кондиціонування та вентиляції повітря.....	20
2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА .....	22
2.1. Аналіз систем кондиціонування та вентиляції .....	22
2.2. Розрахунок елементів систем кондиціонування та вентиляції ....	25
2.3. Опис роботи системи кондиціонування та вентиляції повітря....	29
2.4. Будова та принцип роботи центрального кондиціонера.....	30
2.5. Принцип роботи системи водяної нагріву .....	32
2.6. Принцип роботи фреонової системи охолодження.....	34
2.7. Обґрунтування необхідності контролю основних технологічних параметрів .....	37
2.8. Розробка та опис компоновки автоматизованої системи управління вентиляцією .....	39
2.9. Розробка схеми автоматики та підбір датчиків і виконавчих механізмів .....	43
2.10. Обґрунтування вибору і характеристики керуючого контролера .....	47
2.11. Розробка та розрахунок принципових схем з'єднань .....	50
2.12. Розробка та розрахунок принципових електричних схем живлення .....	54
2.13. Опис щита керування .....	58

3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	60
3.1.Огляд інтерфейсу контролера Corrigo L-10 .....	60
3.2.Конфігурування і встановлення необхідних параметрів контролера .....	61
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ .....	65
Висновки .....	69
Перелік посилань.....	70

## ВСТУП

Значна популярність в наш час впровадження систем вентиляції і кондиціонування повітря є не лише вплив вимогам часу, але й в основному і необхідністю. Системи вентиляції і кондиціонування повітря використовують в різного типу приміщеннях, окрема в житлових будинках, приміщеннями з підвищеними вимогами до кліматичних параметрів (температури, вологості).

З метою оптимізації керування системою вентиляції і кондиціонування повітря необхідно автоматизувати даний процес, це дасть можливість забезпечити в приміщенні необхідні кліматичні умови, гарантувати постійні параметри повітря, і при бажанні, можливість їх налаштування в певний час і в необхідному діапазоні.

Впровадження комплексної автоматизації систем вентиляції і кондиціонування повітря дозволить:

- суттєво скоротити експлуатаційні витрати і зменшити споживання електроенергії;
- проводити моніторинг роботи системи вентиляції і кондиціонування повітря під час її експлуатації;
- здійснити захист певних механізмів системи вентиляції і кондиціонування повітря від поломок і аварій.

# 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Аналіз відомих технічних рішень з питань автоматизації систем кондиціонування і вентиляції

Для забезпечення управління системами кондиціонування і вентиляції повітря використовуються програмовані логічні мікроконтролери, що являють собою міні-ЕОМ, і береженими програми роботи пристрою.

В останній час дуже широко для управління технологічним обладнанням використовуються контролери, що працюють за алгоритмом "нечіткої логіки". Принцип нечіткої логіки базується на використанні не певних значень параметрів, а нечітких понять типу "холодно", "пекуче", "комфортно" і т.д. На противагу від традиційної булевої логіки, що використовується в стандартних мікроконтролерах, нечітка логіка не потребує конкретних формулювань закономірностей, а допускає інший підхід, при якому використовується певний набір закономірностей.

Нечіткі числа, що отримують в результаті "не зовсім точних вимірів", переважно відповідають елементам теорії ймовірностей. При збільшенні точності вимірювань нечітка логіка стає близькою до булевої. На противагу теорії ймовірностей "нечіткий метод" сприяє різкому скороченні обсягу створених обчислень, що, у свою чергу, призводить до підвищення швидкодії процесорів.

Існують контролери, які призначені для виконання лише визначених задач. Наприклад, керування побутовими приладами, ліфтами, світлофорами, системами вентиляції тощо. В таких контролерах програма формується і записується на заводі-виробнику, а користувач через пристрій вводу вносить вихідні дані.

Наприклад, в автоматичній пральній машині можна вказати тип тканини, яку необхідно випрати, масу, степінь забруднення, а контролер з різних

алгоритмів обробки визначить оптимальний. Тут чи користувач чи фахівець сервісної служби не можуть змінити алгоритм роботи машини. Дані контролери називають жорстко програмованими.

У пам'яті перепрограмованих контролерів є набір оптимізованих функцій, проте вони не об'єднані між собою будь-якими зв'язками. Користувач (програміст) може на власний розсуд обирати потрібні елементи і формувати їх по створеним ним самим алгоритмам. Такі контролери можна застосовувати для розв'язання задач керування в певних технологічних процесах з будь-якими алгоритмами.

Прикладом контролера з жорстким програмуванням є контролер ТРМ-2, що забезпечує регулювання температури. Контролер має два входи для датчиків температури. Сигнали від датчиків температури за допомогою аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) кодуються і надходять на цифровий фільтр. У цифровому фільтрі здійснюється аналіз кожних 3 вимірів. У випадку коли один із трьох вимірів значно відрізняється від інших, він не враховується. Далі сигнал потрапляє у логічний пристрій, де з нього формується сигнал керування (цифровий чи аналоговий).

Існують контролери для управління об'єктами на єдиній елементній базі. Запустивши в контролері програму, можна виконувати управління різними технологічними об'єктами.

Контролери серії MicroNet являють собою перепрограмовані пристрої, що використовуються для управління установками кондиціонування і вентиляції повітря, засобами централізованого теплопостачання об'єктів та холодильними системами.

Контролер MN-300 містить 8 входів і 7 виходів; MN -440 містить по 6 входів і виходів; MN-620 містить 20 входів і 8 виходів. Один контролер має можливість управляти декількома об'єктами, декілька контролерів можна об'єднувати в промислову мережу.

Логічна система контролера виконує логічні та математичні дії, у тому числі ПІД-регулювання. Застосовуючи програмні модулі можна реалізувати будь-який алгоритм управління об'єктом (рисунок 1.1).

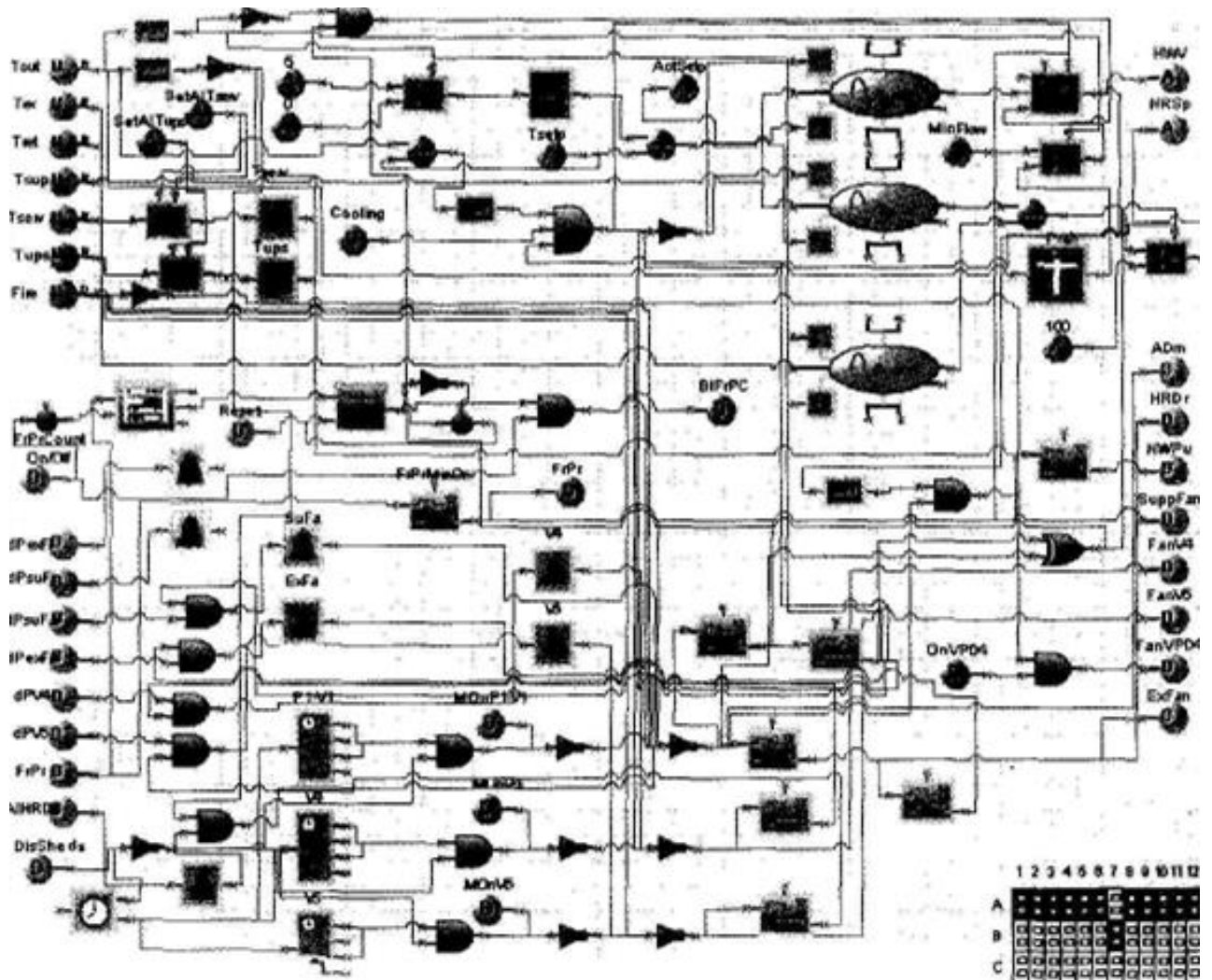


Рисунок 1.1 Проектування на комп'ютері автоматичного управління системою вентиляції і кондиціонування повітря

Функціональні модулі розміщуються в прикладній програмі — інструментальному середовищі програмування — у вигляді мнемосхеми і об'єднуються між собою зв'язками. Також деякі об'єкти володіють певним набором властивостей, які можна змінювати.

Існує сенсорний дисплей MN-Touch, за допомогою якого можна редагувати налаштування контролера та запускати програми. До контролера також можна під'єднувати рідкокристалічний дисплей MN-LCD, що містить з чотири рядки алфавітно-цифрової інформації, кнопки переміщення по пунктах меню та кнопки для вводу числових значень параметрів.

Програмування контролерів типу MN проводиться за допомогою пакета прикладного програмного забезпечення VisiSat Configuration Tool.

Для зміни типу мережі досить замінити комутаційну плату в контролері. Такий підхід дозволяє максимально ефективно використовувати технічні і фінансові ресурси при створенні систем керування.

Відображення стану обладнання і управління його параметрами здійснюється локальними засобами візуалізації і керування, а також операторськими терміналами з програмним забезпеченням MicroNet View в середовищі операційної системи Windows.

Система індикації та управління може бути виконана як на одному комп'ютері, так і як розподілена багатотермінальна система на основі технології "клієнт-сервер".

Механізм обміну даними між контролерами та операторським терміналом забезпечується через сервери вводу/виводу. Стандартні бібліотеки вводу/виводу надають можливість для управління обладнанням інших виробників, що полегшує його інтеграцію в єдину систему управління. На персональний комп'ютер виводиться мнемосхема алгоритму роботи та поточний стан елементів контуру регулювання.

При проектуванні керуючої програми вибирають із бібліотеки стандартні програмні блоки, які потім об'єднуються згідно розробленого алгоритму. У процесі налаштування роботи системи програмні блоки, а також їх зв'язки можна редагувати.

На рисунках 1.2 – 1.4 приведені приклади створення анімованих мнемосхем стану виконавчих і керуючих елементів.



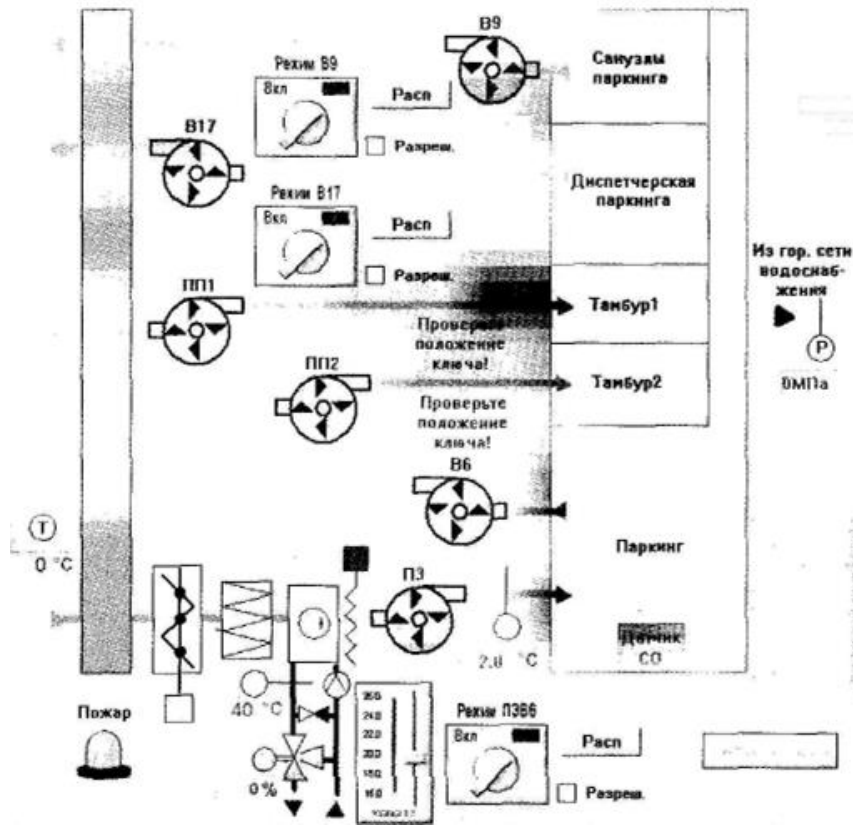


Рисунок 1.2 Мнемосхема stanu виконавчих і управляючих елементів паркінгу

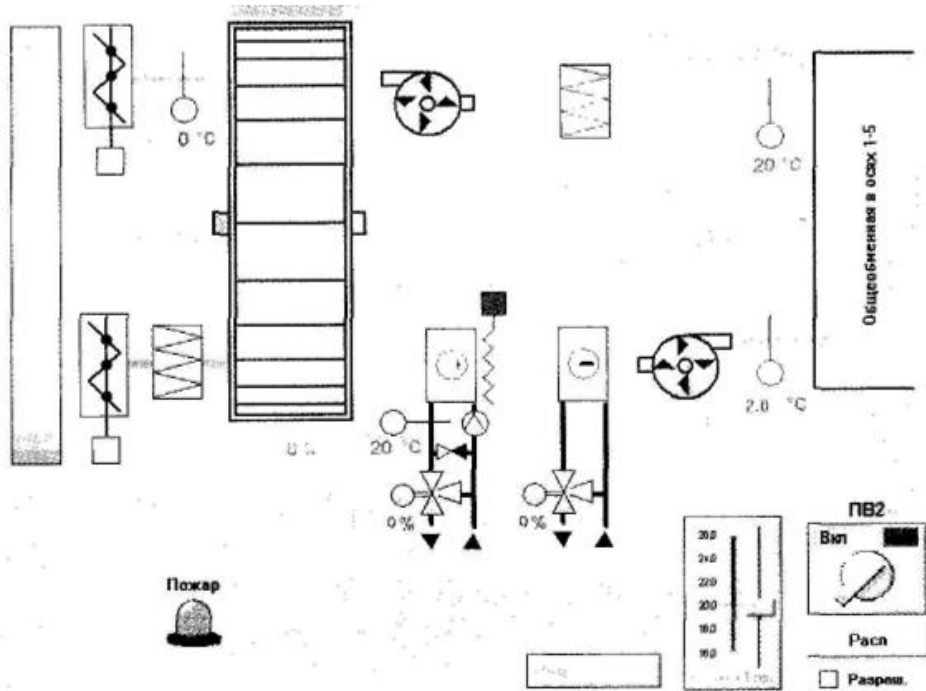


Рисунок 1.3 Мнемосхема stanu виконавчих і керуючих елементів у кондиціонері з рекуперацією повітря.

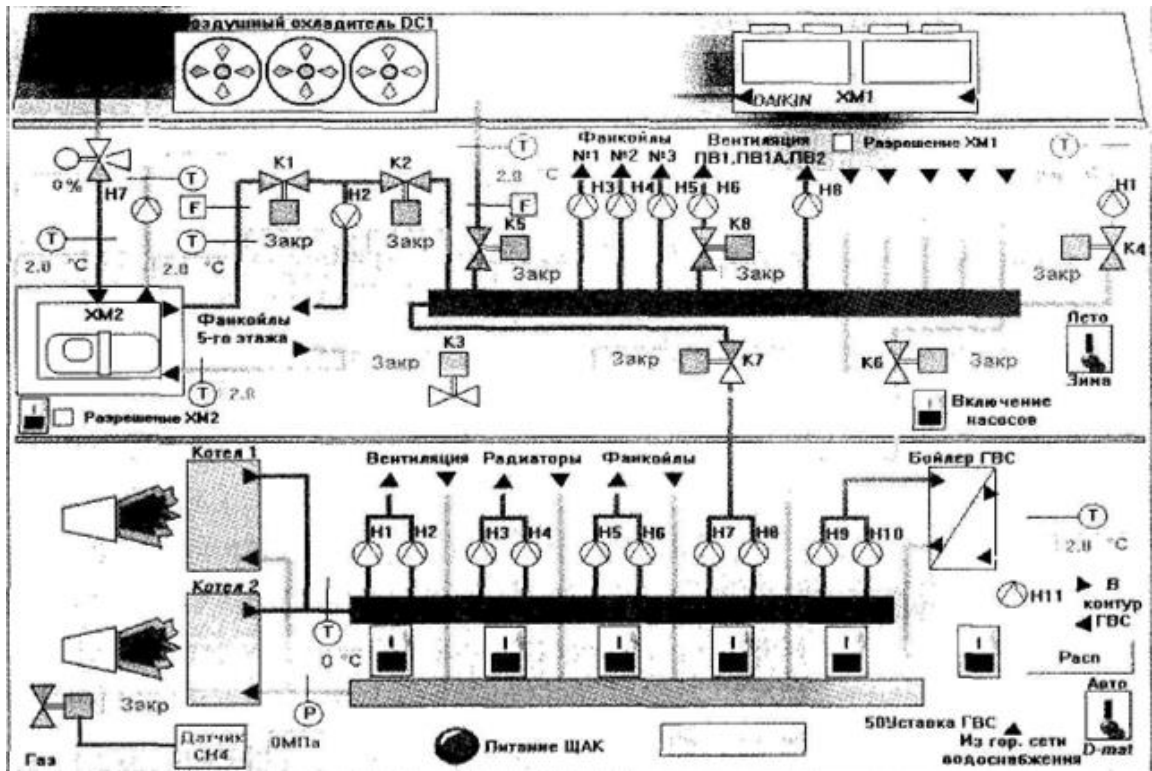


Рисунок 1.4 Мнемосхема стану виконавчих і керуючих елементів у теплопостачанні житлового будинку

Для візуалізації роботи створюється мнемосхема системи. Кожен елемент мнемосхеми анімований. Таким чином відображається чи ввімкнутий елемент (заслінка, насос, холодильна машина), положення виконавчого механізму, а також відображаються характеристики контуру управління, такі як тиск, температура тощо.

У системі вентиляції паркінгу (рисунок 1.2) можна здійснювати управління контуром димовидалення, вентилятором, пожежними помпами. Всі параметри зображаються у виді графіків в реальному часі на моніторі персонального комп'ютера. Окрім графіків також використовується журнал роботи системи, у якому фіксуються усі події з моменту запуску системи.

На рисунку 1.3 зображена анімована мнемосхема роботи кондиціонера з обертовим рекуператором. На даній схемі можна спостерігати положення магістрального вентиля, що управляє подачею газу в котел, температуру і тиск в

системі тощо (рисунок 1.4). Можна вказати граничні значення параметрів, при яких запуститься система захисту.

При наявності декількох географічно розділених об'єктів розгортають мережу, використовуючи комутаційний пристрій чи модем, що під'єднується до комп'ютера.

Комутаційний пристрій зберігає дані протягом декількох діб, потім з'єднується з сервером і надсилає йому ці дані. Як правило, використовуються модеми стандарту GSM, що дають можливість зєднуватись з центральним комп'ютером і в критичних ситуаціях надсилати SMS повідомлення на мобільні телефони персоналу для оперативного реагування.

Для управління одним контролером застосовується панель керування MN-LCD. Якщо є декілька контролерів, то управління виконується за допомогою інтерфейсу Touch Screen, що володіє графічним дисплеєм з елементами анімації.

## **1.2 Використання нечіткої логіки в системах управління вентиляційним обладнанням**

Нечітка логіка використовує лінгвістичні поняття. Наприклад, дамо лінгвістичну оцінку віку людини. Згідно лінгвістичної оцінки людина є "дуже молода", "молода", "стара" і т.д. До 16 років людина ще не "дуже молода", але можна характеризувати її як і "дуже молода" з певним коефіцієнтом — рангом. Згідно нього, вік 14 років може бути оцінений як "дитина" з рангом 0,3 чи "дуже молода" з рангом 0,7, а вік 17 років може бути визначений як "дуже молода" з рангом 1,0. Після 30 років людина є вже не молода, але ще й не стара. Тут ранг терміну "молода" може приймати значення від 0 до 1. Чим старша людина, тим ранг буде більше наближатись до нуля.

Отже, можна отримати певну множину, що описує визначення молодості для всього діапазону років людини.

Основними термінами нечіткої логіки є:

- фазифікація - конвертація множини значень аргументу ( $x$ ) у певну функцію множини  $M(x)$ , тобто конвертація значень ( $x$ ) у нечіткий формат;
- дефазифікація — процес обернений до фазифікації.

Системи з нечіткою логікою працюють наступним чином: покази вимірювальних приладів фазифікуються (конвертуються в нечіткий формат), обробляються, дефазифікуються та у виді бінарних сигналів подаються на виконавчі механізми.

Холодопродуктивність, яку необхідно забезпечити кондиціонеру, є різницею між температурою в приміщенні і бажаною температурою (температура обладнання). Ця змінна лінгвістично може бути визначена як "різниця температур" і набувати значення "мала", "середня" і "велика". Чим більша різниця температур у конкретний момент, тим вищою повинна бути холодопродуктивність.

Наступною лінгвістичною змінною може бути "швидкість зміни температури" у приміщенні, яка теж може набувати значення "мала", "середня" і "велика". Якщо необхідна висока швидкість зміни температури, то має бути велика холодопродуктивність. В міру наближення температури в приміщенні до температури обладнання швидкість зміни температури в приміщенні буде знижуватись, а холодопродуктивність кондиціонера буде зменшуватись.

Холодопродуктивність є вихідною змінною, яка може мати наступні значення: "дуже мала", "мала", "середня", "велика" і "дуже велика".

Зв'язок між входом і виходом занесемо в таблицю 1.1.

Кожен запис в таблиці має своє нечітке правило.

Наприклад, при середній різниці температур та великій швидкості її зміни, холодопродуктивність має бути велика.

Таблиця 1.1 Зв'язок між входом і виходом

Швидкість зміни температури	Різниця температур		
	Мала	Середня	Велика
Мала	Дуже велика	Мала	Середня
Середня	Мала	Середня	Велика
Велика	Середня	Велика	Дуже мала

Кондиціонер з нечіткою логікою працює по наступним чином: дані від датчиків будуть фазифікуватися, і далі у виді сигналів направляться на електродвигун компресора, швидкість обертання якого буде змінюватись у відповідності зі значенням вхідної функції.

На рисунках 1.5 та 1.6 показано дві функції: в одному випадку аргументом є різниця температур ( $\Delta t$ ) (рисунок 1.5), на другому графіку — швидкість зміни температури ( $Vt$ ) (рисунок 1.6). Для першої функції діапазон температур становить від 0 до 30 К, для другої – діапазон швидкостей зміни температури від 0 до 2 К/хв.

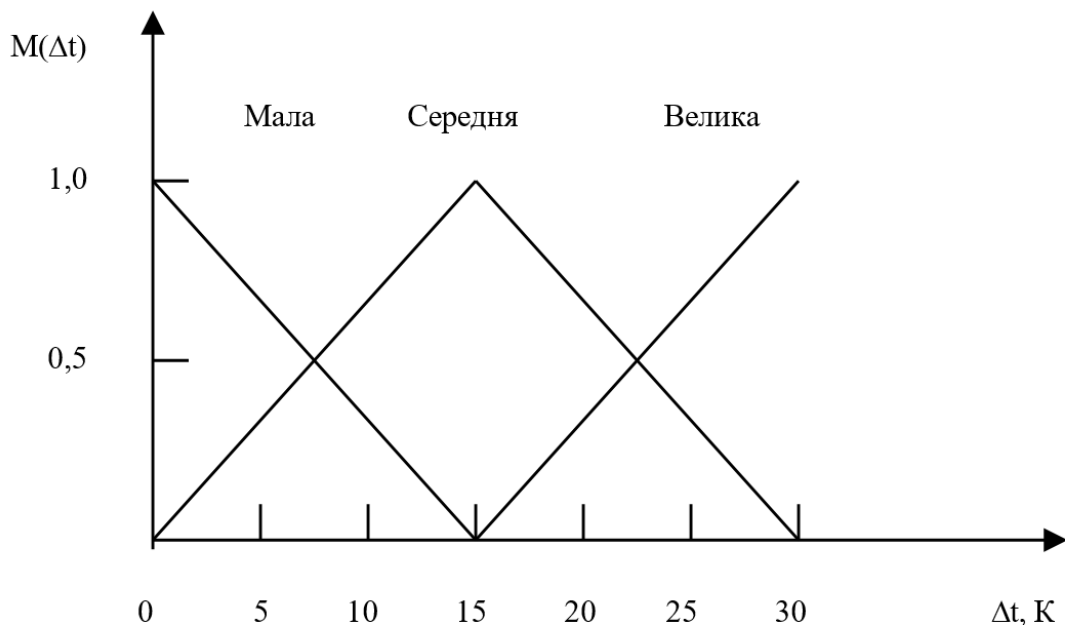


Рисунок 1.5 Функція для лінгвістичного аргументу “різниця температур”

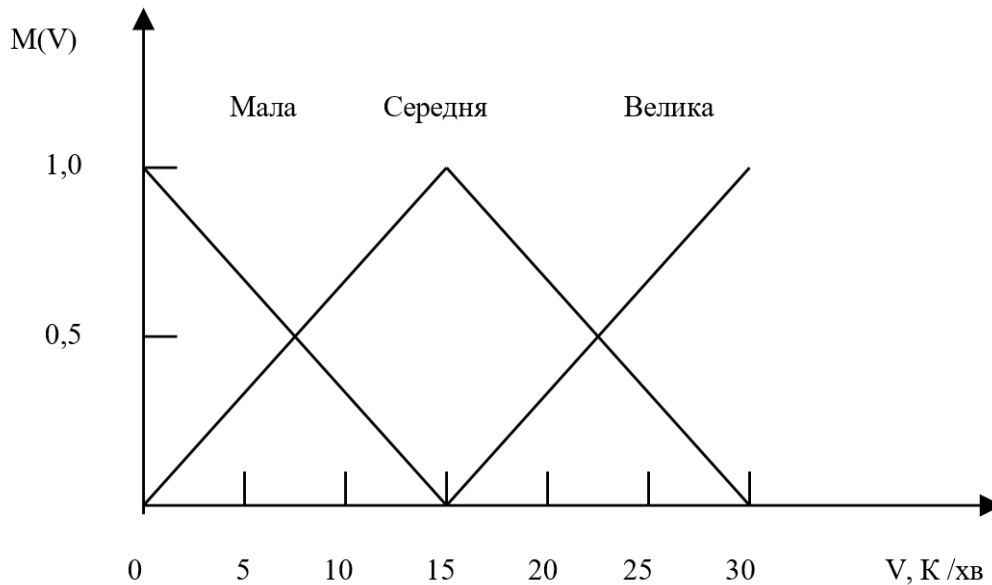


Рисунок 1.6 Функція для лінгвістичного аргументу "швидкість зміни температури"

Результат спільного впливу двох функцій  $M_{\varepsilon} = f[M(\Delta t), M(V_t)]$  на значення вихідного параметру "холодопродуктивність" визначається конкретною програмою, що завантажена в логічний пристрій.

Враховуючи, що холодопродуктивність пропорційна частоті обертання двигуна компресора, можна побудувати залежність результуючої функції від частоти обертання компресора, задавши лінгвістичним термам швидкості обертання компресора з рангом 1,0 наступні значення (рисунок 1.6):

- мала — 37 Гц;
- середня - 62 Гц;
- велика-87 Гц;

Отже, визначивши лінгвістичним методом сумарну функцію, після дефазифікації можна перейти до конкретного значення вихідного параметру холодопродуктивності або частоти обертання двигуна компресора.

На рисунку 1.7 показано блок-схему мікроконтролера, що працює з використанням нечіткої логіки, який складається з наступних елементів: блок фазифікації, база знань, логічний пристрій, блок дефазифікації.

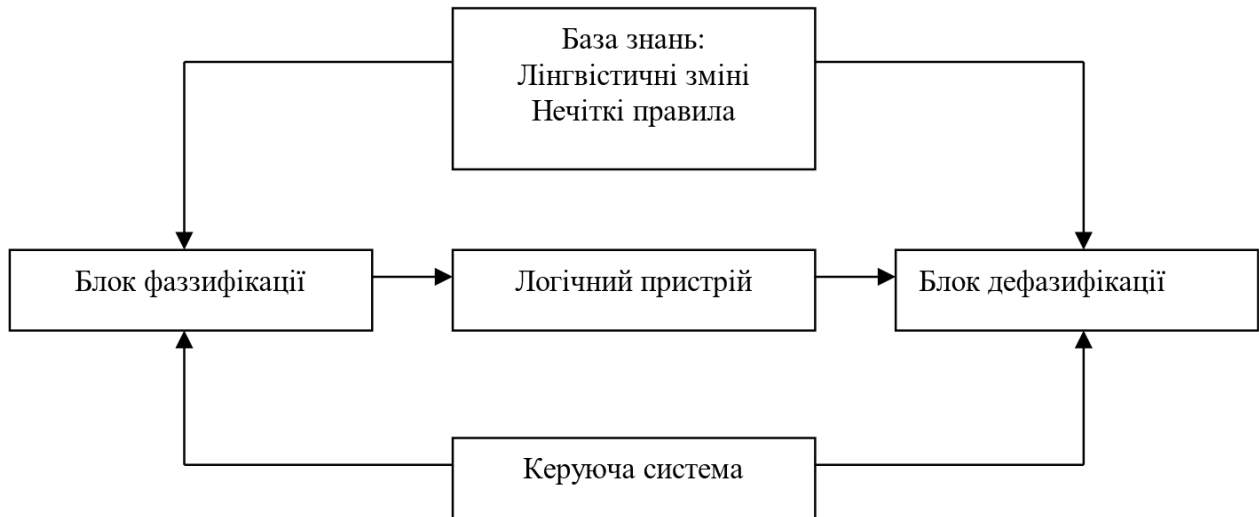


Рисунок 1.7 Блок-схема мікроконтролера з нечіткої логіки

Блок фазифікації призначений для конвертації конкретних величин, що виміряні на виході об'єкту управління, у нечіткі значення, що описуються лінгвістичними змінними.

Логічний пристрій застосовує нечіткі умовні правила, що містяться в базі даних та знань, для конвертації нечітких вхідних даних у управляючі значення, що мають нечіткий характер.

Блок дефазифікації призначений для конвертування нечітких даних з виходу блоку рішень у конкретну величину, що застосовується для управління об'єктом.

Для забезпечення комфортного мікроклімату в приміщенні застосовується метод, що одержав назву "нейро і нечітка логіка" (Neuro & fuzzy logic).

Даний метод полягає у застосуванні параметрів PMV (Predicted Mean Voice - прогнозоване усереднене значення), що формують комфорт навколишнього середовища для людини.

Система визначає температуру в приміщенні й автоматично встановлює режим роботи. Вибір режиму роботи базується на практичному аналізі - за еталон приймаються стандартні умови, якими користаються більшість людей. В якості вхідних параметрів застосовуються фактори, що визначають комфорт людини: температура, інтенсивність повітряних потоків, вологість, якість одягу, інтенсивність зміни тепла тіла тощо.

Даний метод забезпечує:

- підбір температури згідно санітарних норм (відсутність різкої зміни температури у приміщенні, допустима можлива швидкість потоку повітря тощо);
- автоматичне встановлення холодопродуктивності;
- автоматичний вибір режиму роботи кондиціонера та встановлення температури, залежно від температури в приміщенні та температури навколишнього середовища;
- вибір комфортного розподілу повітря та швидкості потоку повітря;
- мінімальний термін виходу на потрібний режим;
- мінімальне використання електроенергії.

### **1.3 Обґрунтування актуальності автоматизації систем кондиціонування та вентиляції повітря**

Метою даної кваліфікаційної роботи є побудова системи автоматизованого керування вентиляційним обладнанням, що забезпечує подачу, охолодження або нагрівання повітря і контроль параметрів повітря (температури, вологості) в приміщеннях.

Впровадження розробленої автоматизованої системи керування дозволить забезпечити комфортні умови в приміщенні, гарантувати сталість параметрів



повітря, і при необхідності, дозволить змінювати значення цих параметрів в реальному часі.

Вимоги до системи такі:

1. Система повинна здійснювати керування вентиляційною установкою і забезпечувати контроль параметрів повітря в автоматичному режимі в реальному часі.
2. Вимірювання параметрів мають здійснюватися із допустимою похибкою.
3. Система має забезпечити захист елементів обладнання від пошкоджень і аварій.
4. Система має зменшити експлуатаційні витрати і зменшити використання електроенергії.
5. Результати вимірювань мають фіксуватися та аналізуватися за допомогою мікропроцесорного регулятора Corrigo L-10, при цьому має відбуватися управління усім вентиляційним обладнанням.

Таким чином, актуальність розробки системи автоматизованого управління вентиляційною установкою, яка б забезпечувала усі перелічені вище вимоги є очевидною.

## 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

### 2.1 Аналіз систем кондиціонування та вентиляції

При відсутності вентиляції в ізольованих приміщеннях збільшується концентрація шкідливих речовин (вуглекислого газу), що негативно впливає на здоров'я людей, спричиняє головний біль, сонливість, втрату працездатності. До певної міри цю проблему можна розв'язати, провітрюючи час від часу приміщення, але в цьому випадку разом з свіжим повітрям в приміщення попадає пилюка, різні запахи, вуличний шум тощо. Також потрібно кожен раз відкривати і закривати вікна. Для вирішення всіх цих проблем використовують системи кондиціонування та вентиляції (СКВ) повітря, які призначені для створення потрібного складу повітря в приміщенні, видаляють шкідливі елементи з повітря і додають потрібну кількість свіжого повітря з попередньою його підготовкою (нагрів, охолодження, фільтрування, іонізація тощо).

Вентиляційні системи класифікують на основі наступних основних характеристик:

1. По методі обігу повітря: природна або штучна система вентиляції;
2. По напрямку переміщення повітря: припливна або витяжна система вентиляції;
3. По території обслуговування: місцева чи загальнообмінна система вентиляції.

Природня вентиляція формується без використання електрообладнання (електродвигунів, вентиляторів) і здійснюється внаслідок різниці температур повітря, вітрового тиску та інших навколишніх факторів. Їхніми перевагами є низька вартість, простота монтажу і надійність, що забезпечується відсутністю електрообладнання. В основному, такі системи використовуються в типових

житлових приміщеннях у вигляді вентиляційних коробів, що розміщуються на кухні та у ванній кімнаті.

Негативним фактором низької вартості природних систем вентиляції є їхня значна залежність від навколишніх факторів – температури повітря, напрямку і швидкості вітру і т.д. Такі системи нерегульовані і за допомогою них складно вирішити багато задач пов'язаних з вентиляцією повітря.

У штучних системах вентиляції застосовується обладнання і прилади (фільтри, вентилятори, повітрянагрівачі і т.д.), що дозволяють фільтрувати, переміщати і змінювати температуру повітря. Вони не залежать від умов навколишнього середовища. У квартирах і офісах вкрай зручно застосовувати штучну систему вентиляції, оскільки лише вона може забезпечити створення комфортних умов.

Припливна система вентиляції призначена для подачі свіжого повітря в приміщення. Повітря, при цьому, може нагріватися й фільтруватися від шкідливих частинок. Витяжна вентиляція призначена для видалення з приміщення підігрітого чи брудного повітря. В більшості випадків, в приміщенні монтують обидві системи вентиляції. В цьому випадку, їхня продуктивність має бути збалансована; інакше в приміщенні буде формуватися надлишковий чи недостатній тиск.

Місцева вентиляція призначена для подачі свіжого повітря на конкретні ділянки (місцева припливна вентиляція), чи для відводу забрудненого повітря від ділянок, де формуються шкідливі виділення (місцева витяжна вентиляція). У випадку, коли ділянки, де формуються шкідливі виділення локалізовані і можна забезпечити їхнє не поширення по території всього приміщення, використовують місцеву витяжну вентиляцію.

Загальнообмінна вентиляція використовується, в основному, для побутових умов. Виключенням є кухонні витяжки, що відносяться до місцевої витяжної вентиляції.

Припливна загальнообмінна вентиляція зазвичай виконується з підігрівом і фільтрацією припливного повітря. Як правило, припливна загальнообмінна вентиляція є штучною.

Загальнообмінна витяжна вентиляція є простішою в реалізації від припливної і забезпечується у виді вентилятора, який монтується в отворі стіни чи вікна, оскільки повітря, що виводиться з приміщення, не потрібно фільтрувати. При невеликих розмірах приміщення монтують природну витяжну вентиляцію, що значно дешевше штучної.

Якщо повітря, що надходить в приміщення, формується шляхом змішування вхідного повітря і повітря, що виходить з приміщення, то така система називається рециркуляційною.

Класифікують системи кондиціонування по наступних ознаках:

1. По степені виконання метеорологічних умов в обслуговуючому приміщенні: першого, другого і третього класів.
2. По тиску вентилятора: низького (до 1 кПа), середнього (до 3 кПа) і високого (більше 3 кПа) тиску.
3. По типу об'єкту обслуговування – комфортні і технологічні.
4. По вмісту джерел тепла і холоду – автономні і неавтономні.
5. По території обслуговування: центральні і місцеві .
6. По кількості обслуговуючих об'єктів: однострункові і багаторунові.
7. По призначенню обслуговуючих приміщень – побутові, напівпромислові і промислові.

Автономні системи кондиціонування та вентиляції повітря володіють повним набором обладнання, що дозволяє здійснити необхідну обробку повітря згідно з нормативними вимогами. Для роботи автономної СКВ лише потрібно під'єднати її до електроживлення.

Неавтономні системи кондиціонування та вентиляції повітря не мають вбудованих механізмів, які б були джерелами тепла та холоду. До них від зовнішніх систем тепла і холоду надходить відповідний холодоагент (фреон чи вода).

Централізовані системи кондиціонування та вентиляції повітря представляють собою неавтономні кондиціонери, в яких здійснюється підготовка повітря з наступним його розподілом по приміщеннях використовуючи повітропроводи.

## **2.2 Розрахунок елементів систем кондиціонування та вентиляції**

При підборі обладнання для системи кондиціонування та вентиляції повітря необхідно враховувати наступні параметри:

- Продуктивність подачі повітря ( $\text{м}^3/\text{год}$ ).
- Допустимий рівень шуму (дБ).
- Швидкість потоку повітря у повітропроводах (м/с).
- Робочий тиск (Па).
- Потужність нагрівача (Вт).
- Потужність охолоджувача (Вт).

Для розрахунку необхідної продуктивності подачі повітря потрібен план приміщень з експлікацією (таблицею з назвами кожного приміщення і його площею). Спочатку розраховують необхідну кратність повітрообміну для кожного приміщення. Ця величина показує, скільки разів за годину здійснюється повна заміна повітря в приміщенні, наприклад, для приміщення площею  $50 \text{ м}^2$  з висотою стелі 3 м (об'єм  $150 \text{ м}^3$ ) подвійний повітрообмін відповідає  $300 \text{ м}^3/\text{год}$ . На величину кратності повітрообміну впливають тип приміщення, кількість людей, що в ньому знаходиться, потужності тепловиділяючого обладнання й інші чинники.

Проектування повітророзподільної мережі починають після розрахунку продуктивності подачі повітря. Потрібну продуктивність подачі повітря отримують, просумувавши розрахункові величини повітрообміну для всіх приміщень.

Повітророзподільна мережа складається з фасонних виробів (переходів, розтрубів, поворотів і т.п.), повітропроводів і розподільників повітря. На початковому етапі формують схему повітропроводів. За даною схемою визначають три основних характеристики — швидкість потоку повітря, робочий тиск і рівень шуму.

На швидкість потоку повітря впливає площа поперечного перерізу повітропроводу, яка знаходиться в межах 3–5 м/с. При вищих швидкостях відбуваються втрати тиску та підвищується рівень шуму. Використовувати габаритні повітропроводи не завжди зручно, оскільки їх часто важко розмістити за стелею.

Робочий тиск повітря формується потужністю вентилятора і визначається згідно з типу розподільників повітря, числа поворотів і переходів з одного діаметру на інший, а також типу повітропроводу. Тиск, що формується вентилятором, залежить від довжини траси та числа поворотів і переходів. Для температурної зміни зовнішнього повітря в припливній СКВ застосовується секція нагріву або охолодження. Потужність цієї секції розраховується на базі температури зовнішнього повітря, бажаної температури повітря на виході і продуктивності СКВ. Мінімальна температура навколишнього повітря визначається в залежності від кліматичної зони.

В кваліфікаційній роботі для проектування системи кондиціонування та вентиляції використовується об'єкт, що містить наступні обслуговуючі приміщення:

1. Розточечна
2. Коридор
3. Матеріальна кладова

4. Міжопераційна кладова

5. Чоловічий гардероб

6. Жіночий гардероб.

В обслуговуючих приміщеннях передбачається монтування системи кондиціонування та вентиляції повітря з штучним та природнім збудженням з метою формування в них комфортних умов.

Розрахункова температура повітря в обслуговуючих приміщеннях в холодний та теплий період становить  $22\pm 3$  °С. Відносна вологість повітря складає 30÷60 %..

Проектована система кондиціонування та вентиляції повітря має бути з рециркуляцією. Кількість рециркуляційного повітря в системі повинно становити 65 %.

Повітрообмін в обслуговуючих приміщеннях приведений в таблиці 2.1

Назва приміщення	Об'єм приміщення	Кратність повітрообміну		Розхід повітря	
		приплив	витяжка	приплив	витяжка
	м <sup>3</sup>			м <sup>3</sup> /год	м <sup>3</sup> /год
Розточечна	40	6	4	240	200
Матеріальна кладова	35	6	4	210	140
Коридор	150	10	6	1500	900
Міжопераційна кладова	40	6	2	240	80
Чоловічий гардероб з	15	10	5	150	75
Жіночий гардероб	62	10	7	620	435

Розрахункова продуктивність систем вентиляції і кондиціонування повітря для обслуговуючих приміщень обчислена з умов, що необхідні для забезпечення бажаних параметрів швидкості потоку повітря, якості повітря і температури навколишнього середовища.

Розрахункова кратність повітрообміну в обслуговуючих приміщеннях становить 6-10.

Фільтри встановлюються:

- на вході в вентиляційну установку;
- на виході з вентиляційної установки;
- перед повітророзподільним пристроєм.

Викиди в атмосферу із систем кондиціонування та вентиляції виробничих приміщень розраховані на відстані не ближче 10 м від приймачів зовнішнього повітря.

Для підігріву повітря в холодний період і охолодження в теплий період року в складі системи кондиціонування та вентиляції використовуються спеціальні секції нагрівання й охолодження повітря.

Система кондиціонування та вентиляції повітря в обслуговуючих приміщеннях розраховується на цілодобовий режим роботи. Для цього вентиляційна установка спроектована з двошвидкісним електродвигуном, що дасть можливість у неробочий час забезпечувати мінімальний повітрообмін з мінімальним потоком повітря.

Повітропроводи системи вентиляції та кондиціонування на шляху від вентиляційної установки до обслуговуючих приміщень повинні ізолюватись матами для збереження температури припливного повітря і забезпечення границі вогнестійкості протягом 0,5 годин.



### 2.3 Опис роботи системи кондиціонування та вентиляції повітря

Централізована вентиляційна установка VTS CLIMA CVA2 з зовнішніми джерелами тепла і холоду втягує зовнішнє повітря через повітрязабірну решітку, що захищає систему вентиляції від попадання усередину сторонніх предметів і води.

Повітряний клапан, що входить до складу вентиляційної установки запобігає попаданню в приміщення зовнішнього повітря при ввімкнутій системі вентиляції. Даний клапан особливо важливий зимою, оскільки він запобігає потраплянню в приміщення холодного повітря і снігу.

Далі повітря проходить через секцію фільтрування, де воно очищується від шкідливих елементів (пуху, пилу, комах). Фільтр грубої очистки, що змонтований на вході в установку, затримує частинки величиною більше 10 мкм. Фільтр тонкої очистки, що встановлений на виході з установки, затримує частинки величиною до 1 мкм.

Для нагріву повітря, що надходить з вулиці використовується секція підігріву (водяна). Вона під'єднується до системи централізованого опалення. В водяний теплообмінник поступає гаряча вода, і таким чином здійснюється обігрів повітря. За рахунок системи рециркуляції витрати на нагрівання вхідного повітря зменшуються у кілька разів. З цією метою використовується змішувальна камера — пристрій, у якому холодне вхідне повітря змішується з вихідним теплим повітрям.

Для охолодження повітря використовується секція охолодження. В фреоновий теплообмінник поступає фреон, і таким чином забезпечується охолодження повітря. Для охолодження холодоагенту використовується компресорно-конденсаторний блок (повітряне охолодження), який розміщується на відкритому повітрі. Керування холодопродуктивністю здійснюється за допомогою регулювання продуктивності компресора.

Вентилятор, що розміщений в вентиляторній секції втягує повітря в вентиляційну установку, і направляє його в обслуговуючі приміщення. У вентиляційній установці застосовується центробіжний вентилятор. Даний вентилятор може нагнітати високий тиск повітряного потоку для розповсюдження повітря по мережі повітропроводів.

Вентилятор являє собою джерело шуму, тому після нього розміщена секція шумопоглинання, для запобігання розповсюдження шуму по повітропроводам. Турбулентні завихрення повітря на лопатях вентилятора формують аеродинамічні шуми.

Після того, як підготовлений повітряний потік виходить із шумопоглинача, він може бути розподілений по приміщеннях. Для цього застосовують повітропроводи. Важливими характеристиками повітропроводів є площа поперечного перерізу і жорсткість. Для того, щоб повітропровід не створював шуму, швидкість потоку повітря в ньому не повинна перевищувати відоме граничне значення.

Розподільники повітря (решітки) використовуються для подачі та відводу повітря в приміщеннях. Крім декоративних функцій, розподільники повітря забезпечують рівномірне розсіювання повітряного потоку по приміщенню, а також для регулювання напрямку повітряного потоку з мережі в кожне приміщення.

## **2.4 Будова та принцип роботи центрального кондиціонера**

Центральний кондиціонер (вентиляційна установка) складається з типових уніфікованих секцій, що герметично з'єднані між собою та забезпечують виконання певних функцій:

- Повітряний клапан;
- Секція фільтрування;

- Секція нагріву;
- Секція охолодження;
- Вентиляційна секція;
- Секція шумопоглинання.

Корпус кондиціонера побудований на основі каркасу з алюмінієвого профілю, до якого монтуються панелі. Панелі мають зовнішній і внутрішній оцинкований лист, між якими розміщена теплоізоляція з мінеральної вати. Для покращення підходу до вузлів обладнання передбачені знімні панелі зі сторони обслуговування.

Повітряний клапан, що використовується для обмеження потоку повітря, побудований з паралельних металічних лопатей. Лопаті провертаються навколо своєї осі синхронно (механічний зв'язок). В системі є два клапана: для зовнішнього повітря і для рециркуляційного повітря. Кут повороту лопаток певного клапана встановлюється від кількості свіжого і рециркуляційного повітря.

Секція фільтрування використовується для фізичного очищення повітря. Фільтруючим елементом в системі є синтетична тканина.

Секція нагріву використовується для нагріву повітря, що надходить в приміщення. Повітрянагрівач складається з мідних трубок, що містять алюмінієві ребра. Як теплоносії використовується вода. Водяні повітрянагрівачі проходять випробування на міцність з навантаженням 2,1 МПа.

Секція охолодження використовується для охолодження повітря, що надходить в приміщення. Секція охолодження являє собою фреоновий теплообмінник – повітроохолоджувач, що побудований з мідних трубок з алюмінієвими ребрами. В якості холодоагента застосовується фреон. Для забезпечення високої тепловіддачі трубок повітроохолоджувача, останні виконуються з пластинчатими ребрами.

Вентиляторна секція використовується для забору повітря в центральний кондиціонер і його направлення в обслуговуючі приміщення. Дана секція

побудована на основі спірального кожуха і колеса з лопатками. Колесо вентилятора приводиться в рух за допомогою електродвигуна через пасову передачу. Вентилятор разом з електродвигуном і пасовою передачею розміщені на загальній рамі.

Секція шумопоглинання використовується для обмеження рівня шуму від обладнання. Шумопоглинач побудований на базі шумопоглинаючих пластин, які виготовляються з мінеральної вати, що має спеціально підібрану в'язкість. Перед шумопоглинаючими пластинами встановлюються розгалужувачі повітря.

## **2.5 Принцип роботи системи водяної нагріву**

Водяна система нагріву використовується для подачі гарячої води до теплообмінника. Вода надходить від центральної системи опалення. Її температура має становити 70-90 °С. Для забезпечення бажаних характеристик води, а також з метою енергозбереження використовують гідравлічний вузол.

Принцип роботи гідравлічного вузла ґрунтується на безперервній циркуляції води через теплообмінник. Головними конструктивними елементами теплообмінника є: циркуляційна помпа, триходовий клапан, зворотній клапан і балансувальний вентиль. Усі ці елементи з'єднані трубопроводами, що являють собою систему, у якій обіг теплоносія виконує циркуляційна помпа. Крім виконання циркуляції, помпа забезпечує потрібний тиск на подачу.

Підігрів повітря в нагрівальній секції здійснюється безперервною циркуляцією теплоносія через теплообмінник. Схема роботи гідравлічного вузла показана на рисунку 2.1.

В ділянці, де подача води доходить до гідравлічного вузла, вода має такі характеристики, які забезпечує центральна система опалення (невизначений тиск, об'єм теплоносія).

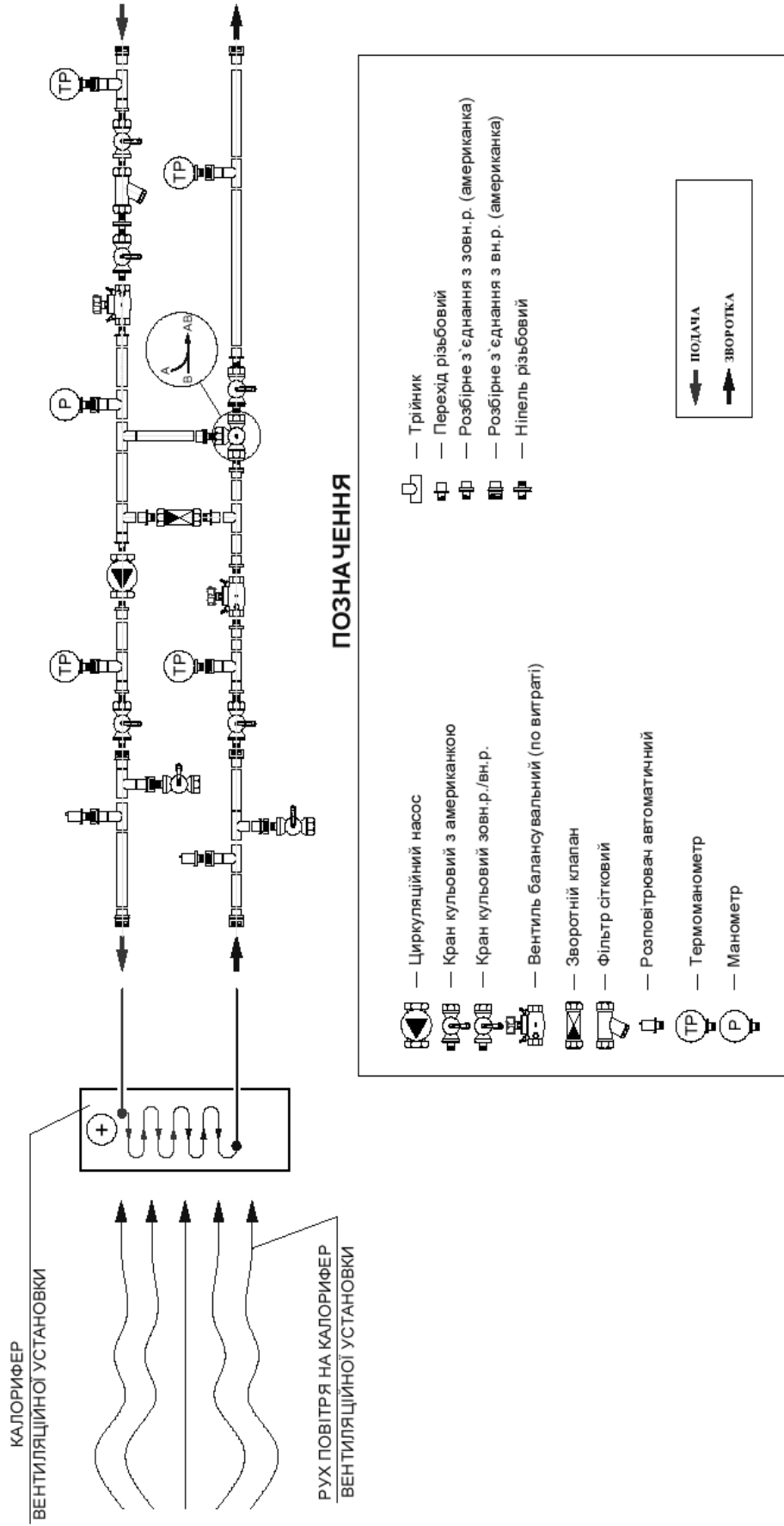


Рисунок 2.1 Гідралічний вузол водяної системи

Вода, протікаючи через фільтр, очищується від фізичних домішок. Для запобігання перерозподілу потоків теплоносія (дисбаланс) на вхідному і зворотному трубопроводах змонтовані балансувальні вентиля, що являють собою клапани ручного регулювання. Далі циркуляційний насос під заданим тиском направляє гарячу воду в теплообмінник, де вона відає тепло навколишньому середовищу. Таким чином, температура води на виході з теплообмінника є нижчою від температури води на вході.

Далі теплоносій надходить в триходовий клапан. Триходовий клапан використовується для змішування потоків. В граничних положеннях закривається один із входів А чи В. В положенні, коли закритий вхід А, теплоносій, що надходить з центральної системи опалення подається в калорифер. У випадку, коли закритий вхід В, весь теплоносій протікає через байпасну лінію і повертається в гребінку.

Для випадку, коли закритий вхід В, або сталася поломка триходового клапана, в гідравлічному вузлі є зворотній клапан, через який буде протікати теплоносій, що виходить з теплообмінника і через тиск ця вода далі буде поступати в теплообмінник вентиляційної установки.

Для контролю тиску і температури в гідравлічному вузлі застосовуються манометри і термометри відповідно.

## **2.6 Принцип роботи фреонової системи охолодження**

Фреонова система використовується для направлення фреону до теплообмінника, який в парі з компресорно-конденсаторним блоком (ККБ), що розташований зовні на дворі, формують холодильну машину.

Принцип роботи холодильної машини ґрунтується на компресійному циклі охолодження. Головними конструктивними елементами холодильної машини є компресор, конденсатор, теплообмінник і регулятор потоку (капілярна трубка),

що являють собою замкнуту систему, у якій циркулює холодоагент (фреон). Крім забезпечення циркуляції, компресор забезпечує в конденсаторі необхідний високий тиск в діапазоні 20-23 атм.

Процес охолодження в холодильній машині виконується за рахунок безперервної циркуляції, кипіння та конденсації холодоагенту в замкнутій системі. Кипіння холодоагенту здійснюється при низькому тиску, і відповідно, при низькій температурі, а конденсація - при високому тиску, і відповідно, при високій температурі.

На рисунку 2.2 показана структурна схема компресійного циклу охолодження.

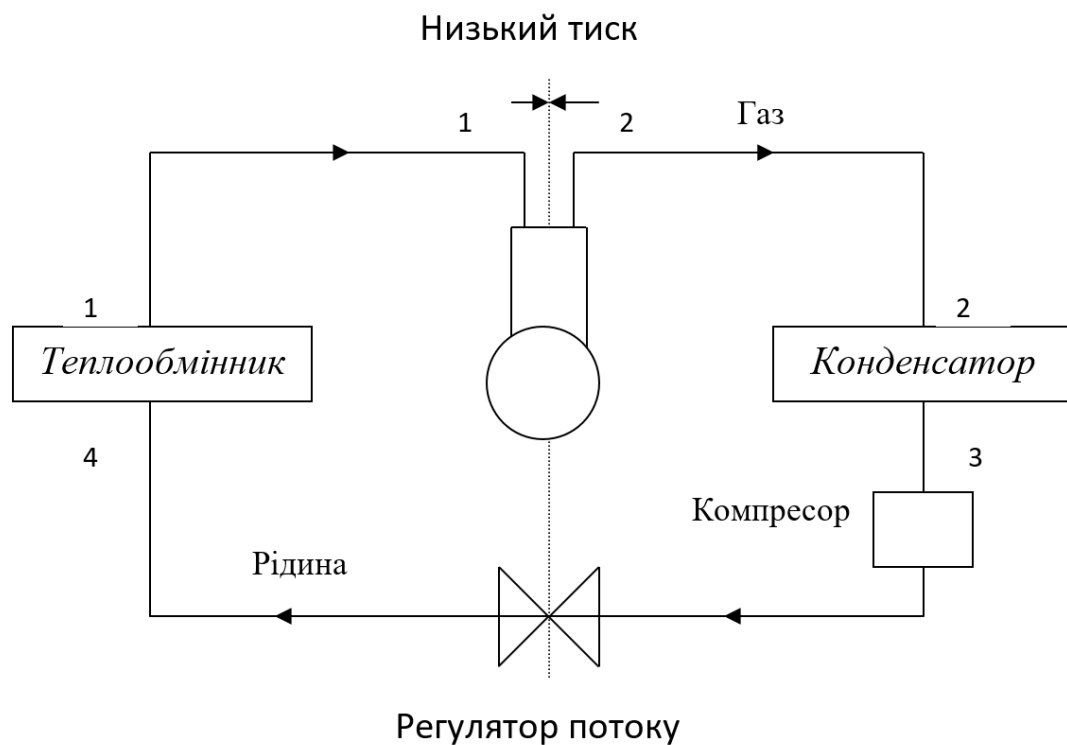


Рисунок 2.2 Схема компресійного циклу охолодження

На ділянці (1-1), де холодоагент виходить з внутрішнього теплообмінника вентиляційної установки, фреон знаходиться в пароподібному стані при низькому тиску та температурі.

Пароподібний фреон втягується компресором, що підвищує його тиск до 15-25 атм і, відповідно, температуру до  $+70-90^{\circ}\text{C}$  (ділянка 2-2). Потім в конденсаторі гарячий пароподібний фреон охолоджується і конденсується (переходить у рідку фазу). В системі використовується конденсатор з повітряним охолодженням.

На виході з конденсатора фреон знаходиться у вигляді рідини під високим тиском. Таким чином температура фреону на виході з конденсатора є трохи нижчою від температури конденсації. Переохолодження в конденсаторах з повітряним охолодженням становить близько  $+4-7^{\circ}\text{C}$ . При цьому температура конденсації на  $10-20^{\circ}\text{C}$  вища від температури атмосферного повітря.

Далі рідкий фреон при високому тиску і температурі потрапляє у регулятор потоку, де тиск його різко зменшується. При цьому частина рідини може випаруватися, переходячи в газоподібний стан (пару). Таким чином, у теплообмінник потрапляє суміш рідини і пари (позначення 4).

У теплообміннику рідкий фреон кипить, відбираючи тепло від навколишнього повітря, і знову переходить у газоподібний стан. Розміри теплообмінника дозволяють забезпечити повне випаровування фреону в середині теплообмінника. Таким чином температура пари на виході з теплообмінника є вищою за температуру кипіння, здійснюється перегрів холодоагенту у теплообміннику. При цьому навіть найменші краплі холодоагенту випаровуються і, таким чином, у компресор не потрапляє рідина. У випадку влучення рідкого фреону в компресор можлива поява "гідравлічного удару", при цьому є ризик отримати ушкодження і поломки клапанів і інших елементів компресора.

На виході теплообмінника (позначення 1) формується перегріта пара і цикл відновляється. Отже, холодоагент (фреон) безперервно циркулює по замкнутому контурі, змінюючи свій агрегатний стан з рідкого на газоподібний і навпаки.

Усі компресійні цикли холодильних машин мають два встановлених рівні тиску. Межа між ними проходить через нагнітальний клапан на виході компресора з однієї сторони і вихід з регулятора потоку з іншої сторони.



Нагнітальний клапан компресора і вихідний отвір регулятора потоку є граничними елементами між зонами високого і низького тисків у холодильній машині. У зоні високого тиску розміщені всі елементи, що працюють при тиску конденсації. У зоні низького тиску розміщені всі елементи, що працюють при тиску випаровування.

## **2.7 Обґрунтування необхідності контролю основних технологічних параметрів**

Для нормальної роботи системи кондиціонування та вентиляції потрібно використовувати різні системи зміни температури повітря: водяну – для обігріву повітря і фреонову – для охолодження повітря. Дані системи являються допоміжними. Основною ланкою СКВ є вентиляційна система. В кожній системі є визначені стани, що характеризуються певними параметрами. Для правильної роботи СКВ важливими станами є нормальні режими роботи всіх вище названих систем.

Для забезпечення нормальної роботи вентиляційної установки проводиться контроль основних її технологічних параметрів. До цих параметрів відносять різницю тиску до і після вентилятора, різницю тиску до і після фільтру, температуру зворотної води теплообмінника, температуру повітря після водяного теплообмінника та багато інших.

Оскільки система кондиціонування та вентиляції призначена для забезпечення споживача повітрям із бажаною температурою, то зрозумілим стає доцільність регулювання температури в обслуговуючому приміщенні або температури в повітропроводі. Для контролю за безаварійною роботою секції водяного нагріву потрібно передбачити захист від замерзання. Система захисту від замерзання складається з циркуляційного насоса, триходового клапану на зворотному трубопроводі теплоносія та зворотній клапан на байпасі.

Прикладом аварійної ситуації є зменшення температури теплоносія (води). Для запобігання цьому потрібно контролювати температуру теплоносія на зворотному трубопроводі, а також температуру повітря на виході з теплообмінника. Якщо не здійснювати контроль цих параметрів, то може відбутися замерзання води, що, в свою чергу, може призвести до виведення з ладу теплообмінника.

Для контролю кількості зовнішнього і рециркуляційного повітря застосовуються повітряні клапани, які працюють в протифазі: при відкриванні клапана на рециркуляцію, клапан на зовнішнє повітря перекривається. Цей контроль необхідний також для закривання повітряних клапанів при вимкнутій вентиляційній установці.

Для контролю за величиною забрудненням фільтру потрібно визначати перепад тиску до і після фільтру.

Для нормального функціонування вентиляційної установки потрібно спостерігати за роботою вентилятора. Для цього необхідно контролювати перепад тиску до і після вентилятора. При збільшенні перепаду тиску вентилятор повинен вимкнутись.

Контроль описаних параметрів не є кінцевим вирішенням проблеми нормального функціонування вентиляційної установки. Існує ще багато параметрів, які мають вплив на роботу установки, та окремих її елементів. Дія цих параметрів може суттєво вплинути на інші фізичні характеристики контрольованих систем. Тому, потрібно безперервно здійснювати контролювання всіх критичних характеристик установки, а також здійснювати контроль всіх допоміжних систем.

Таким чином, керуючись цими положеннями, необхідно розробити систему яка б дозволила проводити безперервний контроль за температурою повітря та мала б можливість контролювати й деякі інші параметри, зокрема температуру повітря на різних ділянках, перепад тиску і т.д.

## 2.8 Розробка та опис компоновки автоматизованої системи управління вентиляцією

Для нормальної роботи вентиляційної установки необхідно постійно контролювати її параметрів. Для цього необхідно провести повний аналіз роботи проектованої системи, розділити її на блоки і визначити всі елементи контуру регулювання. На рисунку 2.3 представлена спрощена схему автоматичного керування вентиляційною установкою.

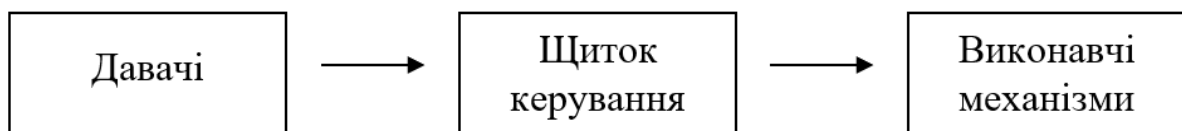


Рисунок 2.3 Схема роботи контуру регулювання.

Принцип роботи контуру регулювання наступний:

- зміна характеристик контрольованих елементів сприймається первинними давачами;
- сигнали з давачів надходять на керуючий контролер. Ці дані обробляються і результат обробки надходить на вихід контролера;
- сигнали з виходу контролера надходять на входи відповідних виконавчих механізмів.

Основним елементом контуру регулювання є контролер, який розташований в щитку керування. Контролер складається з наступних основних компонентів (рисунки 2.4):

- пристрій вводу/виводу;
- логічний пристрій;
- постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП);

- перепрограммовуючий запам'ятовуючий пристрій (ППЗП);
- індикатор

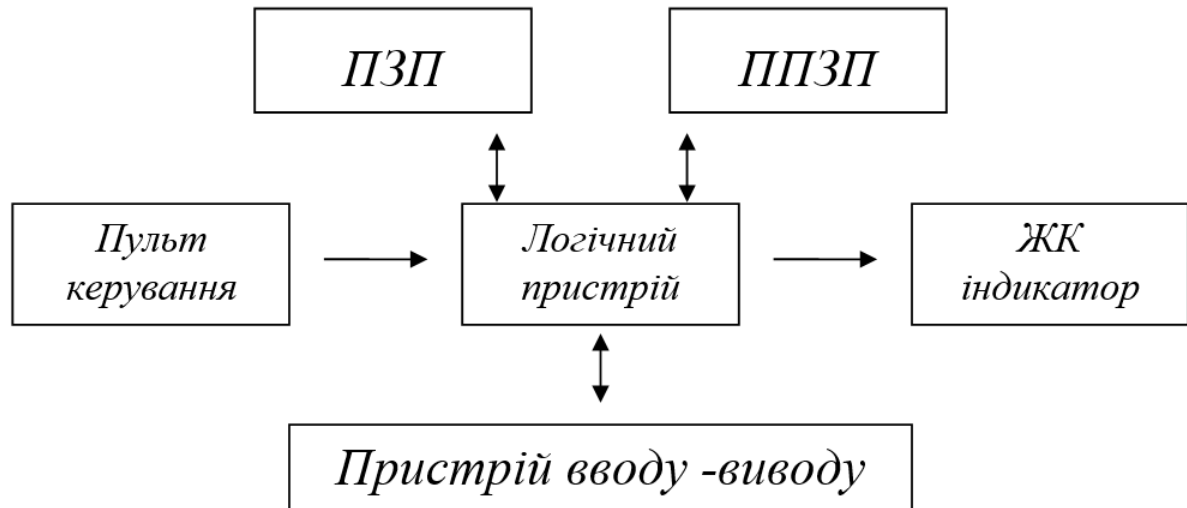


Рисунок 2.4 Блок-схема керуючого контролера

Пристрій вводу/виводу має здійснювати прийом і обробку сигналів від датчиків, конвертувати їх у цифровий код і надсилати для подальшої обробки логічному пристрою. У замкнутому ланцюзі регулювання сигнали від датчиків мають порівнюватися з встановленими параметрами і, в залежності від різниці цих величин, повинні формуватися певні команди для управління виконавчими механізмами.

Сигнали від датчиків можуть мати різні характеристики. Це може бути зміна опору датчика, струму, напруги в аналоговій чи цифровій формі. Виконавчими механізмами можуть бути електродвигуни, електромагніти, заслінки, шибери тощо. Виходи управляючих команд на виконавчі механізми також можуть бути як аналоговими, так і цифровими.

Логічний пристрій здійснює виконання команд, що надходять з пульта керування і запам'ятовуючих пристроїв. Логічні пристрої виконують математичні та логічні операції, забезпечують комунікації між пристроями

вводу/виводу, ПЗП, ППЗП, індикаторами, а також здійснюють різні типи регулювання (пропорційне, інтегральне і диференціальне).

Логічні і математичні операції здійснюються на базі операційних (диференціальних) підсилювачів.

У ПЗП зберігаються програми, що сформовані заводом-виготовлювачем. Алгоритм роботи системи кондиціонування і вентиляції зберігається користувачем в ППЗП.

Спрощена принципова електрична схема й умовне позначення операційного підсилювача приведена на рисунку 2.5.

При подачі на входи схеми 1 сигналів  $x$  і  $y$  на виході буде сформований сигнал:

$$U_p = K_p (y - x),$$

де  $K_p$  — коефіцієнт підсилення, що регулюється опором зворотного зв'язку ( $R_{зз}$ ).

Виходячи з приведених на рисунку 2.5 схем, реалізація функції регулювання з пропорційною, інтегральною і диференціальною складовими (ПД-регулятор) може бути забезпечена схемою, що приведена на рисунку 2.6.

У запам'ятовуючому пристрої контролера містяться різні функції, що здійснюють логічні і математичні операції: ПД-регулятори, схеми порівняння, затримки в часі тощо. Використовуючи існуючі функціональні елементи, можна реалізувати практично будь-який алгоритм роботи системи вентиляції і кондиціонування.

Схема 1.

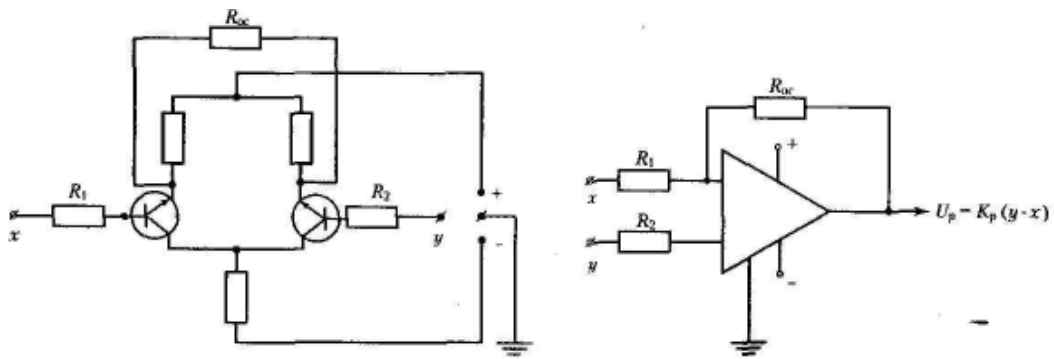


Схема 2.

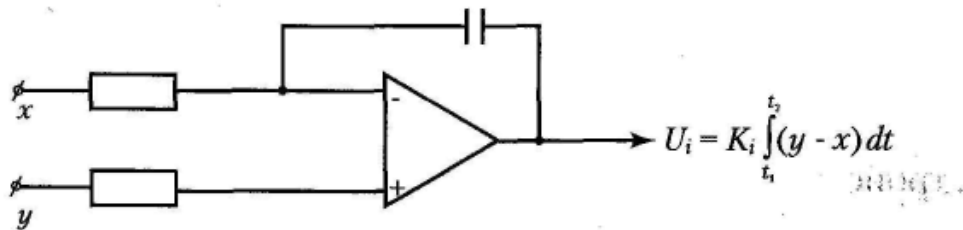


Схема 3.

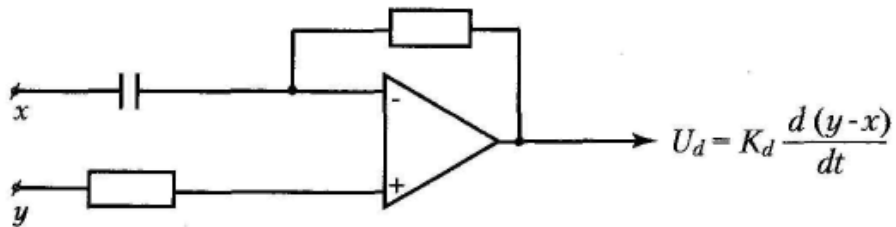


Схема 4.

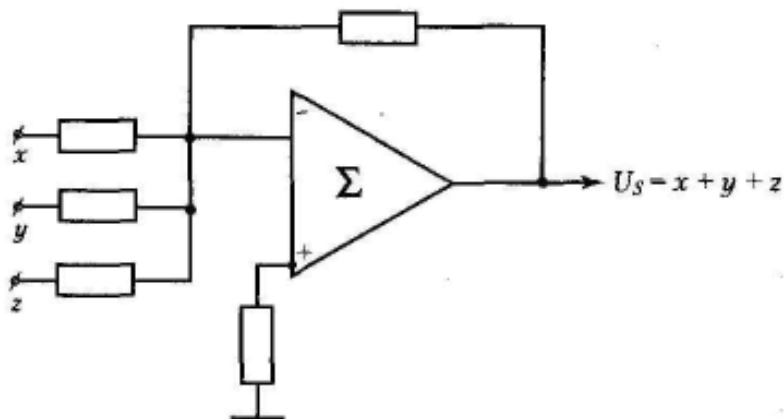


Рисунок 2.5 Реалізація математичних операцій за допомогою операційного підсилювача

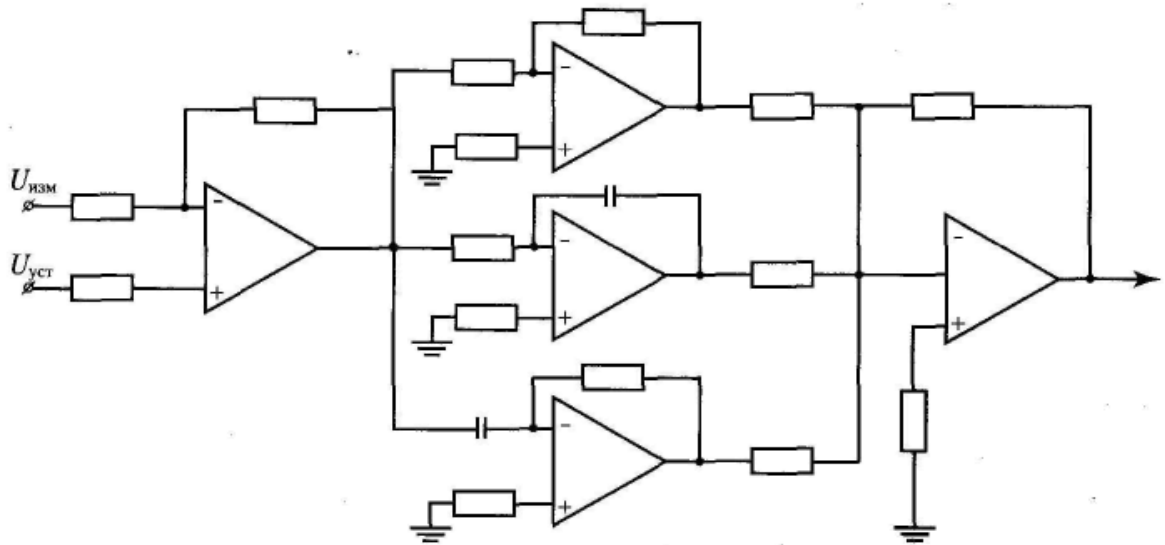


Рисунок 2.6 Принципова схема ПД - регулятора

## 2.9 Розробка схеми автоматики та підбір датчиків і виконавчих механізмів

Для розробки системи автоматизованого керування необхідно спроектувати схему розміщення датчиків і виконавчих механізмів (рисунок 2.7), на якій мають бути показані всі елементи вентиляційної установки, які необхідно контролювати.

Сервоприводи повітряних клапанів (M1 та M2) - використовуються для закриття входів повітряних клапанів у випадку, коли установка не працює та відкриття їх на початку роботи установки.

Сервоприводи живляться напругою 24 В, напруга сигналу керування 0-10В, регулюванням плавне. При відсутності живлення степінь відкриття клапанів може встановлюватись вручну.

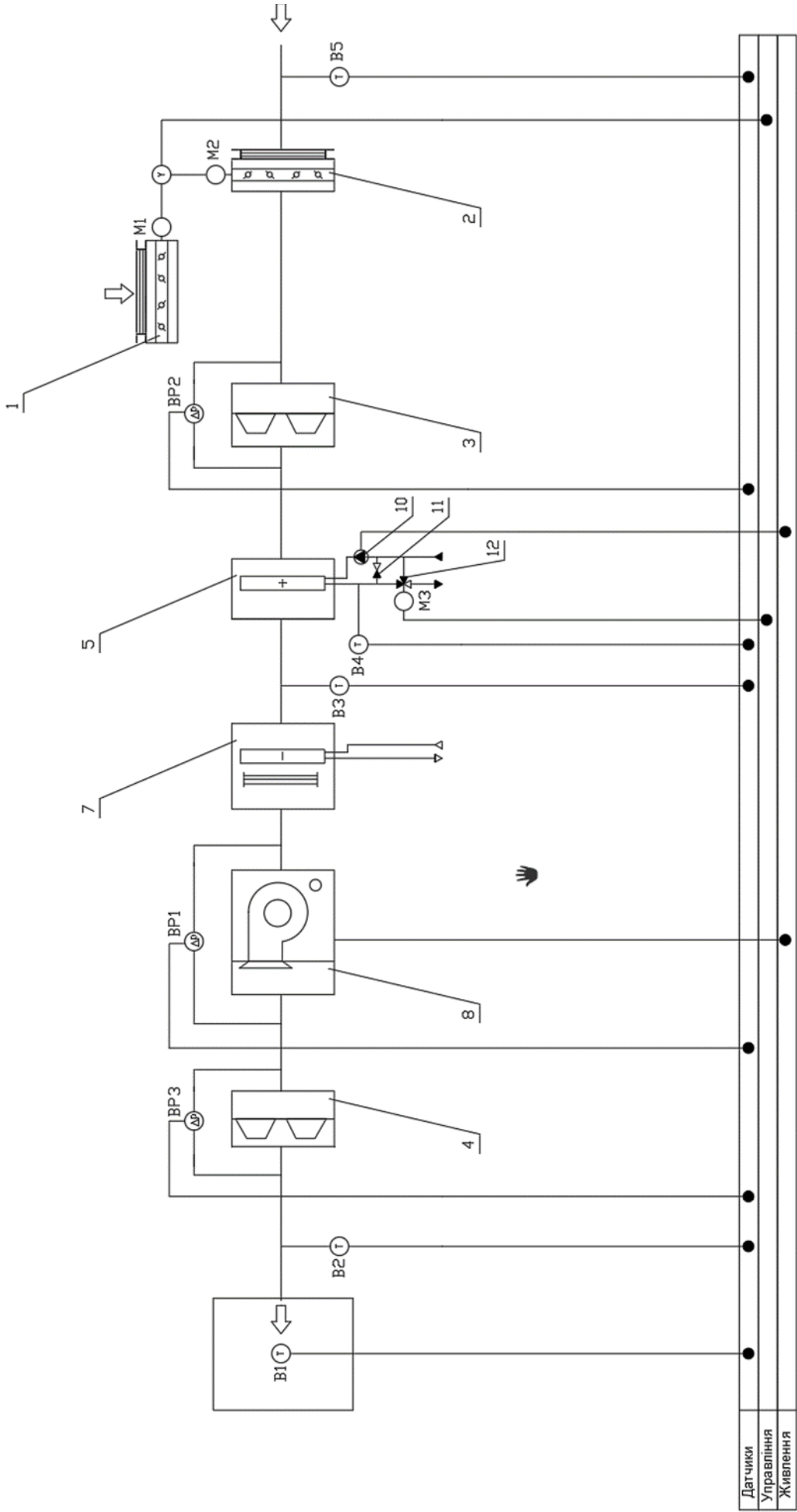


Рисунок 2.7. Структурна схема автоматизації



Технічні дані:

- Живлення: 24В
- Реактивна потужність: 4-5 ВА
- Крутний момент: 16 Нм
- Температура зовнішнього середовища: від –20 до 50 С

Таблиця.2.2. Специфікація елементів автоматики

Позначення	Елемент автоматики	Кількість
В1	Кімнатний давач температури	1
В2	Канальний давач температури	1
ВР2, ВР3	Давачі перепаду тиску на фільтрі	2
ВР1	Давач перепаду тиску на вентиляторі	1
В3	Термостат захисту від замерзання	1
В4	Накладний давач температури	1
М3	Сервопривод триходового клапана	1
М1, М2	Сервоприводи повітряних клапанів	2

Дифманометри (ВР1, ВР2, ВР3 - давачі перепаду тиску) - використовуються для:

- вимірювання перепаду тиску до і після фільтра. Цей перепад тиску вказує на степінь забруднення фільтра.

- вимірювання перепаду тиску повітря до і після вентилятора, що дає можливість отримати інформацію про стан вентилятора. При відсутності різниці тиску формується аварійний сигнал.

Технічні дані:

- Діапазон регулюванням: 20-200 Па і 100-1000 Па
- Управляючий сигнал: 24 В
- Температура зовнішнього середовища: від –30 до 85С

Термостат захисту від замерзання (B3) - використовують для захисту води, що надходить в водяний підігрівач, від замерзання. Якщо температура повітря після водяного підігрівача нижче встановленої (рекомендовано 10 C) відбувається вимикання живлення вентилятора. При перевищенні температури повітря встановленої межі електроживлення вентилятора вимикається і наново починається підігрів повітря.

Основним елементом виробу є біметалевий компонент, який реагує на зміну температури.

Давачі температури (B1,B2,B5) - використовуються для вимірювання і передачі результатів температури в повітропроводах, приміщеннях і зовні приміщень. Давачі температури надсилають пасивний (давач опору) сигнал, що відповідає значенням температури.

Технічні дані:

- Живлення: 15В
- Вихідний сигнал: опір (2,252 Ом=25 C)
- Точність вимірювання: +/-0,2 C
- Діапазон вимірювання: -30 до 50 C

Сервопривід триходового клапана (M3) використовується для управління розходом гарячої води.

Сервопривід живляться напругою 24 В, сигнал керування 0-10 В, регулювання плавне. При відсутності живлення степінь відкривання клапанів може задаватись вручну.

Технічні дані:

- Живлення: 24 В
- Потужність: 4-5ВА
- Притискна сила: 150Н
- Степінь захисту IP 40

Накладний давач температури (В4) використовують для вимірювання і надсилання результатів температури зворотної води. Давач температури надсилає пасивний (давач опору) сигнал, який відповідає виміряній температурі.

Технічні дані:

- Живлення: 15В
- Вихідний сигнал: опір (2,252 Ом=25 С)
- Точність вимірювання: +/-0,2 С
- Діапазон вимірювання: від 0 до 110 С

## **2.10 Обґрунтування вибору і характеристики керуючого контролера**

Для контролю і корекції потрібних параметрів роботи вентиляційної установки обираємо універсальний контролер CORRIGO L-10, який відповідає необхідним експлуатаційним вимогам і пропонує простоту налаштувань, високу надійність і зрозумілу для користування систему візуалізації інформації і аварійних ситуацій.

Контролер CORRIGO L-10 використовується для формування необхідного температурного режиму шляхом автоматизованого управління роботою систем вентиляції і кондиціонування повітря. Контролер може бути налаштований для режимів нагрівання, охолодження, а також для управління повітряними заслінками зони змішування. При цьому робочі характеристики можуть бути відредаговані у відповідності до конкретного типу системи технологічного обладнання.

Аналогові входи використовуються для під'єднання перетворювачів температури (тип Pt1000), що входять до конструкцій систем вентиляції і кондиціонування повітря.

Цифрові входи використовуються для контролю стану вентиляторів, циркуляційних насосів, зовнішнього обладнання аварійної і пожежної сигналізації.

Аналогові виходи із сигналом керування 0...10 В використовуються для управління виконавчими механізмами.

Цифрові виходи призначені для здійснення вмикання/вимикання вентиляторів, компресорно-конденсаторних блоків, циркуляційних насосів, а також для подачі аварійного сигналу диспетчеру.

Система меню забезпечує користувачам різні рівні доступу. Це дозволяє запобігти некваліфікованій роботі з контролером.

#### Технічні характеристики

Живлення	24 В +/- 15%
Споживана потужність	3 ВА
Робоча температура	0...50 °С
Вологість	максимум 90%
Розміри	105×110×59 мм
Клас захисту	IP20 корпус IP40 передня панель
Кріплення	на DIN-рейку
Клеми	під гвинт для електропроводки 2,5 мм
Аналоговий вхід	4 (під зовнішні давачі, тип Pt1000)
Дискретний вхід	4 (слабкострумний з гальванічною розв'язкою)
Аналоговий вихід	3 (0...10 В, 5мА, захист від КЗ)
Дискретний вихід	2 для напівпровідникового реле 24 В, 0,5А 3 релейних виходи 230В 5А
Пам'ять	час збереження змінених даних – постійно

збереження 48 год після відключення живлення

Дисплей	РК-дисплей , 2 рядка по 16 знаків
Аварійний вихід	червоний світлодіод
Аналоговий вхід	давачі температури
AL1	давач температури зовнішнього повітря
AL2	давач температури в приміщенні
AL3	давач температури у вхідному повітропроводі
AL4	давач зворотної води (при водяному калорифері)
Дискретний вхід	статус стану контрольованого об'єкта й аварії
DL1	стан вентилятора
DL2	стан циркуляційного насоса
DL3	таймер/кнопка включення
DL4	сигнал пожежі
Аналоговий вихід	0...10 В
AO1 Y1	нагрів
AO2 Y2	теплообмінник, камера рециркуляції
AO3 Y3	охолодження
Дискретний вихід	
DO1	1-а ступінь охолодження
DO2	2-а ступінь охолодження або захист від замерзання
DO3	керування вентилятором
DO4	керування циркуляційним насосом
DO5	подача сигналу аварії

## 2.11. Розробка та розрахунок принципів схем з'єднань

Принципова схема з'єднань – це схема, що показує зв'язок окремих компонентів засобів автоматизації за допомогою умовних позначень.

Принципові схеми з'єднань проектованої автоматизованої системи кондиціонування та вентиляції повітря приведені на рисунках 2.8 та 2.9.

Аналогові входи контролера (AL1-AL4) потрібно скомутувати з давачами температури зовнішнього, кімнатного та каналного повітря відповідно, а також з давачем зворотної води калорифера (рисунок 2.8).

Дискретні входи контролера комуються наступним чином (рисунок 2.8).

На вхід DL1 через пресостат вентилятора буде надходити сигнал про режим роботи вентилятора. В випадку нормальної роботи вентиляційного обладнання різниця між тисками до і після вентилятора має бути допустима. Якщо ж різниця тиску виходитиме за граничні норми, то має вмикатись пресостат (нормально відкритий контакт) і з дискретного виходу DO5 надходитиме сигнал 24 В.

На вхід DL2 через нормально відкритий (НВ) контакт магнітного пускача КМ3 надходитиме сигнал про режим роботи циркуляційного насосу.

На вхід DL3 для забезпечення ручного управління вентиляційною установкою встановлено двопозиційний вимикач SA2.

Вхід DL4 використовується для протипожежного захисту. Сигнал на цей вхід буде надходити через НВ контакт електромагнітного реле К1. При відсутності пожежі контакт має бути замкнутий, а при пожежі контакт розмикається.

Загальним виходом для DL1-DL4 є вихід DL+.

Дискретні виходи контролера комуються наступним чином (рисунок 2.9).

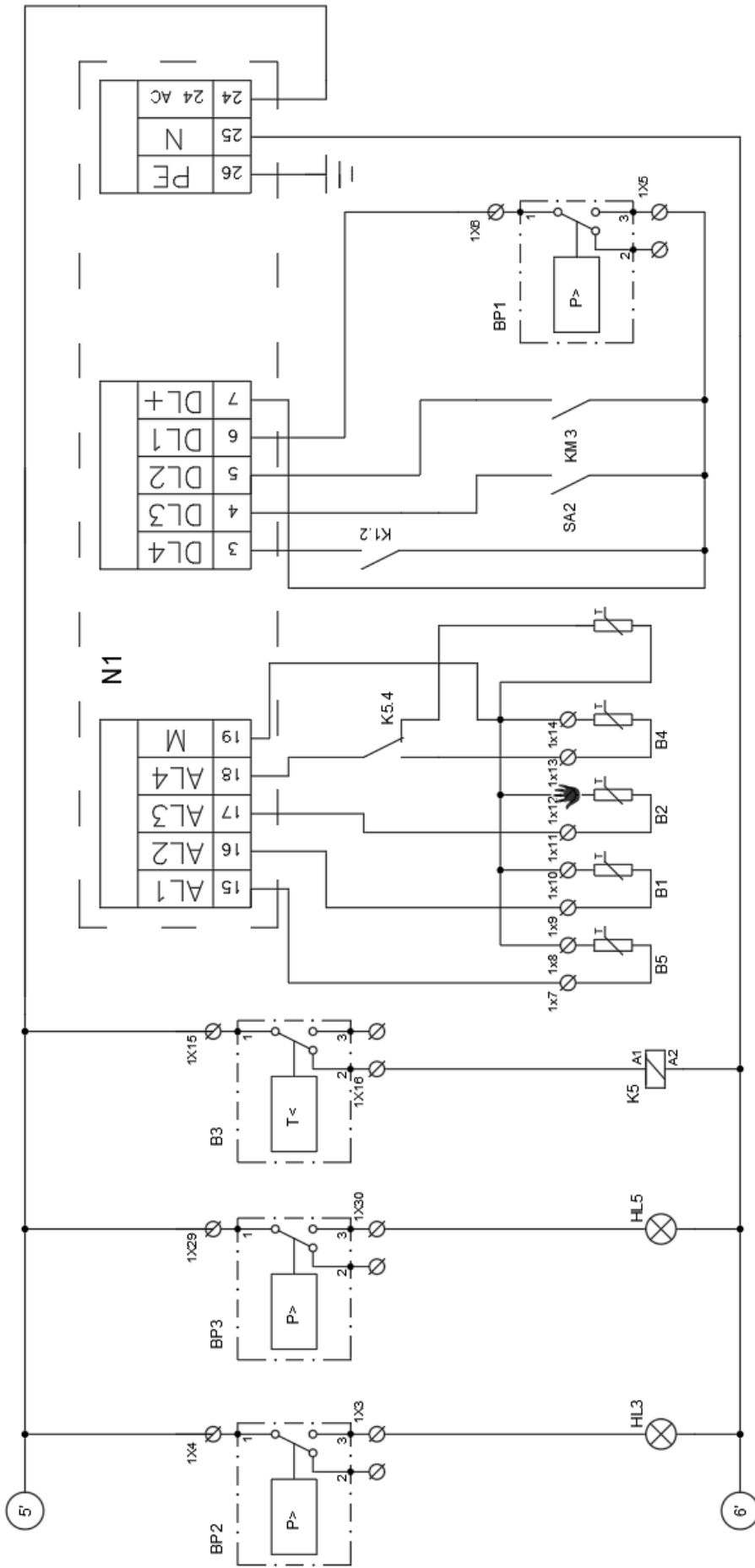


Рисунок 2.8. Принципова схема з'єднань

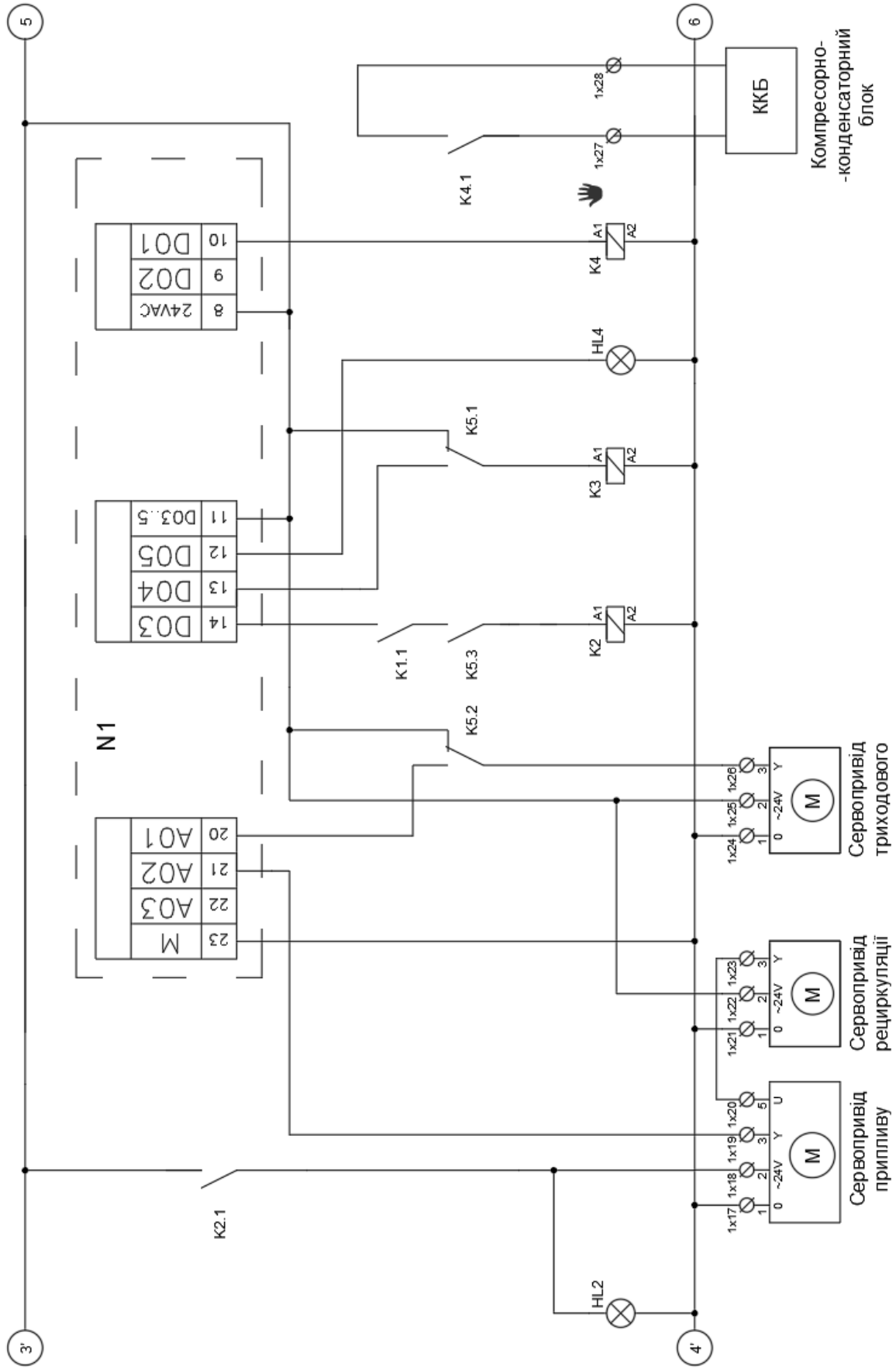


Рисунок 2.9. Принципова схема з'єднань



Вихід DO1 використовується для вмикання компресорно-конденсаторного блоку (ККБ), тобто формування сигналу 24 В на котушку електромагнітного реле К4. Коли повітря потрібно охолодити цей вихід буде активним.

Вихід DO3 застосовується для управління роботою вентилятора. Сигнал величиною 24 В надходить через НВ контакти електромагнітних реле К1, К5, на котушку електромагнітного реле К2, яке формує сигнал для пуску вентилятора. Електромагнітні реле К1, К5 використовуються для протипожежного і проти замерзаючого захисту.

Вихід DO4 використовується для управління роботою насосу. Сигнал 24 В надходить через НВ контакти електромагнітного реле К5, на котушку електромагнітного реле К3, яке формує сигнал для запуску насосу. Для уникнення безпеки замерзання води на котушку К3 також через нормально закритий (НЗ) контакт буде надходити прямий сигнал 24 В.

До виходу DO5 (24 В) під'єднана лампочка HL4 для візуалізації контролю за аваріями.

Аналогові виходи АО1-АО3 чітко залежать від налаштованої конфігурації (рисунок 2.9).

Вихід АО1 з вихідним сигналом 0..10 В застосовується для управління роботою сервоприводу триходового клапану. Сигнал надходить на сервопривод через НВ контакт електромагнітного реле К5. Для уникнення безпеки замерзання паралельно до живлення НЗ під'єднано контакт реле К5.

Вихід АО2 з вихідним сигналом 0..10 В застосовується для управління роботою сервоприводів змішувальної камери. Ці сервоприводи працюють у протифазі. Живлення 24 В надходить на сервопривод через НВ контакт електромагнітного реле К2, який замикається при вмиканні установки, а на сервопривод рециркуляції напряму.

Для візуалізації контролю роботи вентиляційної установки під'єднано лампочку HL2.

Для захисту від замерзання сигнал на котушку електромагнітного реле К5 під'єднано через термостат. Для сигналізації про забруднення фільтра використовується лампочка HL3, сигнал на яку буде надходити через пресостат фільтра.

Для живлення контролера Corrigo L-10, лампочок, виконавчих механізмів (сервоприводів) використовується трансформатор 220/24 В.

Проведемо розрахунок потужності трансформатора. З цією метою за паспортними даними споживачів розраховуємо їх споживану потужність.

$P_k = 3 \text{ ВА}$  – потужність контролера.

$P_l = 1 \text{ ВА}$  – потужність лампочки.

$P_{л.з} = n * P_l = 4 * 1 = 4 \text{ ВА}$  .

$P_c = 5 \text{ ВА}$  – потужність сервоприводу.

$P_{с.з} = n * P_c = 3 * 5 = 15 \text{ ВА}$

$P_r = 2 \text{ ВА}$  – потужність електромагнітного реле.

$P_{р.з} = n * P_r = 3 * 2 = 6 \text{ ВА}$

$P_{ЗАГ} = 3 + 4 + 15 + 6 = 28 \text{ ВА}$ .

Отже, для живлення споживачів потрібно використовувати трансформатор потужністю не менше 28 ВА .

## **2.12. Розробка та розрахунок принципів електричних схем живлення**

Проектування систем електроживлення здійснюють на основі завдання на проектування, функціональної схеми автоматизації, принципів електричних схем з'єднань (рисунок 2.10).

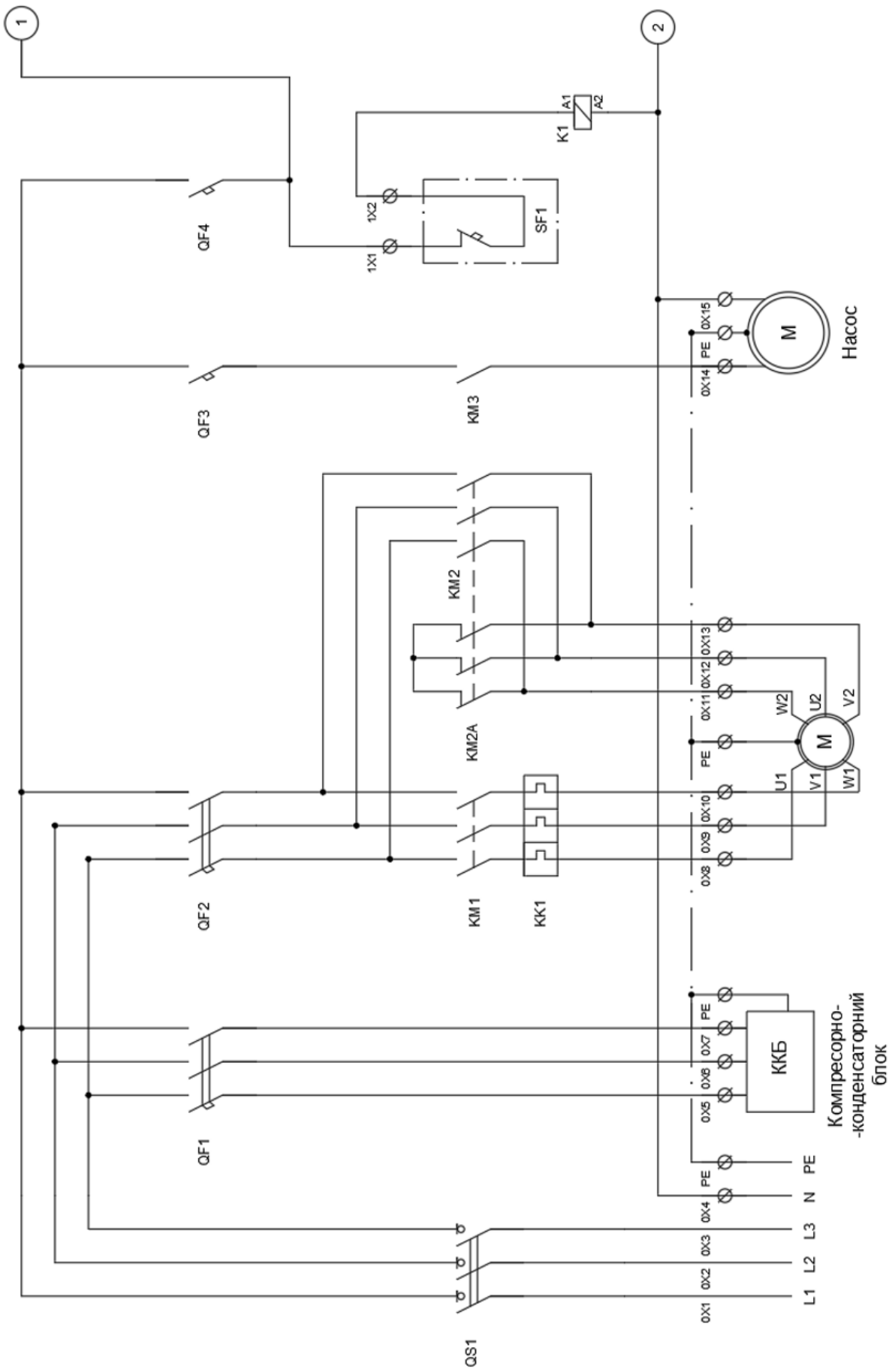


Рисунок 2.10. Принципова схема електроживлення

Принципову електричну схему живлення проектують у такій послідовності: розраховують джерела живлення; щити системи автоматизації; проектується мережа живлення; розподільча мережа; планується принципова схема електроживлення.

У щитах розміщують апаратуру захисту та керування електроживленням мережі. Вибір напруги живлення мережі визначається напругою у колах живлення приладів і засобів автоматизації з урахуванням рівнів напруги, що використовуються у системі постачання енергії автоматизованого об'єкту.

Визначення числа фаз і проводів живильної мережі здійснюється в залежності від числа фаз і напруги живлення засобів автоматизації.

Номінальна напруга обладнання захисту повинна не менша номінальної напруги мережі, а номінальний струм автомату захисту – більший розрахунковому струму кола .

Визначення струму спрацювання автоматів здійснимо за наступними формулами:

$$I = \frac{P_H}{U_H \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi}, \text{ - для трифазного струму;}$$

$$I = \frac{P_H}{U_H \cdot \cos\varphi}, \text{ - для однофазного струму;}$$

де,  $P_H$  – номінальна потужність електроспоживача, Вт;

$U_H$  – номінальна напруга електроспоживача, В;

$\cos\varphi$  - коефіцієнт потужності.

Згідно паспортних даних споживачів визначаємо номінальний струм автоматів.

Для компресорно-конденсаторного блоку (QF1):

$$I_{к.к.б.} = \frac{P_1}{U_H \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi} = \frac{11000}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.8} = 21,3 \text{ A}; I_{к.к.б.} = 25 \text{ A}$$

Для електродвигуна вентилятора (QF2):

$$I_{e.} = \frac{P_2}{U_H \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi} = \frac{3000}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.8} = 5,8A : I_e = 6A$$

Для циркуляційного насосу (QF3):

$$I_n = \frac{P_3}{U_H \cdot \cos\varphi} = \frac{1000}{220 \cdot 0.8} = 5,6A : I_e = 6A$$

Для слабострумних споживачів, а також для реле (QF4):

Оскільки, реактивна потужність  $Q = UI$ , то повна потужність слабострумних споживачів становить:

$$P_c = Q \cdot \cos\varphi = 28 \cdot 0,9 = 25,2Bm$$

Потужність пускачів і реле становить:

$$P_{з.н} = n \cdot P_n = 5 * 3 = 15Bm$$

$$I_c = \frac{P_c + P_{з.н}}{U_H \cdot \cos\varphi} = \frac{25,2 + 15}{220 \cdot 0,9} = 0,2A : I_c = 1A$$

Додавши потужності всіх споживачів визначимо номінальний струм роз'єднувача (QS1).

$$P_3 = P_1 + P_2 + P_3 + P_{з.н} + P_c = 11000 + 3000 + 1000 + 25,2 + 15 = 15040,2 \text{ Вт}$$

$$I_p = \frac{P_3}{U_H \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi} = \frac{15040,2}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.8} = 29A : I_p = 32A$$

Вважаючи, що електродвигун вентилятора є двошвидкісним (зірка-трикутник), виконаємо відповідно до цього під'єднання живлення двигуна. Для цього напруга, на виході автомата QF2 надходить на пускачі КМ1 та КМ2. Для під'єднання першої швидкості (зірка) на пускач КМ2 монтуємо допоміжні НЗ контакти. Для захисту двигуна вентилятора від перенавантаження до пускача КМ1 комутуємо теплове реле КК1.

Розрахуємо струм пускачів, допоміжних контактів, і теплового реле.

При зірковому з'єднанні струм пускача КМ1 визначається:

$$I_g = I_n = 5,8A$$

Пускач КМ1 вибираємо з комутаційним струмом 6А.

При з'єднанні в трикутник струм пускача КМ2 становить:

$$I_n = \frac{I_g}{\sqrt{3}} = \frac{5,8}{\sqrt{3}} = 3,3A$$

Пускач КМ2 вибираємо з комутаційним струмом 4А. Допоміжні контакти КМ2 мають витримувати струм 5,8А. Теплове реле підбираємо з границею струму 3,5-6А.

Напруга на котушку пускача КМ1 (1 швидкість ) надходить через НВ контакт реле К2 і НЗ контакт теплового реле КК1. Щоб ввімкнути 2 швидкість (трикутник) необхідно розігнати двигун на першій швидкості (зірка), для цього використовується реле відтермінування запуску КТ1.

Для запуску двигуна циркуляційного насосу використовується пускач КМ3, струм якого становить:

$$I_{n,n} = I_n = 5,6A$$

Пускач КМ3 вибираємо з комутаційним струмом 6А.

### 2.13. Опис щита керування

При перемиканні перемикача SA2 в положення “Вкл.”, на контролер надходить сигнал і з виходу DO3 контролера через контакти реле К1 і К5 подається напруга 24 В на котушку реле К2. Тоді напруга 220 В через контакт реле К2 і НЗ контакт теплового реле КК1 надходить на двигун вентилятора (з'єднання “зірка”). Для перемикання двигуна вентилятора на другу швидкість (з'єднання “трикутник”) необхідно перемкнути перемикач SA1 (положення “2 шв.”) і через певний час, який встановлюється на реле часу КТ1, напруга надійде на котушку пускача КМ2 і замкнуться його контакти.

При перемиканні перемикача SA2 в положення “Викл.” відбудеться розрив ланцюга, двигун зупиниться.

Коли вентилятор запускається, напруга 24 В також надходить на вхідний і рециркуляційний сервоприводи – вони частково відкриваються і потім працюють в протифазі.

При забрудненні фільтру спрацює пресостат фільтру і на лампочку HL3, що міститься на лицевій панелі щита керування, надходить напруга.

При недостатній температурі в приміщенні відносно запрограмованої, на котушку реле К3 надходить напруга 24 В і замикаються його контакти, що призводить до подачі напруги 220 В на котушку пускача КМ3. Таким чином вмикається циркуляційний насос. В залежності від показів давача температури в приміщенні контролер подає сигнал (0-10 В) на сервоприводи жалюзійних клапанів і триходового клапана. У випадку перевищення температури в приміщенні з виходу контролера DO1 надходить напруга на котушку реле К4 і запускається ККБ для охолодження повітря. У випадку появи можливості замерзання зворотної води триходовий клапан повністю відкривається і безперервно починає працювати циркуляційний насос.

## 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1 Огляд інтерфейсу контролера Corrigo L-10

Для налаштування контролера Corrigo L-10 потрібно зайти в головне меню. Це робиться за допомогою клавіш, які розташовані на контролері (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1. Зовнішній вигляд контролера Corrigo L-10

Стрілка нагору – використовується кнопка служить для збільшення обраного значення.

Стрілка вниз – використовується для зменшення обраного значення.

Кнопка ESC – застосовується для зупинки поточної операції або для повернення на один крок назад у меню.

Кнопка OK – застосовується для підтвердження вибору меню.

Тривога – відкриває список аварійних повідомлень.

Якщо в списку більше одного аварійного повідомлення, то їх можна прогортати за допомогою кнопок Стрілка нагору / Стрілка вниз.



Режим вводу застосовується для редагування значення, в головному меню. При виборі даного режиму можна буде змінити потрібне значення. Підтвердження зміни – кнопка ОК, відмова – кнопка ESC. Контролер вийде з режиму вводу через 1 хвилину, якщо не будуть виконуватись ніякі дії.

Для входу в головне меню потрібно натиснути на кнопку ОК і за допомогою клавіш вгору/вниз обрати потрібний розділ.

За допомогою головного меню здійснюється налаштування і конфігурування контролера для управління системами вентиляції і кондиціонування. Головне меню має 6 пунктів.

Система меню має чотири рівні доступу:

1 рівень. Дозволяє переглянути найбільш важливі параметри: стан входів/виходів, запрограмовані параметри, аварійні сигнали.

2 рівень. Дозволяє змінити програмований параметр, час/число. Керуючі виходи можна встановити в ручний режим.

3 рівень. Дозволяє змінити всі програмовані параметри.

4 рівень. Найвищий рівень доступу. Дозволяє задати всі параметри і змінювати конфігурацію системи.

Для введення пароля необхідно увійти в головне меню (клавіша ОК) і вибрати розділ “Пароль” (клавіша ОК).

### **3.2 Конфігурування і встановлення необхідних параметрів контролера**

Контролер Corrigo L-10 можна конфігурувати двома методами: за допомогою майстра по конфігурації чи безпосередньо через текстове меню.

#### **Майстер по конфігурації**

Даний майстер відображає всі параметри конфігурації і виконані налаштування. Проходячи по різних меню і вводячи потрібні дані на кожному кроці можна отримати просту і зручну для читання конфігурацію. Використання даного методу дає можливість заощаджувати час інсталяції.

### **Текстова конфігурація**

Потрібні зміни вводяться безпосередньо через розділи меню, що необхідно, коли потрібно налаштувати кожен параметр окремо. Після відкриття меню конфігурації відображається функція керування, після чого можна зробити введення параметрів у текстовому виді, рухаючи вниз по підменю і налаштовуючи необхідні елемент. При редагуванні одного чи декількох параметрів контролер автоматично перезапуститься після виходу користувача з меню конфігурації.

В відповідності до завдань проекрованої автоматизованої вентиляційної установки необхідно провести наступні налаштування контролера (рисунок 3.2):

#### **А. Функції керування**

Оскільки необхідно підтримувати температуру повітря в приміщенні в заданому діапазоні, то вибираємо пункт 3: Керування кімнатною температурою з обмеженням (мін/макс) температури припливного повітря.

#### **В. Програмування виходів Y1, Y2, Y3**

Оскільки вентиляційна установка володіє модулем нагрівання і рециркуляційною камерою, то обираємо 2: Тепло / Камера рециркуляції /.

#### **С. Тип нагрівача**

Для проекрованої вентиляційної установки обираємо 0: Водяний калорифер.

#### **Д. Захист від замерзання**

Для захисту від замерзання обираємо пункт 1: Активний вихід Y1. Дана функція активізується на виході Y1 коли температура зворотної води калорифера наближається до встановленого значення +7°C.

КОНФІГУРАЦІЯ – Corrigo L10		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Коди конфігурації												
<b>A</b>	<b>Функції керування</b>											
0	Керування температурою припливного повітря	0										
1	Керування температурою припливного повітря з компенсацією по зовнішній температурі	1										
2	Каскадне керування кімнатною температурою	2										
3	Керування кімнатною температурою з обмеженням (мін./макс.) температури припливного повітря	3										
4	Керування кімнатною температурою без датчика припливного повітря	4										
5	Керування температурою припливного повітря з компенсацією по зовнішній температурі чи керування кімнатною температурою з обмеженням по мін/макс.	5										
<b>B</b>	<b>Програмування виходів Y1, Y2, Y3</b>											
0	Тепло / - / -		0									
1	Тепло / Холод / -		1									
2	Тепло / Камера рециркуляції / -		2									
3	Тепло / Камера рециркуляції / Холод		3									
4	Тепло / Пластинчастий теплообмінник / -		4									
5	Тепло / Пластинчастий теплообмінник / Холод		5									
6	Тепло / Роторний теплообмінник / -		6									
7	Тепло / Роторний теплообмінник / Холод		7									
8	Холод		8									
<b>C</b>	<b>Тип нагрівача</b>											
0	Водяной калорифер			0								
1	Електричний калорифер			1								
<b>D</b>	<b>Захист від заморожування</b>											
0	Не активна				0							
1	Активний вихід Y1				1							
2	Активний вихід Y1 з рестартом				2							
<b>E</b>	<b>Режим спостереження</b>											
0	Немає					0						
1	Так					1						
<b>F</b>	<b>Зупинка насоса</b>											
0	Немає						0					
1	Так						1					
<b>G</b>	<b>Функція A11</b>											
0	Немає							0				
1	Зовнішній датчик							1				
2	Зовнішня уставка							2				
<b>H</b>	<b>Функція D11</b>											
0	Аварія вентилятора								0			
1	Стан вентилятора								1			
<b>I</b>	<b>Функція D13</b>											
0	Не активна									0		
1	Таймер									1		
2	Кнопка вкл./викл. установки									2		
3	Аварія, датчик виявлення диму									3		
4	Зовнішня аварія									4		
<b>J</b>	<b>Функція D14</b>											
0	Не активна										0	
1	Обмерзання пластинчастого теплообмінника										1	
2	Аварія, роторний теплообмінник										2	
3	Аварія, що прохолоджує агрегат										3	
4	Аварія, датчик виявлення диму										4	
5	Зовнішня аварія										5	
<b>K</b>	<b>Функція DO1, DO2</b>											
0	Не активна											0
1	DX1 / --											1
2	-- / Захист від обмерзання											2
3	DX1 / Захист від обмерзання											3
4	DX1 / DX2											4
5	DX бінарне включення											5

Рис. 3.2. Функції контролера Corrigo L-10

#### Е. Режим спостереження

Для безперервної підтримки заданої температури вибираємо 1: Так.

#### Ф. Зупинка насоса

Оскільки в теплу погоду не потрібно здійснювати нагрів повітря, то вибираємо 1:Так. Дана функція контролюється по давачу зовнішнього повітря. Циркуляційний насос вимикається, якщо температура ззовні перевищує +6°C.

#### Г. Функція AL1

Будемо використовувати зовнішній давач для вимірювання температури повітря ззовні. Отже вибираємо 1: Зовнішній давач

#### Н. Функція DL1

Вхід DL1 будемо застосовувати для контролю стану вентилятора. Отже, обираємо 1: Стан вентилятора.

#### І. Функція DL3

Вхід DL3 будемо використовувати для вмикання вентилятора. Отже, обираємо 2: Кнопка вкл/викл установки .

#### Л. Функція DL4

Вхід DL4 будемо застосовувати для візуалізації зовнішньої аварії. Обираємо 5: Зовнішня аварія.

#### К. Функція DO1, DO2

Вихід DO1 використовуватимемо для вмикання ККБ. Обираємо 1:DX1/ -

Таким чином, код конфігурації матиме вигляд: 3201.1111.251

Далі потрібно в розділі “Програматор” встановити час вмикання і вимикання установки для автоматичного режиму роботи. Оскільки, згідно завдання температуру в приміщенні необхідно підтримувати безперервно в робочі дні, то налаштуємо час вмикання в 7:00 понеділка, а час вимикання в 18:00 п’ятниці.

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

Важливим питанням забезпечення стійкості роботи під час надзвичайних ситуацій є стійкість до світлового випромінювання.

Внаслідок дії енергії світлового імпульсу на підприємстві може виникнути складна пожежна обстановка, оскільки на зберіганні знаходиться значна кількість етилового спирту, органічних розчинників, готової продукції.

Світлове випромінювання ядерного вибуху є електромагнітним випромінюванням в ультрафіолетовій, видимій і інфрачервоній областях спектру.

Джерелом світлового випромінювання є область що світиться (вогняна куля), що складається з розжарених продуктів вибуху і повітря. З цієї області випромінюється величезна кількість променистої енергії в надзвичайно короткий проміжок часу, унаслідок чого відбувається швидкий нагрів опромінюваних предметів, обуглювання або запалювання горючих матеріалів і опік живих тканин.

На частку світлового випромінювання припадає 30...40 % всієї енергії атомного або термоядерного вибуху. На відкритій місцевості світлове випромінювання має великий радіус дії в порівнянні з ударною хвилею.

Основним параметром, що характеризує вражаючу дію світлового випромінювання, є світловий імпульс ИСВ. Світловий імпульс – це кількість світлової енергії, випадаючої на 1 м<sup>2</sup> освітлюваної поверхні, що перпендикулярна до напрямку розповсюдження випромінювання, за весь час дії вибуху (вогняної кулі).

В системі СІ світловий імпульс вимірюється в джоулях на квадратний метр Дж/м<sup>2</sup>. Тривалість світлового імпульсу  $t_c$ , с, залежить від потужності боєприпасу і визначається за формулою:

$$t_c = \sqrt[3]{q}$$

де  $q$  – потужність боєприпасу, кт.

Світловий імпульс в даній точці пропорційний потужності ядерного вибуху і обернено пропорційний квадрату відстані до центру вибуху. На світловий імпульс також впливають вид ядерного вибуху, стан (прозорість) атмосфери і інші чинники.

При наземних вибухах світловий імпульс на поверхні землі при тих же відстанях буде приблизно на 40 % меншим ніж при повітряних вибухах такої ж потужності. Пояснюється це тим, що в горизонтальному напрямі випромінюється не вся поверхня сфери вогняної кулі, а лише половина сфери, хоча і більшого радіусу.

Якщо земна поверхня добре відбиває світло (сніговий покрив, асфальт, бетон і ін.), то сумарний світловий імпульс (прямий і відбитий) при повітряному вибуху може бути більше прямого в 1,5...2 рази.

В атмосфері завжди відбувається ослаблення променистої енергії через розсіювання і поглинання світла частинками пилу, диму, краплями вологи (туман, дощ, сніг). Ступінь прозорості атмосфери прийнято оцінювати коефіцієнтом  $K$ , що характеризує ступінь ослаблення світлового потоку. Вважається, що в великих промислових містах ступінь прозорості атмосфери можна характеризувати видимістю в 10...20 км; в приміських районах — 30...40 км, а в районах сільської місцевості, де ступінь забруднення повітря найменший, видимість досягає 60...80 км.

Світлове випромінювання, падаючи на об'єкт, частково поглинається, частково відбивається, а якщо об'єкт пропускає випромінювання, то частково проходить крізь нього. Скло, наприклад, пропускає більше 90 % енергії світлового випромінювання.

Уражаюча дія світлового випромінювання визначається поглиненою частиною енергії світлового імпульсу, яка, перетворюючись на теплову, нагріває опромінюваний об'єкт. Світлове випромінювання, впливаючи на незахищених людей, викликає опіки відкритих ділянок тіла і вражає очі. Залежно від світлового імпульсу опіки поділяються на чотири ступені (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 Характеристика опіків відкритих ділянок тіла людини

Степінь опіку	Світловий імпульс кДж/м <sup>2</sup>	Характер ураження	Наслідки опіку для уражених
Перша	100...200	Почервоніння і припухлість шкіри, що супроводжується деякою хворобливістю	Не втрачають працездатності і не потребують спеціального лікування. Опіки заживають порівняно швидко
Друга	200...400	Утворення на шкірі пухирців, наповнених рідиною	Як правило, втрачають працездатність і потребують лікування
Третя	400...600	Повне руйнування шкіряного покриву по всій його товщині, утворення язв	Потребують тривалого лікування. Якщо не застосовувати пересадку шкіри, на місці ураження утворюються шрами
Четверта	Більше 600	Омертвіння підшкірної клітковини, м'язів і кісток, обвуглення	Потребують тривалого лікування. Можливий смертельний результат

Нижні межі світлових імпульсів, що викликають опіки, відносяться до вибухів малої потужності, верхні – великої потужності, оскільки при більш потужному вибуху світлова енергія імпульсу виділяється протягом відносно більшого періоду часу, тобто повільніше, ніж при вибуху меншої потужності. Протягом більшого часу дії світлового випромінювання частина поглиненої світлової енергії встигає проникнути в більш глибокі тканини тіла людини. В той же час, при короткому світловому імпульсі, світлова енергія поглинається тільки верхніми шарами її шкіряного покриву.

Небезпека опіків для життя залежить не тільки від ступеня опіку, але і від розміру ураженої площі тіла. Тому опік першого ступеня по всьому тілу може виявитися більш небезпечним, ніж третього ступеня на невеликій ділянці.

В результаті дії світлового випромінювання на матеріали може відбутися їх розтріскування, плавлення, обвуглювання або запалювання.

Ступінь ураження будь-якого матеріалу під дією світлового випромінювання при одному і тому ж світловому імпульсі залежить від коефіцієнта поглинання, фізичних властивостей (густини, теплоємності, теплопровідності), товщини матеріалу і інших чинників. Матеріали темного

кольору більше поглинають світлове випромінювання, ніж світлі, а тому ушкоджуються швидше. Предмети, забарвлені чорною фарбою, поглинають близько 96 % світлового випромінювання, а білою — 18 %.

Чим більша потужність ядерного вибуху, тим більший світловий імпульс потрібен для запалювання одного і того ж матеріалу. Це пояснюється тим, що при великій потужності вибуху опромінювання світлом матеріалу триває довше. За цей час частина тепла втрачається за рахунок проникнення з поверхні в глибину матеріалу в результаті його теплопровідності.

Дія світлового випромінювання ядерного вибуху на будівлі і споруди об'єктів народного господарства виявляється у виникненні загорянь і пожеж, що викликають руйнування і знищення матеріальних цінностей, у ряді випадків перевершуючи по масштабах руйнування від ударної хвилі.

За оцінкою фахівців пожежної служби мінімальним розрахунковим світловим імпульсом, що викликає загоряння і пожежі, може бути імпульс в 100... 150 кДж/м<sup>2</sup>, при якому відбувається запалювання горючих матеріалів (сіна, соломи, стружки, обривків газетного паперу, сухого сміття і інших легкозаймистих речовин). Тому скупчення займистого сміття поблизу будівель – реальна загроза виникнення пожежі.

Межа вогнестійкості будівельної конструкції – це період часу в годинах від початку дії вогню на конструкцію до утворення в ній наскрізних тріщин або до досягнення температури 200 °С на поверхні, протилежній дії вогню, або до втрати конструкцією несучої здатності (обвалення).



## ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі було здійснено конструювання системи автоматизованого керування вентиляційним обладнанням.

З розрахунків проведених у кваліфікаційній роботі зрозуміло, що дана система автоматизованого керування є не тільки зручною, але й такою, що виконує протягом тривалого часу контроль за параметрами роботи вентиляційної системи і має можливість контролювати ці параметри.

Система автоматизованого керування дозволяє користувачу управляти процесом роботи системи вентиляції, зводячи роль технічного персоналу до перевірки обладнання, а також ремонту в випадках порушень роботи системи, що сприяє зменшенню використання людського ресурсу.

Наявність системи такого типу є гарантом безпеки в приміщенні, де ця система встановлена, адже найбільш небезпечні для людини складові процесу знаходяться під контролем системи, якою в свою чергу керує сама людина.

Сконструйована система автоматизованого керування відповідає усім вимогам, поставленим до неї в завданні.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні рекомендації з виконання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт бакалаврів спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / ТНТУ ім. І. Пулюя; уклад. А.Г. Микитишин, М.М. Митник. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – 68 с.
2. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха / Г.В.Нимич, В.А Михайлов, Е.С.Боднарь.- К.:ТОВ “Аванпост-Прим ”2003.- 630с.
3. Ананьев В.А., Балужева Л.Н., Гальперин А.Д. Системы вентиляции и кондиционирования. - 2001, 416с.
4. І.Т. Стрепко, О.В. Тимченко, Б.В. Дурняк. Проектування систем керування на однокристальних мікро-ЕОМ. – К.: Фенікс, 1998.
5. Губський А.І. Цивільна оборона. - К.: Міністерство освіти, 1995. -216с.
6. Каталог обладнання для вентиляції і кондиціонування повітря. VTS CLIMA –2001.-347с.
7. Комплексная автоматизация производства. / Л.И. Волчкевич, М.П. Ковалев, М.М. Кузнецов. - М.: Машиностроение, 1983. - 269 с.
8. Настройка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие /А.С. Ключев, А.Т. Лебелев, С.А. Ключев, А.Г. Товарнов; под ред. А.С Ключева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздаг, 1989. - 368 с.
9. Житецький В.Ц. Основи охорони праці.- Львів: Афіша, 2000.- 350с.
10. Губський А. І., Цивільна оборона.- К.: Міністерство освіти, 1995. - 216 с.
11. Пістун І.П., “Безпека життєдіяльності” – Суми: Університетська книга, 2000, - 302с.
12. Прищеп Л.Г. Учебник сельского электрика-М.:Колос,1982.-512с