

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Кафедра комп'ютерних наук
Секція комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ А. С. Довбиш

— “ _____ “ 2018 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

за спеціальністю 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"
Методи та засоби регулювання параметрів мікроклімату в офісному приміщенні

Магістрант:

студентка гр. СУ.м-71

Блужан А.В.

Керівник роботи

к.т.н., доцент

Черв'яков В.Д.

Суми – 2018

Міністерство освіти і науки України

Сумський державний університет
Кафедра комп'ютерних наук
Секція комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ А. С. Довбиш

— “ _____ ” 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську роботу студенту

Блужан Альоні Володимирівні

1. Тема проекту: Методи та засоби регулювання параметрів мікроклімату в офісному приміщенні. Затверджено наказом ректора університету від 19 жовтня 2018 р. № 2246 – III.
2. Термін здавання студентом завершеної роботи "11" грудня 2018р.
3. Вихідні дані до проекту: технічна документація та перелік літературних джерел з матеріалами опису і автоматизації технологічного процесу відповідної установки.
4. Зміст матеріалів роботи: аналіз сучасного стану системи управління кліматом в офісному приміщенні; опис системи автоматизації; розроблення відповідних схем автоматизації; проектування програмного забезпечення та людино-машинного інтерфейсу.
5. Перелік графічних матеріалів: функціональна схема автоматизації, структурні схеми підсистем підтримки температури, вологості, освітлення та концентрації вуглекислого газу, схема електрична принципальна димера.

6. Календарний план

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок - кінець)
1	Аналіз проблем. Складання задач. Підбір та аналіз літератури.	18.09.2018 – 20.09.2018
2	Розгляд загальних технологічних питань.	21.09.2018– 1.10.2018
3	Підбір необхідного обладнання.	2.10.2018 – 25.10.2018
4	Розроблення основних схем автоматизації.	26.10.2018 – 29.10.2018
5	Алгоритмізація процесів функціонування	30.10.2018 – 16.11.2018
6	Моделювання характеристик фотоелектричних модулів.	17.11.2018 – 27.11.2018
7	Створення програмного забезпечення та людино-машинного інтерфейсу.	28.11.2018 – 06.12.2018
8	Технічне оформлення роботи. Здача керівнику.	08.12.2018 – 11.12.2018

7. Дата видачі завдання "08" вересня 2018 р.

Керівник проекту:

к.т.н, доцент

Черв'яков В.Д.

До виконання прийняв:

студент-магістрант

групи СУ.м-71

Блужан А.В.

РЕФЕРАТ

Блужан Альона Володимирівна. Методи та засоби регулювання параметрів мікроклімату в офісному приміщенні. Магістерська робота. Сумський Державний Університет, Суми, 2018 р.

Робота містить 89 сторінок, 33 рисунка, 22 таблиці; конструкторську документацію, що містить 5 креслення. При виконанні магістерської роботи було використано 38 літературних джерел.

Робота присвячена методам й засобам автоматичного регулювання параметрів повітряного середовища в офісних приміщеннях класів В і С. Запропоновано рішення щодо автоматизації керування параметрами клімату, що підлягають контролю в обслуговуючому приміщенні. Робота пройшла апробацію шляхом участі у Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт від (I тур, м. Суми, СумДУ, 2018 р.)

Об'єктом детального вивчення є процеси кліматозабезпечення у середовищі перебування людини. Була вивчена технічна документація по даному об'єкту: загальні відомості; характеристики мікроклімату в офісних приміщеннях класів В і С, структурна взаємодія системи керування кліматом з її основними підсистемами. Також було підбрано та розраховано елементи для підсистем керування параметрами, розроблено функціональну схему автоматизації. Написано програмне забезпечення для контролера та створено людино-машинний інтерфейс, що являє собою складову SCADA системи, яка забезпечує візуалізацію системи управління кліматом в офісному приміщенні. В якості середовища розробки програмного забезпечення було обрано наступні програми: середовище програмування FLProg, Modbus Universal MasterOPC Server та середовище візуалізації SCADA SimpLight.

Ключові слова: мікроклімат, офіс, вентиляція, температура, відносна вологість, концентрація вуглекислого газу, кондиціонування.

ABSTRACT

Bluzhan Alona Vladimirovna. Methods and means of regulation of microclimate parameters in office premises. Master thesis. Sumy State University, Sumy, 2018

The work contains 89 pages, 33 figures, 22 tables; design documentation containing 5 drawings. During the master's thesis, 38 literary sources were used.

The work is devoted to methods and means of automatic regulation of airspace parameters in office premises of classes B and C. The decision is made for automation of control of climate parameters that are subject to control in the service room. The work was tested by participating in the All-Ukrainian contest of student research papers from (I round, Sumy, Sumy State University, 2018).

The object of a detailed study are the processes of climate maintenance in the environment of human habitation. The technical documentation for this object was studied: general information; characteristics of the microclimate in the offices of classes B and C, the structural interaction of the climate control system with its main subsystems. Elements for parameters control subsystems were also selected and calculated, a functional scheme of automation was developed. Written software for the controller and created a human-machine interface that is part of the SCADA system that provides visualization of the climate control system in the office space. The following software was selected as a software development environment: the FLProg programming environment, Modbus Universal MasterOPC Server, and the SimpLight SCADA visualization environment.

Key words: microclimate, office, ventilation, temperature, relative humidity, concentration of carbon dioxide, conditioning.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	9
ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В ОФІСНИХ ПРИМІЩЕННЯХ	12
1.1 Класифікація офісних приміщень	12
1.2 Аналіз сучасного стану систем управління кліматом в офісних приміщеннях.....	15
1.3 Характеристики мікроклімату в офісних приміщеннях класів В і С.....	18
1.3.1 Сучасні системи регулювання параметрів мікроклімату.....	20
1.4 ОБ’ЄКТ І ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ	24
1.5 ВИСНОВКИ. ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ	24
РОЗДІЛ 2 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ СИСТЕМИ КЛІМАТ- КОНТРОЛЮ	26
2.1 Опис типової схеми автоматизації клімат контролю класів В і С	26
2.1.1 Підсистема підтримки температури повітря в приміщенні	27
2.1.2 Підсистема підтримки відносної вологості повітря в приміщенні	29
2.1.3 Підсистема підтримки рівня освітленості в приміщенні.....	30
2.1.4 Підсистема підтримки концентрації вуглекислого газу в повітрі.....	30
2.2 Висновки	31
РОЗДІЛ 3 ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	32
3.1 Підсистема підтримки температури повітря в приміщенні	32
3.2 Підсистема підтримки вологості повітря в приміщенні	44
3.3 Підсистема підтримки рівня освітленості в приміщенні	50
3.4 Підсистема підтримки концентрації вуглекислого газу в повітрі.....	53
3.5 Вибір мікроконтролера	54
3.6 Висновки	56
РОЗДІЛ 4 АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ КЛІМАТ- КОНТРОЛЮ	57
4.1 Алгоритм управління процесами функціонування СКК.....	57
4.2 Програмування в середовищі FLProg	63
4.3 Висновки	65
РОЗДІЛ 5 ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ СИСТЕМИ КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ В ОФІСНОМУ ПРИМІЩЕННІ	66
5.1 Загальні відомості про SCADA систему	66
5.2 OPC – сервер MasterOPC Universal Modbus Server	67

5.3 Середовище візуалізації SCADA SimpLight	70
5.4 Висновки	73
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	76
Додаток А Конструкторська документація	80
Додаток Б Схеми електричного підключення елементів	81
Додаток В Технічний опис мікроконтролера Maple Mini	83
Додаток Г Програма симуляції програмованого мікроконтролера	88
Додаток Д SCADA-система управління кліматом в офісному приміщенні.....	93

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСУТП	- автоматизована система управління технологічним процесом
ОП	- офісне приміщення;
ДСН	- державні санітарні норми;
СКК	- система клімат-контролю;
СВ	- система вентиляції;
СКП	- система кондиціонування повітря;
ПК	- персональний комп'ютер;
ДВЗ	- двигун внутрішнього згорання;
СУ	- система управління;
НДІ	- науково-дослідний інститут;
БНіП	- будівельні норми і правила;
SCADA	- Supervisory Control and Data Acquisition.

ВСТУП

В останні роки спостерігається неухильне зростання потреби в чистих приміщеннях невиробничого типу високої якості. Така тенденція викликана збільшенням чисельності компаній, невеликих фірм, розширенням адміністративних пунктів. Офіси займають широку нішу в сфері послуг та розробки інтелектуальної продукції. Сучасна офісна нерухомість, незважаючи на економічну кризу, продовжує користуватися попитом.

Навколишнє середовище, в якій працює людина, безпосередньо впливає на його здоров'я, самопочуття і, як наслідок, на його працездатність і продуктивність. Забезпечення комфортних та безпечних умов праці робітників є важливим завданням для роботодавця. Тому актуальною на цей час науково-технічною проблемою є розробка і технічна реалізація типових систем автоматичного контролю і регулювання параметрів мікроклімату в офісних приміщеннях.

Облаштоване робоче місце офісного працівника - це не тільки меблі і офісна техніка, а також в першу чергу комфортний мікроклімат в офісному приміщенні, в якому будь-який працівник буде себе почувати легко і вільно. Створення сприятливих умов праці людей в ОП здійснюється автоматизованими системами клімат-контролю.

Основним принципом в організації автоматичного клімат-контролю є виконання завдань захисту, регулювання і управління. При цьому важливим стає підвищення енергетичної ефективності існуючих установок і обладнання, що дозволяють вирішувати технологічні завдання при мінімальних витратах. Такі системи автоматично забезпечують заданий режим роботи технологічного обладнання при відповідному підборі компонентів. Вони також вільно інтегруються в систему централізованого контролю і управління інженерними, технологічними, інформаційними та комунікаційними системами, тобто в систему диспетчеризації. Крім того, вони забезпечують захист окремих її елементів і вузлів технологічного об'єкта від передчасного зносу і виходу з ладу під впливом різних факторів.

Мета даної роботи - збереження здоров'я та працездатності працівників у невиробничій сфері за рахунок створення системи забезпечення кліматичних умов в офісних приміщеннях.

Об'єкт дослідження: процеси кліматозабезпечення у середовищі перебування людини.

Предмет дослідження: методи й засоби автоматичного регулювання параметрів повітряної середовища в офісних приміщеннях класів В і С.

Метою кваліфікаційної роботи є збереження здоров'я та працездатності працівників у невиробничій сфері. Для досягнення поставленої мети дипломної роботи потрібно вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз сучасного стану систем управління мікрокліматом в офісних приміщеннях.
2. Розглянути характеристики мікроклімату в офісних приміщеннях класів В і С.
3. Здійснити вибір технічних засобів автоматизації.
4. Розробити об'єктно-орієнтовану систему автоматизації офісного приміщення.
5. Розробити алгоритми процесів функціонування системи клімат-контролю в офісних приміщеннях.
6. Розробити програмне забезпечення для мікроконтролера, яка відтворює алгоритм роботи системи управління.

Для досягнення мети було виконано наступні завдання:

1. Аналіз основних кліматичних параметрів, що підлягають контролю в офісних приміщеннях класів В і С.
2. Розробка функціональної схеми автоматизації для системи управління кліматом в офісному приміщенні.
3. Вибір технічних засобів автоматизації для СКК.
4. Алгоритмізація процесів функціонування системи клімат-контролю.
5. Створення програми для мікроконтролера, яка відтворює алгоритм роботи СУ.
6. Розробка людино-машинного інтерфейсу для забезпечення візуалізації управлінням клімату.

Робота пройшла апробацію шляхом участі у Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт від (I тур, м. Суми, СумДУ, 2018 р.)

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В ОФІСНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Мікроклімат виробничих приміщень – це сукупність умов внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення. Санітарні норми [1] поширюються на умови мікроклімату в межах робочої зони виробничих приміщень, до яких відносяться і офісні. В даному розділі висвітлюємо проблему дотримання параметрів мікроклімату в офісному приміщенні у відповідності до санітарних норм та поставимо завдання дослідження.

1.1 Класифікація офісних приміщень

Офіс - це приміщення невиробничого типу, в якому працюють службовці підприємства (фірми). В офісі приймають клієнтів, зберігають і обробляють документи, архіви тощо. Офіси є окремим випадком нежитлових приміщень з функціонально орієнтованим технічним оснащенням.

Відповідно до класифікації [2], офіси діляться на різні категорії за характеристиками приміщення та функціональним призначенням.

На сьогоднішній день існує кілька планувальних офісних приміщень (ОП) [2]. Серед них виділяють класичне, відкритого типу і планування, яке поєднує в собі як класичний, так і сучасний вигляд офісу - змішане.

Класичний тип ОП кабінетного типу, так звана «закрита» система, являє собою звичайні, кабінети за закритими дверима, розташовані в довгих коридорах. Така система властива для організацій з чіткою ієрархічною структурою, де є традиційна управлінська вертикаль.

ОП «відкритого» типу - open space - характеризується відкритим простором, нерозділеним на замкнуті кабінети, де за допомогою рухомих невисоких перегородок структуруються окремі функціональні зони для роботи всіх співробітників компанії. Вони являють собою великі за площею приміщення без капітальних стін. У них може працювати одночасно велика кількість співробітників. Це, як правило, творчі студії, ІТ-компанії, сфера послуг.

ОП комбінованого типу - являє собою поєднання перших двох типів. У open space просторі організована робота відділів, для яких необхідна постійна комунікація, а в кабінетному - розміщується начальство і частина співробітників, яким необхідне усамітнення.

У плануванні будівель ОП і зони всередині них можуть розташовуватися як по «жорсткому» (частіше - типовому) варіанту, що не допускає істотних змін у виборі співробітниками функціональних зон, так і по «м'якому» варіанту, який передбачає варіабельність в розподілі підрозділів і співробітників по блокам. Другий варіант зараз використовується набагато частіше, оскільки дозволяє мобільніше управляти розрахунками, пов'язаними зі споживанням води, електроенергії, опалення та ін. Крім того, такий підхід в принципі більш адекватно відповідає вимогам часу в питаннях мобільності та комунікабельності.

Всі ці фактори, включаючи системи комунікації, сигналізації, диспетчеризації інженерного обладнання і комплексної слабкострумової електромережі, впливають на оцінку офісної будівлі, що виражається в класифікації певним класом. Крім того, на клас ОП впливають місце розташування офісу і розвиненість інфраструктури, якість будівельних матеріалів і встановлені системи безпеки. В ієрархії класів ОП [2] виділяють класи: А, В, С, D, Е (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Класифікація офісних приміщень

Клас ОП	Опис
А	Престижні приміщення, розташовані в нових офісних комплексах. Цей клас включає бізнес-центри, оснащені розширеною інфраструктурою, точками харчування, паркінгом з охороною, демонстраційними і конференц-залами, сучасним рівнем систем безпеки. Такі будівлі відрізняються високою якістю обробки й обладнані за останнім словом техніки. Багато з них відповідають вимогам, що пред'являються до «розумного будинку», тобто обладнані автоматизованими системами життєзабезпечення. плануванням простору, високоякісними інженерними системами, центральною системою вентиляції, кондиціонування та опалення. Офіс класу А повинен мати професійне управління будівлею, повну автоматизацію всіх систем життєзабезпечення самого офісного комплексу, розвинену інфраструктуру.
В	ОП можуть перебувати в нових або в тільки що реконструйованих і переобладнаних будівлях, які мають необхідні інженерні комунікації.

Продовження табл. 1.1.

	У число таких будівель включаються як нові, але низькоякісні, так і відреставровані, які раніше відносилися до класу А, але після перебудови (ремонту) позбавлені ефективного раціонального планування. Така будівля містить безліч дрібних офісних приміщень з невеликими вікнами або взагалі без них. В цих офісах може бути відсутньою центральна система кондиціонування.
С	Приміщення, орендовані у НДІ або виробничих підприємств. Ці приміщення не призначені для офісної діяльності. У такому приміщенні зазвичай немає сучасної системи вентиляції, якісного зв'язку та центрального кондиціонування. Клас С передбачає обмежений набір послуг: телефон, можливий вихід в Інтернет, опалення в холодну пору року. Особливість цього класу - безліч несучих стін і велика кількість коридорів (переходів), що сильно ускладнює можливості перебудови і збільшення простору при ремонті. ОП цього класу оптимальні для невеликих фірм за вартістю оренди (викупу).
Д	ОП розташовані в будівлях з застарілими інженерними комунікаціями, дерев'яними перекриттями, відсутністю спеціалізованих служб життєзабезпечення. Як правило, саме такі приміщення потребують капітального ремонту.
Е	Приміщення в будинках, не пристосованих для розміщення офісів. Наприклад, переобладнані підвальні і напівпідвальні приміщення, передані в нежитловий фонд квартири.

Класифікація офісних приміщень, розроблена Форумом операторів ринку нерухомості м. Києва і Комітетом з питань нерухомості Американської Торгової Палати в Україні.

В цій роботі ми будемо розглядати офіси класів В та С, які зазвичай використовуються для розташування бізнес-центрів, компаній, адміністрації невеликих фірм. Вони являють собою приміщення, в яких розміщуються комп'ютери і периферійна техніка. Такі офіси не обладнані автоматизованою вентиляцією і кондиціонуванням, віддаючи перевагу природній аерації. В таких ОП мікроклімат не підтримується на достатньому рівні, що впливає на самопочуття і працездатність офісних робітників. Тому постає науково-технічна проблема розробки типової автоматизованої системи підтримки нормованих за державними санітарними нормами (ДСН) параметрами клімату [1] в таких

ОП впродовж робочої доби, з урахуванням виду робіт «легка, 1а», що характерно для таких офісів.

1.2 Аналіз сучасного стану систем управління кліматом в офісних приміщеннях

Система управління кліматом (клімат-контролю) – це система, яка призначена для створення необхідних чи оптимальних кліматичних умов, потрібних для перебування людей чи протікання технологічних процесів в приміщеннях будинків та споруд, засобах пересування тощо [1].

Система клімат-контролю (СКК) може так чи інакше впливати на наступні параметри повітряного середовища в приміщеннях:

- температуру;
- вологість;
- рівні кисню та вуглекислого газу;
- рівні шуму та вібрації в приміщенні;
- швидкість руху повітря;
- концентрації шкідливих речовин, неприємних запахів та мікроорганізмів в повітрі.

Система управління кліматом зазвичай містить три типи пристроїв:

- контролер - керуючий пристрій, що з'єднує всі елементи системи один з одним і зв'язує її з зовнішнім світом;
- давачі - пристрої, які отримують інформацію про зовнішні умови;
- виконавчі механізми - пристрої, які безпосередньо виконують команди контролера.

Найбільш ефективним підходом до створення відповідного мікроклімату в офісі є автоматизовані системи вентиляції та кондиціонування, що здатні найбільш точно самостійно підтримувати оптимальні параметри в системі на потрібному рівні і управління системою вентиляції. Але такі системи енергозатратні. Від якості автоматичних і алгоритмів її управління залежить надійність, зручність і безпека роботи всієї вентиляційної системи.

Система вентиляції. Під вентиляцією розуміють організований і регульований повітрообмін або процес забезпечення видалення з робочих приміщень забрудненого повітря і подача на його місце чистого, згідно метеорологічним умовам мікроклімату [3]. Вентиляцію характеризують обсяг і кратність повітрообміну. Об'ємом вентиляції називається кількість повітря яке надходить в приміщення протягом години.

Системи вентиляції (СВ) - це сукупність вентиляційного обладнання та установок, організованих за одним принципом повітрообміну в робочій області приміщення [4]. Вони включають в себе як комплекс пилоочисних установок (повітропроводів), так і припливно витяжних пристроїв.

Системи вентиляції забезпечують і підтримують допустимі параметри робочого середовища за своїми характеристиками можуть класифікуватися [3] по:

- конструктивними особливостями (організації та підтримці повітрообміну: каналні, безканалні);
- способу (природна, механічна);
- призначенням (витяжні і припливні, припливно-витяжні);
- зоною обслуговування (місцеві і загальнообмінні);
- способу створення тиску для переміщення повітря (газоутворень і їх сумішей).

Витяжні системи являють собою схему з вилученням забрудненого повітря, і встановлюється для більшості приміщень, в яких в систему вентиляції встановлюють вентилятори в дзеркальному розташуванні. У цих системах є недолік за обсягами видалення повітря і тепла з робочих приміщень. основною вимогою витяжних систем до підключення є те, що необхідна установка повітропроводу з відтоком назовні.

Припливні системи призначені для використання в системах вентиляції та повітряного опалення в робочих приміщеннях промислових будівель. Припливні системи забезпечують надходження повітря з вулиці в приміщення примусовим способом, регулюють кількість повітря, що нагнітається повітря і виробляють його очищення від забруднень, домішок і запахів. Більшість сучасних моделей припливних систем підтримують оптимальний рівень температури.

Припливно-витяжні системи ефективні для використання в промислових, адміністративних, громадських і житлових приміщеннях. При цьому, застосування припливно-витяжних установок ефективно не тільки з санітарно-гігієнічної точки зору, але і з економічної, оскільки дозволяє значно знизити витрати на опалення за рахунок використання рекуперації тепла. Складові частини припливно-витяжної вентиляції:

- вентилятори;
- повітряний фільтр;
- очищувач повітря;
- змішувальний вузол;
- повітряний нагрівач (калорифер) або охолоджувач;
- система управління вентиляцією (щит з автоматикою);
- рекуператор або регенератор тепла;

- повітроводи (канальні);
- розподільників повітря (решітки або заслінки з електроприводом);
- осушувач або зволожувач.

Система кондиціювання. Кондиціювання повітря - це створення і автоматична підтримка (регулювання) в закритих приміщеннях всіх або окремих параметрів (температури, вологості, чистоти, швидкості руху повітря) на певному рівні з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей або ведення технологічного процесу [4].

Кондиціювання повітря здійснюється комплексом технічних засобів, званою системою кондиціювання повітря (СКП). Системи кондиціювання повітря призначені для цілодобового і цілорічного забезпечення необхідних параметрів повітря в виробничих приміщеннях чистого, повітряного середовища із заданими температурними умовами і рівнем вологи [4].

До складу СКП входять технічні засоби забору повітря, підготовки, а саме надання необхідних кондицій (фільтри, теплообмінники, зволожувачі або осушувачі повітря, калорифери, насос, камера зрошення), переміщення (вентилятори) і його розподілу, а також кошти холодо- і теплопостачання, автоматики, дистанційного керування і контролю. СКП великих громадських, адміністративних і виробничих будівель обслуговуються, як правило, комплексними автоматизованими системами управління.

Автоматизована система кондиціювання підтримує заданий стан повітря в приміщенні незалежно від коливань параметрів навколишнього середовища. Основне обладнання системи кондиціювання для підготовки і переміщення повітря агрегується (компонуються в єдиному корпусі) в апарат, званий кондиціонером.

Центральні СКП володіють наступними перевагами:

- 1) можливістю ефективного підтримки заданої температури і відносної вологості повітря в приміщеннях;
- 2) зосередженням устаткування, що вимагає систематичного обслуговування і ремонту, як правило, в одному місці (підсобному приміщенні, технічному поверсі тощо);
- 3) можливостями забезпечення ефективного шумо- і віброгасіння, тобто пристроїв глушників шуму і гасителів вібрації.

Незважаючи на ряд переваг центральних СКП великі габарити і проведення складних монтажних-будівельних робіт по установці кондиціонерів, прокладці повітроводів і трубопроводів. Звідси системи вентиляції та кондиціювання повітря встановлюють окремо один від одного в робочих приміщеннях.

Отже, сучасний стан систем управління мікрокліматом дозволяє підтримувати та забезпечувати комфортні умови мікроклімату згідно з ДСН. Але не всі ОП забезпеченні СВ та СКП, тому для даних приміщень потрібно створювати власну систему підтримки параметрів, що підлягають контролю.

1.3 Характеристики мікроклімату в офісних приміщеннях класів В і С

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками:

- температура повітря,
- відносна вологість повітря,
- швидкість руху повітря,
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення,
- температура оточуючих людину поверхні.

За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичної умови поділяють на оптимальні та допустимі для робочої зони, з урахуванням важкості виконуваної роботи та періоду року.

В офісних приміщеннях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату у відповідності до ДСН 3.3.6.042-99 [1], які зображені в таблиці 1.2 (в даній таблиці оптимальні значення відображення для категорії робіт «легка Іа»).

Таблиця 1.2 – Оптимальні значення параметрів мікроклімату

Пора року	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
	оптимальна	оптимальна	оптимальна
Холодна	22-24	40-60	0,1
Тепла	23-25	40-60	0,1

Холодний період року характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря + 10°С і нижче, теплий – температурою вище + 10°С [1].

Згідно до ДСН 3.3.6.042-99 [1] *температура повітря* в офісному приміщенні повинна становити 22-24 ° С взимку і 23-25 ° С в теплу пору року. Це оптимальний діапазон, при якому не відбувається перегрів або переохолодження організму. Щоб зберігати рекомендований температурний режим офіси повинні бути оснащені відповідним охолоджуючим або нагрівальним обладнанням.

Нормальна для роботи *відносна вологість* повітря повинна знаходитися в межах від 40 до 60%. Вологість повітря більше 70% сприяє розвитку хвороботворних цвілевих грибків. Ці грибки виділяють велику кількість спор, які потрапляють в легені людини. Наслідком можуть стати запальні процеси дихальних шляхів. Висока вологість призводить до розвитку бронхіальної астми і може стати причиною загострення алергічних реакцій. При зниженні вологості повітря до 20-30% людський організм починає активно втрачати вологу. Через це пересушується слизові оболонки, з'являється закладеність в носі, слезливість очей і т.д. Знизити вологість в сирих приміщеннях можна за допомогою опалювальних приладів або вологопоглиначів. Засобами для підвищення вологості є побутові зволожувачі повітря.

Рекомендована *швидкість руху повітря* в робочій зоні повинна знаходитися в діапазоні 0,13-0,25 м / с. При меншій швидкості може виникнути задуха і підвищення температури навколишнього середовища. Велика швидкість повітряних потоків призводить до протягів, які негативно позначаються на здоров'ї людей, що працюють в приміщенні. Граничним значенням швидкості вітру є величина 1 м/с [1].

Ще одним важливим параметром гарного самопочуття людини на робочому місці є правильний склад повітря, яким він дихає. *Хімічний склад повітря* нормують за вмістом кисню, азоту, вуглекислого газу, інертних газів, пилу та інших шкідливих речовин.

Згідно з нормами, встановленими державою для робочих приміщень [1], *процентне співвідношення кисню* в повітрі має становити 19,5-20%, азоту - 78%, а *вуглекислого газу* - 0,06-0,08%.

Дуже часто буває, що вуглекислий газ, який накопичується в приміщенні при диханні людей, у багато разів перевищує допустимі норми. Це негативно позначається на самопочутті людей і їх працездатності. Гранично допустима норма на концентрацію вуглекислого газу становить 0,1-0,12%.

Якщо рівень вуглекислого газу в приміщенні перевищує позначку 0,1%, він стає токсичним. У таких концентраціях вуглекислий газ впливає на клітинну мембрану, викликаючи в ній біохімічні зміни, які призводять до серйозних захворювань серцево-судинної системи, зниження імунітету, головного болю, загальної слабкості [1].

Щоб не допустити перевищення концентрації вуглекислого газу в повітрі, в офісних приміщеннях встановлюються спеціальні монітори-газоаналізатори [1]. З їх допомогою можна вчасно дізнатися, коли потрібно зробити провітрювання приміщення. Якщо ж рівень вуглекислого газу часто підвищується вище критичного, необхідно встановити в приміщенні очищувачі повітря.

На стомлюваність людини сильно впливає освітлення. Дуже мало роботодавців

приділяють достатньо уваги висвітленню робочих місць співробітників. Знижене освітлення призводить до швидкої стомлюваності очей і до зменшення працездатності людини. Відповідно до стандарту міжнародної комісії освітлення [5], норма природного і штучного світла для офісів загального призначення з використанням комп'ютерів становить 500 люкс. Відповідно до ДБН-В.2.5-28-2006 (Природне і штучне освітлення) [5] оптимальною є освітленість 300-500 люкс.

Рівень освітленості можна виміряти люксометром [5]. У разі переважної роботи з документами, допускається застосування системи комбінованого освітлення. Часто буває, що загального освітлення недостатньо для комфортної роботи. У цьому випадку на робочому місці необхідно встановити місцеве освітлення. Рекомендується використовувати енергозберігаючі флуоресцентні лампи [5].

Отже, ігнорування простих правил і норм може сильно вплинути на роботу співробітників, їх самопочуття і створити безліч проблем, пов'язаних з незручностями на робочих місцях. Створення комфортної атмосфери в офісному приміщенні є одним з необхідних умов успішної роботи персоналу без зайвого стресу і проблем зі здоров'ям. Тому виділимо основні вимоги до параметрів мікроклімату в офісних приміщеннях для створення автоматизованої системи:

- Температура повітря в зимовий та літній період 21-24°C;
- Відносна вологість повітря в приміщенні 40-60%;
- Вміст вуглекислого газу 0,06-0,08%;
- Швидкість повітряного потоку в приміщенні 0,1-0,2 м/с.

1.3.1 Сучасні системи регулювання параметрів мікроклімату

Головними задачами управління мікрокліматом є:

- створення і підтримання комфортного для людини, рослин, тварин або матеріальних предметів (обладнання, творів мистецтва і т. д.) мікроклімату в межах будівлі або споруди;
- економія енергії, що витрачається на створення і підтримання мікроклімату.

Проаналізуємо існуючі системи управління кліматом, їх призначення, параметри мікроклімату, які вони підтримують.

Система управління кліматом «Розумного дому» [6]. Клімат-контроль в будинку - це злагоджене функціонування вентиляційної системи, систем опалення/обігріву і зволоження. Мета клімат-контролю - забезпечення необхідної температури і вологості, а також постачання в приміщення (припливом) свіжого повітря.

Сукупний клімат-контроль включає в себе наступні пристрої і системи:

- іонізатори, зволожувачі повітря, осушувачі;
- систему опалення, включаючи теплу підлогу;
- кондиціонер або спліт-систему;
- вентиляційну систему;
- датчики вологості;
- датчики температури;
- термостати для підтримки постійної температури або її автоматичного регулювання;
- терморегулятори для управління потужністю батарей опалення;
- гігростати для підтримки постійної вологості або її регулювання.

Основне завдання пристроїв розумного будинку в цьому випадку - автоматично регулювати роботу кліматичних систем так, щоб одночасно забезпечити комфортний мікроклімат і скоротити енерговитрати на його підтримку. Найбільш поширені функції розумного будинку такі:

1. Автоматична підтримка комфортної температури в приміщеннях, де знаходяться люди;
2. Автоматичне зниження потужності батарей і кондиціонерів за відсутності людей і вночі;
3. Автоматична підтримка вологості, комфорту для людей і щадного довкілля для приміщення і предметів обстановки;
4. Автоматичні вентиляція приміщення і очищення повітря, підтримуючи комфортну якість повітря.

Завдяки системі клімат-контролю (СКК) в кожному окремому приміщенні можна створювати свій, особливий клімат. При цьому не потрібно кожен раз займатися налаштуванням численних терморегуляторів на радіаторах, працювати з пультами управління до кондиціонерів і вентиляції.

СКК дозволяє швидко задати значення комфортної температури для окремих приміщень завдяки єдиній панелі управління (дистанційно можна управляти клімат-контролем з телефону, планшету або комп'ютеру). Також вона самостійно розпоряджається роботою всіх опалювальних приладів, охолоджуючих та зволожувачів повітря систем. Якщо всі люди виходять з приміщення, всі пристрої автоматично переходять на економічне споживання електроенергії.

СКК «Розумного будинку» може стежити за іонізацією і озонуванням повітря в кімнатах. Система сама розпізнає, де потрібно очистити повітряний простір від

неприємного запаху (наприклад, тютюнового), бактерій та ін.

Існують недоліки стосовно можливості застосування таких систем клімат-контролю (СКК) для ОП класів А-С, такі як:

- непристосованість обладнання системи управління «Розумного будинку» до централізованої СКП;

- недостатня потужність системи для забезпечення параметрів мікроклімату відповідно ДСН у великих за площею приміщеннях.

Система управління кліматом теплиць [7]. Система управління кліматом в теплицях - це оптимальне рішення для будь-якого виду теплиць (плівкових, скляних, великих, маленьких).

Основні кліматичні параметри, що підлягають контролю в теплиці:

- температура повітря;
- вологість;
- рівень освітленості;
- рівень вуглекислого газу.

Для управління перерахованими параметрами теплиці обладнуються відповідними виконавчими системами: системою опалення, вентиляції, додаткове освітлення, системою підживлення CO₂.

Суворе підтримання основних параметрів мікроклімату - це запорука високої врожайності і відсутності хвороб рослин. На сьогоднішній день передові агрономи-технологи приділяють велику увагу розширеному набору показників клімату, який включає в себе температуру, вологість, розподіл температури повітря по вертикальному зрізу теплиці, швидкість руху повітря. Клімат-комп'ютери підтримують не тільки основні показники мікроклімату, але і дозволяють контролювати згадуваний розширений набір показників. Архітектура клімат-комп'ютерів дозволяє в повністю автоматичному режимі управляти всіма відомими типами виконавчих систем теплиці зі строгим дотриманням заданого агрономом режиму.

Функціональні можливості систем управління кліматом у теплиці дозволяють створити «стратегію управління», за якої агроном може в залежності від фази росту рослин і/або економічної доцільності вибрати пріоритетне завдання економії енерговитрат або максимального дотримання технології.

Ядром системи є промисловий контролер управління. Крім контролера, система управління мікрокліматом включає в себе підсистему вимірювальних датчиків, встановлених всередині теплиці, для контролю температури і вологості повітря, ґрунту, скла, зони плодоношення, а також температури в контурах опалення і концентрації CO₂.

Крім цього, до системи підключається метеостанція, до складу якої входять: датчик температури і вологості навколишнього середовища, ультразвуковий датчик швидкості вітру, безконтактний датчик опадів та ін.

За необхідністю система може бути автоматично інтегрована з котельнею. Для цього розроблено спеціальний модуль, який по інтерфейсу FIDUFACE передає дані в котельню для управління виробленням тепла, CO₂ і електроенергії. Стежити за процесом мікроклімату, а також вносити завдання в зручній формі можна з персонального комп'ютера (ПК). Також доступна функція віддаленого адміністрування системи через Інтернет.

Функціональні можливості:

1. Підтримка оптимального для рослин клімату шляхом одночасного керування системами опалення, вентиляції, зашторювання і досвічування;
2. Вимірювання параметрів клімату в декількох зонах;
3. Повна автоматична діагностика систем опалення, вентиляції зашторювання, регулювання рівня CO₂, досвічування;
4. Створення оптимальної стратегії управління;
5. Інтеграція в систему управління котельні (FIDUFACE);
6. Економія енергетичних ресурсів.

Недоліки стосовно можливості застосування таких СКК для ОП класів А-С:

- непристосованість обладнання системи управління «Розумного будинку» до централізованої СКП;
- виконавчі механізми та датчики більш захищені від впливу зовнішніх факторів, що позначається на вартості самої системи.

Система управління кліматом в автомобілі [8]. Клімат контроль в автомобілі - це високотехнологічна система, прообразом якої став кондиціонер. Вона складається з великої кількості елементів: опалювальної системи, датчиків, кондиціонера, системи фільтрації, а також електронного блоку управління. Завдання клімат-контролю - забезпечити бажаний клімат в салоні і підтримувати його автоматично.

У дорогих СКК є можливість не тільки підтримувати температуру клімату в салоні в автоматичному режимі, а й враховувати масу чинників, що впливають на температуру в салоні, таких як сонячні промені, освітленість салону, температура ззовні і т.д.

СКК може бути реалізована однозонною (тобто будь-який параметр клімату відноситься до всього салону), або з роздільними зонами дії (в легковому автоїх може бути від 2-х до 4-х). Роздільні зони дають можливість регулювати потік повітря і його температуру індивідуально (водієві, передньому пасажиру, пасажирам на задньому ряду).

Система займається управлінням кількістю повітря, що подається, розподілом його по різних зонах, постійно контролюючи температуру в салоні за допомогою датчиків. Наприклад, водій задає параметр 20 градусів. Система порівнює задане число з фактичним і приймає рішення, яку функцію включити наступної. Якщо в салоні прохолодніше, буде включена подача підігрітого повітря. Тепло відбирається від двигуна, в окремих випадках від допоміжного автономного обігрівача. Якщо в салоні тепліше бажаного, система включить кондиціонер, подаючи охолоджене повітря, поки температура не стане збігатися із заданою. Ці цикли відбуваються постійно, поки клімат-контроль включений і працює двигун (в машинах з ДВЗ). Від водія або пасажирів не потрібно ніяких додаткових дій, оскільки, користуючись зворотним зв'язком, клімат-контроль «знає», яка температура в салоні і підтримує її самостійно. Фактично, одного разу встановивши комфортну температуру, звертатися до управління клімат-контролем доводиться вкрай рідко.

Для застосування даної СКК для ОП класів А-С існують значні недоліки, такі як:

- невеликий показник параметрів регулювання (лише температура повітря), що не достатньо для забезпечення усіх ДСН ;
- дана СКК працює за допомогою згорання палива в двигуні.

Отже, проведений аналіз відомих СКК показує, що вищезгадані системи частково або зовсім не підходять для забезпечення комфортних умов мікроклімату в ОП . Тому існує потреба для створення автоматизованої системи забезпечення кліматичних умов в офісному приміщенні.

1.4 Об'єкт і предмет дослідження

На підставі проведеного системного аналізу відомих технічних рішень СКК та керуючись метою даної роботи, сформулюємо об'єкт дослідження як такий: *процеси створення мікрокліматичних умов роботи людей в офісних приміщеннях.*

Предмет дослідження – *методи і засоби автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в офісних приміщеннях, що відносяться до класу В та С.*

Вибрані об'єкт і предмет дослідження є підставами для постановки конкретних завдань дослідження.

1.5 Висновки. Постановка завдань дослідження

Облаштоване робоче місце офісного працівника - це не тільки меблі і офісна техніка, а також в першу чергу комфортний мікроклімат в ОП, в якому будь-який

працівник буде себе почувати легко і вільно. Створення сприятливих умов праці людей в ОП здійснюється автоматизованими СКК.

Основним принципом в організації автоматичного клімат-контролю є виконання завдань захисту, регулювання і управління. При цьому важливим стає підвищення енергетичної ефективності існуючих установок і обладнання, що дозволяють вирішувати технологічні завдання при мінімальних витратах. Такі системи автоматично забезпечують заданий режим роботи технологічного обладнання при відповідному підборі компонентів. Вони також вільно інтегруються в систему централізованого контролю і управління інженерними, технологічними, інформаційними та комунікаційними системами, тобто в систему диспетчеризації. Крім того, вони забезпечують захист окремих її елементів і вузлів технологічного об'єкта від передчасного зносу і виходу з ладу під впливом різних факторів.

Вимоги до параметрів мікроклімату, що підлягають управлінню в офісному приміщенні класу В або С регламентовані державним стандартом ДСН 3.3.6.042-99 [1].

Проведений аналіз відомих СКК різного цільового призначення показує, що вищезгадані системи частково або зовсім не підходять для забезпечення комфортних умов мікроклімату в ОП. Тому існує потреба для створення автоматизованої системи забезпечення кліматичних умов в офісному приміщенні.

Керуючись метою роботи, згідно предмету дослідження поставимо наступні завдання дослідження.

Завдання 1. Розробити функціональну схему СКК для офісних приміщень класів В і С.

Завдання 2. Розробити принципи вибору технічних засобів автоматизації. Навести приклад вибору цих засобів для конкретного ОП.

Завдання 3. Розробити алгоритм управління процесами функціонування СКК для офісних приміщень класів В і С та його програмне забезпечення.

Завдання 4. Провести аналіз ефективності функціонування СКК для офісних приміщень класів В і С (на прикладі ОП).

РОЗДІЛ 2
ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ
СИСТЕМИ КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ

Функціональні схеми автоматизації являються основним технічним документом, які визначають функціонально-блочну структуру окремих вузлів автоматичного контролю, керування і регулювання технологічного процесу та оснащення об'єкта управління приладами та засобами автоматизації. Такі схеми в порівнянні зі структурними схемами більш чітко розкривають функції окремих елементів та пристроїв.

На підставі аналізу існуючих систем регулювання параметрів мікроклімату розроблено функціональну схему автоматизації.

2.1 Опис типової схеми автоматизації клімат контролю класів В і С

Функціональне завдання - це завдання, пов'язане з основним призначенням функціонування відповідної конкретної автоматизованої системи або її частини.

Для побудови схем автоматизації визначимо функціональні завдання СУ кліматом в офісному приміщенні:

1. Підтримка температури повітря в офісному приміщенні в межах 22-24 ° С взимку і 23-25 ° С в теплу пору року згідно до ДСН 3.3.6.042-99.

2. Підтримка відносної вологості повітря в межах від 40 до 60% згідно до ДСН 3.3.6.042-99.

3. Підтримка процентного співвідношення вуглекислого газу 0,06-0,08% згідно до міждержавного стандарту ГОСТ 12.1.005 – 88.

4. Підтримка рівня освітленості для офісів загального призначення з використанням комп'ютерів в межах 300-500 люкс відповідно до ДБН-В.2.5-28-2006.

Основним елементом системи автоматичного управління кліматом є обслуговуюче приміщення до 36 м³ з можливістю створення каналної вентиляції, в якому постійно відбувається перехід повітря з одного стану в інший.

Роботу всієї системи управління визначають такі параметри:

1. Температура повітря.
2. Відносна вологість повітря.
3. Рівень освітленості в приміщенні.
4. Концентрація вуглекислого газу в приміщенні.

До допоміжних параметрів відносяться такі, які забезпечують вирішення

внутрішньосистемних задач і призначенні для забезпечення їхнього функціонування .

Обрана система управління кліматом в офісному приміщенні повинна підтримувати задані параметри мікроклімату залежно від пори року.

В залежності від відхилення основних параметрів мікроклімату від заданих здійснюється управління виконавчими механізмами. Інформація з датчиків надходить до мікроконтролера, який видає керуючі сигнали на виконавчі механізми.

Автоматизована система управління кліматом в ОП функціонує за рахунок програмного і інформаційного забезпечення. Запрограмований мікроконтролер повинен забезпечувати у відповідності з вимогам, автоматичне вирішення задач збору інформації, її первинну обробку та виробітки управляючих впливів.

Поточний стан параметрів мікроклімату і виконавчих приладів відображається на панелі оператора, в нашому випадку на екрані монітора персонального комп'ютера.

Побудову функціональної схеми автоматизації системи управління кліматом в офісному приміщенні будемо здійснювати поділивши дану систему на підсистеми, в залежності від параметра, який підлягає контролю:

1. Підсистема підтримки температури повітря в приміщенні.
2. Підсистема підтримки відносної вологості повітря в приміщенні.
3. Підсистема підтримки рівня освітленості в приміщенні.
4. Підсистема підтримки концентрації вуглекислого газу в повітрі.

Враховуючі всі вищезгадані підсистеми було розроблено функціональну схему автоматизації системи управління кліматом в офісному приміщенні, що представлена на кресленні СУ.м-71 151. А2.

2.1.1 Підсистема підтримки температури повітря в приміщенні

Для створення необхідної температури повітря в офісному приміщенні застосовуються датчики температури, система припливно-витяжної вентиляції та опалювальні пристрої.

Датчики температури використовуються для безперервного вимірювання температури робочого середовища. Розміщуємо 4 датчики температури в різні кути приміщення, тому що в будь-якій точці приміщення може бути різна температура. Для управління температурою використаємо середнє значення з цих датчиків. Ще один датчик розміщуємо зовні приміщення для визначення температури зовнішнього середовища. В залежності від показання цього датчика значення заданих параметрів мікроклімату змінюється. В холодну пору року (температура нижче $+10^{\circ}\text{C}$) задана температура

відповідатиме 22-23⁰C, а в теплу (температура вище +10⁰C) - 23-25⁰C. Опрацьований сигнал від датчиків передається до мікроконтролера по шині 1-Wire. За допомогою бібліотеки OneWire library данні будуть зчитуватись зі всіх датчиків одночасно. У кожного з датчиків є індивідуальний серійний номер, який можна використовувати для розпізнавання того чи іншого сенсора.

Вентиляція призначена для підтримки в приміщенні оптимальних метрологічних умов. В даній системі автоматизації система вентиляції складається з наступних пристроїв:

1. Заслінки призначені для регулювання витрат повітря та перекриття повітряного потоку. Використаємо заслінки з електроприводом та механічні заслінки для резервного каналу з фільтром. Сигнал від мікроконтролера передається до електроприводу повітряної заслінки, який здійснює управління заслінкою. Монтаж електроприводу здійснюється безпосередньо на вал заслінки за допомогою універсального захоплення, забезпечується фіксатором, що запобігає обертання корпусу електроприводу. Управління механічною заслінкою буде здійснюватися механічно, тому потрібно передбачити легкий доступ до них.

2. Давач положення заслінки призначений для контролю кутового положення заслінки. Сигнал від давача положення надходить до мікроконтролера в залежності від положення заслінки. Монтаж давача здійснюється на вал заслінки. Використовуємо два енкодери на кожну заслінку з електроприводом.

3. Фільтри призначені для очищення припливного повітря. Використовуємо два фільтри, в разі забруднення основного фільтру застосовуємо резервний для безперервної роботи всієї системи управління кліматом в офісному приміщенні. Резервний фільтр відділений від основного каналу вентиляції за допомогою механічних заслінок.

4. Давач тиску повітря використовуємо для визначення забрудненості основного фільтру, а саме різницю тисків повітря. Давачі монтуються перед фільтром і за ним. Сигнали від датчиків надходять до цифрових входів мікроконтролера. Використовуємо різницю значень з датчиків для визначення забрудненості фільтра.

5. Канальний відцентровий вентилятор призначений для подачі чистого зовнішнього повітря. Управління вентилятором здійснюється через реле, яке під'єднане до мікроконтролера через цифровий вихід. В канальному вентиляторі використовується 2-х полюсний асинхронний двигун із зовнішнім ротором, який має робоче колесо з назад загнутими лопатками, виготовлене з оцинкованої сталі.

Для підтримки заданої температури повітря в ОП в холодну пору року використовуємо електричний конвектор. Управління конвектором здійснюється через

димер, який під'єднаний до аналогового виходу мікроконтролера. Димер дозволить плавно регулювати напругу, що подається на нього, зменшуючи або збільшуючи температуру нагрівання ТЕН.

Для рівномірного розподілення повітряних мас та створення однорідного температурного середовища в офісному приміщенні застосовуємо стельовий вентилятор. Управління вентилятором здійснюється через реле, яке під'єднане до мікроконтролера через цифровий вихід.

2.1.2 Підсистема підтримки відносної вологості повітря в приміщенні

Для створення заданої відносної вологості повітря в офісному приміщенні застосовуються датчі вологості та система зволоження.

Датчі вологості застосовуються для вимірювання відносної вологості повітря. Опрацьований сигнал від датча подається на цифровий вхід мікроконтролера.

Для підтримки оптимального рівня вологості в приміщенні використовується зволожувач повітря. Для безперервної роботи автоматизованої системи управління кліматом та для виключення процесу ручного наповнення баку зволожувача пропонується система зволоження, яка складається з наступних пристроїв:

1. Електромагнітним клапаном використовується для відкриття або перекриття потоку води до баку, при надходженні на котушку клапана напруги живлення. Управління клапана здійснюється за допомогою реле, яке підключене до цифрового виходу мікроконтролера.

2. Системи зворотного осмосу використовується для фільтрації води, яка надходить від централізованого водопостачання.

3. Бак застосовується для відстоювання води, що надходить від системи зворотного осмосу. Водяний насос використовується для транспортування води від баку до зволожувача. В залежності від рівня води в баку зволожувача, сигнал від цифрового виходу мікроконтролера надходить на реле, яке подає напругу на насос.

4. Зволожувач повітря призначений для підтримки комфортного рівня вологості повітря в приміщенні. Зволожувач повітря під'єднаний до мікроконтролера через аналоговий вихід.

5. Датч рівня води використовується для попередження переповнення ємності водою через критичну позначку. Використаємо два датча, які будуть розміщуватись в баку зволожувача та баку для відстоювання води. Сигнал від датчів надходить на аналоговий вхід мікроконтролера.

Якщо було здійснено відключення централізованого водопостачання баку з водою вистачить на одну добу, це дає можливість для безперервної роботи системи зволоження.

2.1.3 Підсистема підтримки рівня освітленості в приміщенні

Дану підсистему застосовуємо для плавного регулювання штучного освітлення та для зниження витрат електроенергії. Підсистема підтримки рівня освітленості в офісному приміщенні складається з двох давачів освітленості та димера, який здійснює плавну зміну потужності світильників.

Один давач розміщується близько до віконного отвору, а інший на протилежній стороні приміщення. Опрацьовані сигнали від давачів надходять на аналогові входи мікроконтролера. Димер під'єднаний до мікроконтролера через аналоговий вихід.

Основні функції, які виконує підсистема управління освітленості:

1. Точна підтримка штучної освітленості в приміщенні на заданому рівні. Досягається це введенням в систему управління освітленням фотоелемента, що знаходиться всередині приміщення і контролюючого створювану освітлювальної установкою освітленість.

2. Врахування природного освітлення в приміщенні. Якщо підтримувати освітленість, створювану спільно освітлювальної установкою і природним освітленням, на заданому рівні, то можна ще сильніше знизити потужність освітлювальної установки в кожен момент часу.

2.1.4 Підсистема підтримки концентрації вуглекислого газу в повітрі

Для підтримки заданої концентрації вуглекислого газу в повітрі ОП використовується система вентиляції та давач вимірювання CO₂.

За допомогою вентиляції можливо підтримувати чистоту повітряного середовища, за рахунок зміни повітря в офісному приміщенні. Вентиляція приміщень досягається видаленням з них забрудненого повітря і подачею чистого зовнішнього повітря.

Давач вуглекислого газу використовується для постійного вимірювання концентрації CO₂. Запрограмований мікроконтролер зчитує рівень вуглекислого газу з давача використовуючи вихід PWM і виводить значення на порт.

В залежності від сигналу давача, який надходить до аналогового виходу, мікроконтролер подає керуючий сигнал на вентиляційний прилад для видалення CO₂.

2.2 Висновки

В даному розділі було запропоновано функціональну схему автоматизації для системи забезпечення кліматичних умов офісного приміщення. Для цього було визначено функціональні задачі СУ кліматом в офісному приміщенні:

1. Підтримка температури повітря в офісному приміщенні в межах 22-24 ° С взимку і 23-25 ° С в теплу пору року згідно до ДСН 3.3.6.042-99.

2. Підтримка відносної вологості повітря в межах від 40 до 60% згідно до ДСН 3.3.6.042-99.

3. Підтримка процентного співвідношення вуглекислого газу 0,06-0,08% згідно до міждержавного стандарту ГОСТ 12.1.005 – 88.

4. Підтримка рівня освітленості для офісів загального призначення з використанням комп'ютерів в межах 300-500 люкс відповідно до ДБН-В.2.5-28-2006.

Побудову функціональної схеми автоматизації системи управління кліматом в офісному приміщенні було здійснено поділивши дану систему на підсистеми, в залежності від параметра, який підлягає контролю.

Основним елементом системи автоматичного управління кліматом є обслуговуюче приміщення з можливістю створення каналної вентиляції, в якому постійно відбувається перехід повітря з одного стану в інший.

РОЗДІЛ 3
ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Засоби автоматизації – це сукупність програмних, технічних і програмно-технічних засобів, призначенні для створення керуючих систем. До засобів автоматизації відносять: давачі, виконавчі пристрої та мікроконтролер.

Розрахунок та підбір елементів для системи управління кліматом в офісному приміщенні будемо здійснювати використовуючи функціональну схему автоматизації та поділивши систему на підсистеми.

3.1 Підсистема підтримки температури повітря в приміщенні

В даній підсистемі використовуються давачі та виконавчі пристрої, що забезпечують підтримання оптимальної температури приміщення. Підбір давачів виконуємо враховуючи діапазон вимірювання та роботу залежності від середовища розміщення. Вибір каналного вентилятора здійснюємо з огляду на продуктивність повітрообміну та площу каналу. Електричний конвектор підбираємо враховуючи площу для обігріву обслуговуючого приміщення. Для ефективного функціонування підсистеми є відповідний набір компонентів представлений в табл. 3.1. Структурна схема підсистеми підтримки температури в офісному приміщенні представлена на кресленні СУ.м-71.151.С1, яке знаходиться в додатку А.

Таблиця 3.1 – Склад підсистеми підтримки температури повітря

№ п/п	Найменування	Кількість
1	Давач температури	5
2	Давач положення	2
3	Давач тиску	2
4	Заслінки з електроприводом	2
5	Заслінки механічні	2
6	Фільтр	2
7	Канальний відцентровий вентилятор	2
8	Вентилятор стельовий	1
9	Конвектор	1
10	Реле	3

3.1.1. Давач температури [9]

Цифровий температурний датчик DS18B20 - ідеальне рішення для інтеграції в системи з мікроконтролерами. Давач (рис. 3.1) дозволяє визначити температуру навколишнього середовища в діапазоні від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$ і отримувати дані в вигляді цифрового сигналу з 12-бітовим дозволом по 1-Wire протоколу. Цей протокол дозволить підключити величезна кількість таких датчиків, використовуючи всього 1 цифровий порт контролера, і всього 2 дроти для всіх датчиків: землі і сигналу. У цьому випадку застосовується так зване «паразитне живлення», при якому датчик отримує енергію прямо з лінії сигналу. Кожен датчик має унікальний прошитий на виробництві 64-бітний код, який може використовуватись мікроконтролером для «спілкування» з конкретним датчиком на загальній шині.

В постійній пам'яті DS18B20 можна зберегти граничні значення температури, при виході з яких датчик буде переходити в режим тривоги.

Отже, датчик дуже простий у використанні. По-перше, він цифровий, а по-друге - у нього всього лише один контакт, з якого ми отримуємо корисний сигнал. Тобто, ми можете підключити до одного мікроконтролера одночасно величезну кількість цих сенсорів. Вбудований АЦП дозволяє уникнути проблем з точністю, якщо датчик знаходиться на далекій відстані.

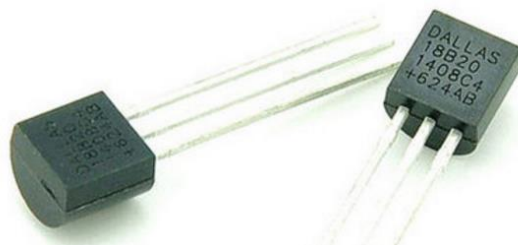


Рисунок 3.1 - Давач температури

Технічні характеристики представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики давача

Інтерфейс	one-wire
Робоча напруга	3-5 В
Робочий струм	1 мА
Діапазон температур	$>-55^{\circ}\text{C}$ до $+125^{\circ}\text{C}$
Робоча температура	Від 0°C до $+60^{\circ}\text{C}$
Точність вимірювань	0.5°C
Крок показань	0.0625°C

Давач температури DS18B20 підключається в наступній послідовності:

1. Контакт GND з DS18B20 підключається до GND на мікроконтролері.
2. Контакт Vdd з DS18B20 підключається до + 5V на мікроконтролері.
3. Контакт Data з DS18B20 підключається до будь-якого цифрового контакту на мікроконтролері.

Обов'язково необхідно додати до зовнішньої додаткової об'язки підтягуючий резистор на 4.7 КОм.

Інтерфейс 1-Wire дозволить підключити декілька цифрових датчиків температури DS18B20 до мікроконтролера паралельно (рис. 3.2), використовуючи тільки три контакти. За допомогою бібліотеки OneWire library дані будуть зчитуватись зі всіх датчиків одночасно. У кожного з датчиків є індивідуальний серійний номер, який можна використовувати для розпізнавання того чи іншого сенсора.

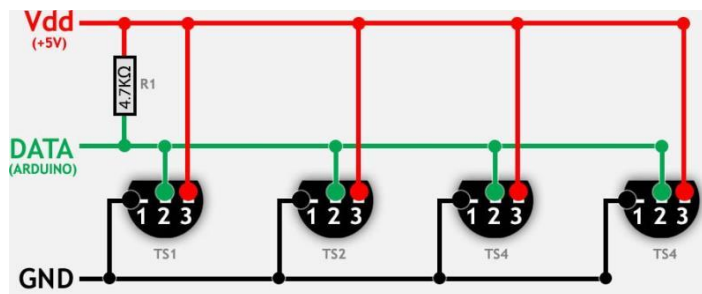


Рисунок 3.2 – Схема паралельного підключення декількох датчиків температури DS18B20

3.1.2 Давач тиску [10]

BMP085 – це давач абсолютного атмосферного тиску (рис. 3.3). В основі датчика пьезо-резистивний сенсор, вихідний сигнал якого після внутрішнього аналого-цифрового перетворення доступний користувачеві.

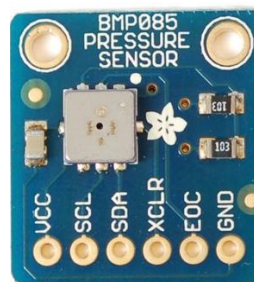


Рисунок 3.3 - Давач тиску повітря

Отримане значення не є значенням атмосферного тиску, а пов'язано з ним

"складною" залежністю. Для розрахунку якої необхідно використовувати 11 коригуючих коефіцієнтів. Дані коефіцієнти прошиті у вбудовану EEPROM пам'ять датчика і індивідуальні для кожного датчика.

У загальному випадку алгоритм роботи виглядає наступним чином:

- 1) Включення;
- 2) Зчитування коригуючих коефіцієнтів;
- 3) Запуск перетворення сигналу з сенсора температури;
- 4) Очікування закінчення перетворення;
- 5) Зчитування результату перетворення;
- 6) Розрахунок температури;
- 7) Запуск перетворення сигналу з сенсора тиску;
- 8) Очікування закінчення перетворення;
- 9) Зчитування результату перетворення;
- 10) Розрахунок тиску.

Максимально можна отримати 128 значень в секунду, при цьому значення температури зчитується одноразово на початку кожного періоду вимірювань.

Схема електричного підключення представлена в додатку Б.

Технічні характеристики представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики давача

Напруга живлення	1,8 - 3,6 В
Робочий струм	1 мА
Управління	Інтерфейс I2C
Діапазон вимірювання	300 – 1100 гПа (225-825 мм рт.ст.)
Час вимірювання тиску	Не більше 25,5мс
Температура середовища	-30~ +85°C

Давач тиску BMP085 підключається в наступній послідовності:

1. Контакт GND з BMP085 підключається до GND на мікроконтролері.
2. Контакт Vcc з BMP085 підключається до + 3,3V на мікроконтролері.
3. Контакт SCL з BMP085 підключається до I2C clock контакту на мікроконтролері.
4. Контакт SDA з BMP085 підключається до I2C data контакту на мікроконтролері.

3.1.3 Давач положення КУ-040 [11]

Енкодер обертання КУ-040 - це поворотний датчик, який сигналізує про ступінь повороту осі і в якому напрямку вона обертається (рис. 3.4). Рекомендується застосовувати для контролю крокових і серводвигунів.

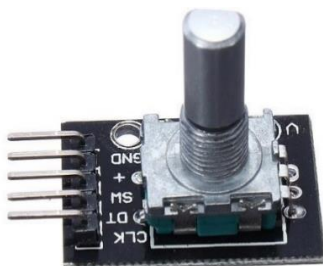


Рисунок 3.4 – Давач обертання КУ-040

Поворотний енкодер має фіксоване число позицій на оберт. Ці позиції легко відчуються руками як невеликі клацання при повороті осі енкодера. Даний модуль енкодера має тридцять таких позицій. Кількість таких позицій характеризує чутливість датчика обертання.

Технічні характеристики представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Технічні характеристики давача

Робоча напруга	4,5-5 В
Тип	механічний, інкрементальний
Кут повороту	360 ° (в обидві сторони)
Чисто імпульсів на оберт	20

Давач обертання КУ-040 підключається в наступній послідовності:

1. Контакт GND з КУ-040 підключається до GND на мікроконтролері.
2. Контакт + з КУ-040 підключається до + 5V на мікроконтролері.
3. Контакт DT з КУ-040 підключається до будь-якого цифрового контакту на мікроконтролері.
4. Контакт CLK з КУ-040 підключається до будь-якого аналогового виходу на мікроконтролері.

3.1.4 Канальний відцентровий вентилятор VENTS ВКП 2Е 400х200 [12]

Розрахунок вентиляції починається з визначення необхідної кратності повітрообміну, яка показує скільки разів протягом однієї години відбувається повна зміна повітря в приміщенні.

Необхідна кратність повітрообміну залежить від призначення приміщення,

кількості людей, що знаходяться у ньому, потужності тепловиділяючого обладнання та визначається БНіП (Будівельними Нормами і Правилами)[13].

Так, для більшості житлових приміщень досить однократного повітрообміну, для офісних приміщень потрібно 2-3 кратний повітрообмін.

Для визначення необхідної продуктивності розрахуємо два значення повітрообміну: по кратності і по кількості людей, після чого вибрати більше із цих двох значень.

1. Розрахунок повітрообміну по кратності:

$$L = n \cdot S \cdot H,$$

де L - необхідна продуктивність припливної вентиляції, м³/год;

n - нормована кратність повітрообміну: для офісів n = 2,5;

S - площа приміщення, м²;

H - висота приміщення

$$L = 2,5 \cdot 36 \cdot 3 = 270 \text{ м}^3/\text{год}$$

2. Розрахунок повітрообміну за кількістю людей:

$$L = N \cdot L_{\text{норм}}$$

де L - необхідна продуктивність припливної вентиляції, м³/год;

N - кількість людей;

L_{норм} - норма витрати повітря на одну людину:

- в стані спокою - 20 м³/год;
- робота в офісі - 40 м³/год;
- при фізичному навантаженні - 60 м³/год.

$$L = 6 \cdot 40 = 240 \text{ м}^3/\text{год}$$

3. Розрахунок площі каналу вентиляції:

$$S_c = L \cdot 2,778/V,$$

де S_c - це розрахункова площа каналу;

L - значення витрати повітря, що проходить через канал (L=270 м³/год);

V - значення швидкості повітря, що проходить через канал вентиляції (V=1 м/с згідно до ДСН 3.3.6.042-99);

2,778 - спеціальний коефіцієнт, який необхідний для узгодження розмірностей - це години і секунди, метри й сантиметри, використовувані при включенні даних в формулу.

$$S_c = 270 \cdot \frac{2,778}{1} = 750$$

Щоб дізнатися, якою буде фактична площа каналної труби, необхідно використовувати формулу, виходячи з типу каналу. Для труб прямокутного формату

знадобиться вже формула:

$$S = A \cdot B / 100,$$

де S - це величина для фактичної площі перерізу;

A, B - це довжина сторін прямокутника.

$$S = 400 \cdot 200 / 100 = 800 \text{ мм}^2$$

Розрахувавши необхідний повітрообмін, вибираємо вентилятор або припливну установку відповідної продуктивності та площі каналу вентиляції. При цьому необхідно враховувати, що через опір повітропровідної мережі відбувається падіння продуктивності вентилятора.

Для реалізації системи управління кліматом в офісному приміщенні вибираємо каналний відцентровий вентилятор VENTS ВКП 2Е 400х200.

Канальний відцентровий вентилятор VENTS ВКП 2Е 400х200 (рис. 3.5) з назад загнутими лопатками і продуктивністю до 930 м³/год застосовуються для припливних і витяжних систем вентиляції. Призначені для з'єднання з прямокутними повітроводами номінальним перетином 400х200 мм.



Рисунок 3.5 - Канальний відцентровий вентилятор VENTS ВКП 2Е 400х200

Технічні характеристики відцентрованого вентилятора VENTS ВКП 2Е 400х200 представлені в таблиці 3. 5.

Таблиця 3.5 - Технічні характеристики

Напруга живлення	220-240 В
Частота струму	50 Гц
Струм	0,6 А
Максимальна витрата повітря, м ³ /год	930
Розмір патрубку, мм	400х200
Кількість полюсів	2
Маса, кг	11,25
Максимальна температура переміщуваного повітря	від -25 до +45

Використовуються 2-х полюсний асинхронний двигун із зовнішнім ротором, який має робоче колесо з назад загнутими лопатками, виготовлене з оцинкованої сталі. Для здійснення теплового захисту від перегріву в обмотку двигуна вбудовані термоконтакти з автоматичним перезапуском або з виведеними клемми для підключення зовнішніх пристроїв захисту. Застосування в двигунах підшипників кочення забезпечує великий термін експлуатації. Для досягнення точних характеристик, низького рівня шуму і безпечної роботи вентилятора кожна турбіна при складанні проходить динамічне балансування. Двигун в вентиляторі має клас захисту IP 44.

3.1.5 Фільтр касетний VENTS ФБ 400x200) [14]

Касетні повітряні фільтри VENTS ФБ 400x200 (рис. 3.6) застосовуються для очищення припливного, а в ряді випадків і витяжного повітря в системах вентиляції і кондиціонування прямокутного перетину. Служать для захисту повітропроводів, теплообмінників, вентиляторів, приладів автоматики та іншого вентиляційного обладнання від запилення. Зводять до мінімуму забруднення стін і стель близько повіторозподільних пристроїв. Фільтри грубої очистки можуть застосовуватися в якості першого ступеня очищення перед більш ефективними фільтрами.



Рисунок 3.6 - Фільтр касетний VENTS ФБ 400x200

Корпус виготовлений з оцинкованої сталі. Фільтруючий елемент має кілька хвиль для збільшення площі фільтрації. Елемент проведений з нетканого полотна з синтетичних волокон і захищений металевою сіткою від деформації повітряним потоком. Відкидна кришка фільтра обладнана важільними замками для швидкого доступу до змінного фільтруючого елементу. Фільтри невеликі по довжині, що дозволяє їх використовувати навіть у дуже обмеженому просторі. Виготовляються з фільтруючих матеріалів класом очищення G4.

Фільтри встановлюються перед калорифером і вентилятором по ходу руху повітря. Монтаж здійснюється за допомогою фланцевого з'єднання. Напрямок руху повітря має відповідати позначенню на фільтрі. При монтажі необхідно залишати простір для сервісного доступу до фільтра (чистка або заміна фільтруючого елементу).

3.1.6 Заслонка прямокутна з електроприводом КРА 400x200) [15]

Заслонка Вентс КРА 400x200 (рис. 3.7) призначена для автоматичного відкриття або закриття каналу припливної вентиляції, для регулювання витрати повітря (КР) або автоматичного перекриття вентиляційного каналу прямокутного перетину (КРА). Заслонка служить додатковим елементом захисту від обмерзання елементів системи вентиляції.



Рисунок 3.7 - Заслонка Вентс КРА 400x200

Монтаж заслінки здійснюється за допомогою фланцевого з'єднання. Монтаж в системі вентиляції здійснюється шляхом кріплення торцевих фланців заслінок до відповідних фланців повітропроводів або інших агрегатів вентиляційної системи. Кріплення здійснюється за допомогою оцинкованих болтів і скоб. При монтажі заслінок з сервоприводом, необхідно залишати простір для контрольного доступу до приводу.

Електропривод повітряної заслінки Belimo LF24-SR (рис. 3.8) з плавним регулюванням для управління повітряними заслонками, які виконують охоронні функції в системах вентиляції і кондиціонування повітря будинків (наприклад захист від заморожування) [16].



Рисунок 3.8 - Електропривод повітряної заслінки Belimo LF24-SR

Технічні характеристики заслінки Belimo LF24-SR представлені в таблиці 3.6.

Принцип дії полягає в наступному: при переміщенні приводу в нормальне робоче положення зводиться поворотна пружина; при припиненні подачі енергії живлення, запасені в пружині, повертає заслінку в охоронне положення. Схема електричного підключення представлена в додатку Б.

Таблиця 3.6 - Технічні характеристики

Напруга живлення	24 В
Обертаючий момент	4 Нм
Керуючий сигнал	0-10 В (при вхідному опорі 100кОМ)
Робочий діапазон	2-10 В (для кутів повороту 0-100%)
Кут повороту	Максимальний 95 ⁰ (обмеження 37-100% за допомогою механічного упору)
Температура навколишнього середовища	від -30 ⁰ до +50 ⁰

3.1.7 Заслонка прямокутна КР 400x200) [17]

Заслонка Вентс КР 400x200 (рис. 3.9) призначена для механічного відкриття або закриття каналу припливної вентиляції. В даній системі управління передбачено запасний повітряний фільтр для безперервної роботи всієї системи при забрудненні основного фільтру. Механічні заслінки КР 400x200 слугують для відокремлення запасного фільтру від каналу припливної вентиляції. Корпус і поворотна пластина заслінки виготовлені з оцинкованої листової сталі.



Рисунок 3.9 - Заслонка Вентс КР 400x200

3.1.8 Електричний конвектор Ballu Enzo BEC / EZER-2000) [18]

Конвектор Ballu Enzo BEC / EZER-2000 (рис. 3.10) призначений для обігріву приміщень різного типу. Електричні конвектори серії ENZO: рівномірний нагрів приміщення і іонізація повітря для створення неповторної атмосфери комфорту і якості життя.

Конвектор Ballu Enzo BEC / EZER-2000 потужністю 2000 Вт, дає можливість для використання цих приладів як для основного електроопалення приміщень, так і для додаткового обігріву, для малих або великих за обсягом приміщень.

Принцип роботи нагрівача - вентиляційний нагрів, екологічно безпечний і надійний, в приладі нагріте повітря піднімається вгору вздовж нагрівального елемента, а

холодний - з приміщення затягується знизу. Повітря в приміщенні не пересушується.



Рисунок 3.10 - Електричний конвектор Ballu Enzo BEC / EZER-2000

Основні технічні характеристики представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Технічні характеристики

Номінальна напруга	220 В / 50 Гц
Потужність обігріву	2000 Вт
Номінальний струм	8,7 А
Площа обігріву (для основного опалення)	до 50 м ²
Площа обігріву (для додаткового опалення)	до 80 м ²

Конвектор Ballu Enzo BEC / EZER-2000 містить в собі дві плати: силову і плату управління.

На силовій платі розташований мережеве джерело живлення, стабілізатор напруги +5 В на L7805, 2 реле. Окремо розташовані термозапобіжник і іонізатор повітря. На платі управління розташований мікроконтролер, кнопки, а також семисегментний індикатор температури.

Для вимірювання температури використовується напівпровідниковий діод, який, як відомо, має досить лінійною залежністю прямого падіння напруги від температури. Діод включений в верхнє плече дільника напруги живлення, а напруга з дільника подається на вхід АЦП мікроконтролера.

Отже, для плавного регулювання електричним конвектором Ballu Enzo BEC / EZER-2000 використовуємо димер.

3.1.9 Вентилятор стельовий Soler & Palau НТВ-75N) [19]

Вентилятор стельовий Soler & Palau НТВ-75N (рис. 3.11) призначений для перемішування повітряних мас в приміщенні, охолодження шляхом створення повітряного потоку.

Основна функція стельового вентилятора - створення повітряного потоку в

приміщенні, перемішування повітряних мас. Такий прилад, звичайно ж, не охолоджує повітря, як кондиціонер. Охолоджуючий ефект досягається при впливі створюваного потоку на людину і розсіюванні тепла в навколишнє середовище. Ефект обдування, створення умов для більш швидкого теплообміну, відведення тепла.



Рисунок 3.11 - Вентилятор стельовий Soler & Palau НТВ-75N

Основні технічні характеристики вентилятора на стелю представлені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Технічні характеристики

Напруга живлення	230 В
Сила струму	0,28 А
Максимальна частота обертання	280 об/хв
Продуктивність	6400
Рівень шуму	45 дБ

Крім того, варто відзначити, що вентилятори стельові розумно використовувати для створення однорідної температурного середовища в приміщенні, тим більше, якщо це приміщення досить велике. Як відомо, холодне повітря важче теплого. Таким чином відбувається як би розшарування. Холодне повітря опускається, тепле - навпаки, піднімається. Це принцип конвекції, на якому заснована робота майже всіх обігрівальних приладів без примусового обдування. Так, застосовуючи вентилятор у верху приміщення спільно з іншими кліматичними приладами, можна максимально посилити ефект обігріву приміщення.

3.1.10 Реле КУ-019) [20]

КУ-019 – одно-канальний модуль реле має один нормально-замкнутий і один нормально-розімкнутий контакти (рис. 3.12). Використовується для включення або вимикання будь-якого пристрою.



Рисунок 3.12 - Реле KY-019

Пристрій може працювати з різними платами мікроконтролерів.

Реле KY-019 підключається в наступній послідовності:

1. Контакт «-» з KY-019 підключається до GND на мікроконтролері.
2. Контакт «+» з KY-019 підключається до + 5V на мікроконтролері.
3. Контакт «S» з KY-019 підключається до будь-якого цифрового контакту на мікроконтролері
4. Контакт NC – нормально-замкнутий контакт реле KY-019.
5. Контакт NO – нормально-розімкнутий контакт реле KY-019.
6. Контакт COMMON – загальний контакт реле KY-019.

3.2 Підсистема підтримки вологості повітря в приміщенні

Для створення заданої відносної вологості повітря в офісному приміщенні застосовуються датчики вологості та система зволоження. Підбір датчика вологості здійснюємо враховуючи діапазон та похибку вимірювання для максимальної точності опрацьованого сигналу. Зволожувач підбираємо в залежності від площі обслуговуваного приміщення та ємності для води. Структурна схема підсистеми підтримки вологості в офісному приміщенні представлена на кресленні СУ.м-71. 151.С1, яке знаходиться в додатку А.

3.2.1 Датчик вологості [21]

Датчик вологості і температури DHT22 (рис. 3.13) - це два датчики в одному корпусі, результати вимірювання яких передаються на цифровий блок з аналого-цифровим перетворювачем (для датчика відносної вологості) і на виході з датчика виходить цифровий сигнал (контакт DATA). Для роботи датчика на контакт VCC подається напруга 3.3-6В. DHT22 має дуже низьке енергоспоживання.

Датчик вологості ємнісного типу відносної вологості (RH), чутливим елементом якого є полімерний конденсатор. За допомогою даного датчика вимірювання вологості

можна проводити у всьому діапазоні (від 0 до 100%), причому похибка вимірювання при використанні нового датчика складає не більше 2%. Як і всіх датчиків вологості емнісного типу, з кожним роком конденсатор трохи втрачає свої властивості, що призводить до збільшення похибки. У цьому датчику похибка змінюється на $\pm 0.5\%$ в рік.

Датчик температури цифровий, побудований на основі чіпа DS18B20. Він дозволяє вимірювати температуру в діапазоні від -40 до $+125$ °C з похибкою ± 0.5 °C.

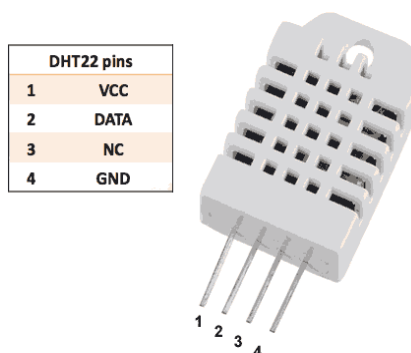


Рисунок 3.13 - Давач вологості

В датчика температури і вологості DHT22 є вбудована пам'ять, в якій можуть накопичуватися результати вимірювань і потім, на вимогу, передаватися на контролер.

Технічні характеристики представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 - Технічні характеристики давача

Тип	AM2302
Робоча напруга	3.3-6V DC
Вихідний сигнал	Цифровий
Діапазон вимірювання температур	$-40 \sim 80^{\circ}\text{C}$
Діапазон вимірювання вологості	0-100%
Точність вимірювання температур	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
Точність вимірювання вологості	$\pm 2\% \text{ RH}$
Габаритні розміри (мм)	25.1x15.1x7.7

Давач підключається до мікроконтролера в наступній послідовності:

1. Контакт GND з DHT22 підключається до GND на мікроконтролері.
2. Контакт Vdd з DHT22 підключається до $+5\text{V}$ на мікроконтролері.
3. Контакт Data з DHT22 підключається до будь-якого цифрового контакту на мікроконтролері.
4. Контакт NC з DHT22 не використовується.

Між 1 і 2 ніжкою датчика вологості DHT22 при підключенні до мікроконтролера повинен бути підключений резистор номіналом 10кОм.

3.2.2 Давач рівня води [22]

Датчик рівня води Water Sensor (рис. 3.14) призначений для визначення рівня води в різних ємностях, де недоступний візуальний контроль, з метою попередження переповнення ємності водою через критичну позначку.



Рисунок 3.14 - Давач рівня води

За сигналом датчика відбувається включення або виключення різних виконавчих пристроїв: звукові сигналізатори, включення насосів і т.д.

Робоча напруга аналогового датчика – 5 В. Вихідна напруга залежить від ступеня занурення датчика в рідину і від параметрів, що впливають на коефіцієнт передачі напруги, наприклад, провідність рідини.

Технічні характеристики представлені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 - Технічні характеристики давача

Напруга живлення	3-5 В
Робочий струм	20 мА
Тип сенсора	Аналоговий
Температура середовища	10 ~ 30°C
Габаритні розміри (мм)	62x20x8

Давач підключається в наступній послідовності:

1. Контакт (-) з давача підключається до GND на мікроконтролері.
2. Контакт (+) з давача підключається до + 5V на мікроконтролері.
3. Контакт Signal з давача підключається до будь-якого аналогового контакту на мікроконтролері.

При повністю сухому датчику вихідна напруга і свідчення на аналоговому вході будуть дорівнюють нулю, чим більше датчик буде занурений в воду, тим більше будуть його свідчення (від 0 до 1023).

3.2.3. Зволожувач повітря BEURER LB 88 white [23]

Зволожувач повітря BEURER LB 88 white (рис. 3.15) призначений для підтримки комфортного рівня вологості повітря в приміщенні. Ці ультразвукові зволожувачі повітря є найбільш досконалим і популярним типом.

В ультразвукових зволожувачах повітря використовується властивість п'єзоелектриків перетворювати електричні коливання в механічні. На занурений у воду п'єзоелектричний кристал подається високочастотна (ультразвукової частоти) напруга, що перетворюється в механічну вібрацію. У водяному шарі утворюються чергуючи між собою хвилі підвищеного і зниженого тиску. В областях зниженого тиску відбувається скипання рідини при звичайній кімнатній температурі з викидом в повітря дрібнодисперсних частинок. Потік повітря, створюваний вентилятором, подає водяну суспензію в приміщення, де вона переходить в пароподібний стан.



Рисунок 3.15 – Зволожувач повітря BEURER LB 88 white

Основні технічні характеристики представлені в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 - Технічні характеристики

Напруга живлення	220 В/50 Гц
Тип	ультразвуковий
Потужність	280 Вт
Ємність резервуара для води	6 л
Площа обслуговування	до 50 м ²
Продуктивність	550 мл/год

3.2.4 Електричний мембранний водяний насос DC 12В [24]

Електричний мембранний насос водяний DC 12В (рис. 3.16) використовуються для транспортування води, хімічно агресивних, корозійних і займистих рідин, середовищ як з високою, так і з низькою в'язкістю, систем, схильних до коагуляції.



Рисунок 3.16 – Електричний мембранний водяний насос DC 12В

Принцип роботи мембранного насоса простий: одна з діафрагм стискається під дією, наприклад, стисненого повітря, і рухає рідина в отвір виходу, а друга, навпаки, створює вакуум, всмоктуючи робочу рідину. Після такого першого витка в системі змінюється напрямок стисненого повітря, який на наступному етапі проходить за другий мембраною, змушуючи її, в свою чергу, також стискатися. При цьому процес повторюється із зворотного боку і є безперервним.

Приводом для пневматичних мембранних насосів служить повітряний клапан. Основні технічні характеристики представлені в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 - Технічні характеристики

Напруга живлення	24 В
Номінальний струм	0,3 А
Продуктивність	1,5 л/хв
Висота всмоктування:	2 м
Діаметр патрубків	9 мм

3.2.5 Система зворотного осмосу Aquafilter RX-RO6-75 [25]

Зворотній осмос - процес, в якому за допомогою тиску змушують розчинник (зазвичай вода) проходити через напівпроникну мембрану з більш концентрованою в менш концентрований розчин, тобто в зворотному для осмосу напрямку. При цьому мембрана пропускає розчинник, але не пропускає деякі розчинені в ньому речовини [26].

Шестиступінчаста система зворотного осмосу RX-RO6-75 (рис. 3.17) призначена для фільтрації питної води, очищена вода надходить через додатковий кран.



Рисунок 3.17 – Система зворотного осмосу Aquafilter RX-RO6-75

Перший ступінь очищення - видаляє пісок, іржу, глину через картридж з спіненого поліпропілену FCPS5. Другий ступінь очищення - через картридж FCCA з активованим вугіллям видаляє хлор і його сполуки. Третій ступінь очищення - застосовується картридж з активованого вугілля підвищеної щільності FCCBL, який видаляє дрібні домішки, що містяться у воді. Четвертий ступінь очищення - фільтрація води через назадосмотичну мембрану TFC75F з порами 0,02 мкм. На даному етапі видаляються важкі метали, віруси і бактерії. П'ятий ступінь очищення - застосовується картридж AICRO з вугіллям з шкаралупи кокосових горіхів. Покращує смак і запах води. Шостий ступінь очищення - використовується картридж AIMRO. Він насичує воду корисними мінералами.

Мембрана в даній системі Aquafilter RX-RO6-75 йде на 75 галон. Це дає можливість отримувати 11 л води в годину (280л/добу). Система Aquafilter RX-RO6-75 комплектується якісним пластиковим накопичувальним баком на 12 л.

Основні технічні характеристики представлені в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 - Технічні характеристики

Кількість ступенів	6
Продуктивність	280 л/добу
Підключення до водопроводу	1/2"
Робочий тиск	2,8-6 атм
Робоча температура	4-45 °С
Обсяг накопичувального бака	12 л

3.2.6 Електромагнітний клапан Семе 8514 [27]

Електромагнітний клапан Семе 8514 (рис. 3.18) - нормально-закритий клапан мембранного типу, призначений для мереж водопостачання та тепlopостачання, в різних галузях промисловості, в системах водопідготовки і кондиціонування, а також в сільськогосподарському виробництві. Технічні характеристики представлені в табл. 3.14.



Рисунок 3.18 – Електромагнітний клапан Семе 8514

Таблиця 3.14 - Технічні характеристики

Напруга живлення	220 В/50 Гц
Тиск	10 бар
Діаметр	10м

Клапан встановлюються на трубопроводах і відкривають потік робочого середовища при вступі на котушку клапана напруги живлення. В якості керуючого датчика, що подає сигнал на розмикання або замикання ланцюга живлення котушки клапана використовуємо давач рівня води.

3.2.7 Імпульсний блок живлення Mean Well HDR-30-24 [28]

Імпульсний блок живлення Mean Well HDR-30-24 (рис. 3.19) - прилад, що монтується на DIN-рейці, призначений для зарядки електричних приладів в промислових об'єктах. Основні технічні характеристики представлені в табл. 3.15.



Рисунок 3.19– Імпульсний блок живлення Mean Well HDR-30-24

Таблиця 3.15 - Технічні характеристики

Тип блоку живлення	Імпульсний
Потужність	36Вт
Вихідна напруга	24В DC, 21.6...29В DC
Вихідний струм	1.5А
Напруга живлення	85...264В AC, 120...370В DC

3.3 Підсистема підтримки рівня освітленості в приміщенні

В даній підсистемі використовуються давачі та виконавчі пристрої, що забезпечують підтримання оптимального рівня освітленості в приміщенні. Підбір давачів виконуємо враховуючи точність вимірювання та принципу роботи. Підбір виконавчого механізму здійснюємо в залежності від типу ламп для освітлення, в нашому випадку

лампи розжарювання. Тому використовуємо димер для управління освітленістю в приміщенні.

Для забезпечення енергозбереження можливе використання енергоефективних лампочок, таких як світлодіодні енергозберігаючі лампочки. Регулювати яскравість освітлення дозволяють димируємі світлодіодні лампи, які містять спеціальну схему, що розпізнає димрування і керуючу схемою стабілізатора лампи. Структурна схема підсистеми підтримки рівня освітленості та концентрації вуглекислого газу в офісному приміщенні представлена на кресленні СУ.м-71. 151.С1.

3.3.1 Давач освітленості [29]

Датчик освітленості КУ-018 (рис. 3.20) дозволяє електричному приладу визначити рівень яскравості світла в контрольованій точці. Модуль дає можливість закріпити фоторезистор в конструкції приладу. Наявний з'єднувач дозволяє швидко змінювати датчик при необхідності.



Рисунок 3.20 - Давач освітлення

Застосовується в автоматичі управління освітленням - фотореле. Можливе застосування в відповідальному освітленні для контролю роботи світильників. Модуль фоторезистора застосовується в світлочутливих роботах.

Принцип роботи датчика КУ-018 полягає в тому, що чим яскравіше освітлений фоторезистор, тим нижче його опір. Опір фоторезистора при зміні освітленості змінюється в широких межах від одиниць кілоом і до сотень кіло або мегаомах.. Контакти та схема модуля КУ-018 дозволяють використовувати тільки фоторезистор або фоторезистор в складі подільника напруги. Для цього на платі встановлений резистор 10 кОм.

Технічні характеристики представлені в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16 - Технічні характеристики давача

Робоча напруга	3-5 В
Мережевий опір	500 кОм
Опір при 10 люкс	24 ± 12 кОм

Живлення модуля подають на контакт +5 В. Зі збільшенням освітленості на виході модуля фоторезистора напруга буде падати, при яскравому світлі напруга виходу буде близько половини напруги живлення. Величина напруги на виході залежить від типу фоторезистора. У темряві напруга виходу буде близько до напруги контакту +5 В.

Давач підключається до мікроконтролера в наступній послідовності:

1. Контакт GND з KY-018 підключається до GND на мікроконтролері.
2. Контакт Vdd з KY-018 підключається до +5V на мікроконтролері.
3. Контакт Signal з KY-018 підключається до будь-якого аналогового контакту на мікроконтролері.

3.3.2 Димер

Димер – це електричний пристрій, призначений для зміни електричної потужності (регулятор потужності). Димер дозволить плавно або східчасто регулювати напругу, що подається на нього, зменшуючи або збільшуючи яскравість лампи розжарювання.

Димер дозволяє:

- понизити витрату електроенергії;
- продовжити термін служби лампи;
- точно відрегулювати яскравість джерела світла;
- понизити зорову стомлюваність (при плавній зміні яскравості адаптація спрощується).

Пристрій підключається до мережі живлення та до аналогового виходу на мікроконтролера.

Принципальна схема димера приведена в додатку А.

3.3.3 Димируєма світлодіодна лампа [30]

Димируєма світлодіодна лампа (рис. 3.21) призначена для створення м'якого, приглушеного освітлення. Димирування дозволяє змінювати рівень освітленості в приміщенні, що робить управління світлом набагато функціональніше.



Рисунок 3.21 - Світлодіодні лампи

Технічні характеристики представлені в таблиці 3.17.

Таблиця 3.17 - Технічні характеристики давача

Потужність	5 Вт
Напруга живлення	170 – 260 В
Світловий потік, лм	560
Коефіцієнт потужності	$\cos \varphi > 0,7$

3.4 Підсистема підтримки концентрації вуглекислого газу в повітрі

Для підтримки заданої концентрації вуглекислого газу в повітрі ОП використовується система вентиляції та давач вимірювання CO₂. За допомогою вентиляції можливо підтримувати чистоту повітряного середовища, за рахунок зміни повітря в офісному приміщенні. Вентиляція приміщень досягається видаленням з них забрудненого повітря і подачею чистого зовнішнього повітря. Підбір давача здійснюємо враховуючи діапазон та похибку вимірювання для максимальної точності опрацьованого сигналу.

3.4.1 Давач вуглекислого газу МН-Z14 (CO₂) [31]

Давач МН-Z14 (рис. 3.22) розроблений для того, щоб точно і швидко визначати концентрацію вуглекислого газу в повітрі.

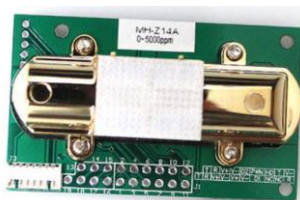


Рисунок 3.22 - Давач вуглекислого газу

Технічні характеристики представлені в таблиці 3.18.

Цей модуль здатний з легкістю зафіксувати від 0 аж до 5 000 ppm, з'єднуючись з платою мікроконтролера по serial-інтерфейсу (Tx, Rx). Живлення подається в межах 4-6В, струм, що подається, не перевищує 100mA, зазвичай він стабільно тримається на позначці в 50mA і нижче. Найкраще живити модуль не від плати розробника, а від зовнішніх джерел живлення, акумуляторів.

Даний датчик контролю вуглекислого газу веде постійне вимірювання концентрації CO₂ і подає керуючий сигнал на вентиляційний прилад для видалення надлишків вуглекислого газу. При тривалому простоя, датчику потрібен деякий час, зазвичай 30-60с, щоб видати максимально правдоподібні значення.

Таблиця 3.18 - Технічні характеристики давача

Тип датчика	Газовий(інфрачервоний)
Робоча напруга	DC4.5-5.5V
Робочий струм	Середнє <60mA; пік 150mA.
Дальність виявлення	0-5000ppm
Точність вимірювань	± 50ppm
Робоча температура	Від 0°C до +60°C
Вологість	0 ~ 95% RH
Вихід	Аналоговий
Габаритні розміри (мм)	13,9x18,5

Для підключення давача вуглекислого газу МН-Z14 до мікроконтролера використовуються контакти: живлення (по паспорту 4-6 В, або 3,3 В), земля, аналоговий вихід 0-2,5 В.

Запрограмований мікроконтролер зчитує рівень вуглекисла газу з давача використовуючи вихід PWM і виводить значення на порт.

3.5 Вибір мікроконтролера [32]

Основні функції керування та контролю реалізуються на основі вибору необхідних технічних засобів. Головною задачею вибору технічних засобів є перевірка сполучення каналів управління контролеру з вхідними та вихідними сигналами.

Для вибору контролеру зведемо кількість і тип вхідних-вихідних сигналів до таблиці 3.19.

Таблиця 3.19

Тип сигналу	Кількість ліній
Вхідний аналоговий (4...20 мА)	4
Вхідний дискретний	6
Вихідний аналоговий (4...20 мА)	5
Вихідний дискретний	6

Для реалізації задачі управління мікрокліматом в офісному приміщенні обираємо мікроконтролер Maple Mini (рис. 3.23), вільні контакти будуть слугувати для подальшої модернізації системи управління.

Maple - це 32-бітна ARM-плата виробництва LeafLabs. Разом з Maple IDE, лінія макетних плат LeafLabs Maple має UX типу Arduino, з'єднану з потужністю 32-бітових процесорів ARM.

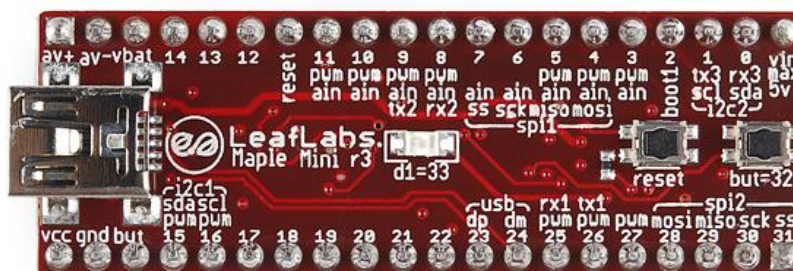


Рисунок 3.23 –Мікроконтролер Maple Mini

Maple Mini - це плата з невеликим 48-піновим STM32, з тією ж швидкістю і пам'яттю, що і стандартний Maple. На борту - 120 Кб флеш-пам'яті, 34 GPIO і 20 Кб RAM.

Мікроконтролер має наступні характеристики (табл. 3.20).

Таблиця 3.20 - Технічні характеристики

Процесор	32-бітний мікропроцесор ARM Cortex M3
Тактова частота	72 МГц
Напруга живлення	3-12В
Цифрові входи / виходи	34 (з них 12 можуть використовуватися в якості ШИМ-виходів)
Аналогові входи	9
Постійний струм через вхід/вихід	40 мА
Постійний струм для виводу 3.3 В	500 мА
ОЗУ	20 КБ

Maple Mini може отримувати живлення через підключення USB або від зовнішнього джерела живлення. Джерело живлення вибирається автоматично. Зовнішнє живлення (не USB) може подаватися через перетворювач напруги AC / DC (блок живлення) або акумуляторною батареєю.

Платформа може працювати при зовнішньому живленні від 6 В до 20 В. При напрузі живлення нижче 7 В, вихід 5V може видавати менше 5 В, при цьому платформа може працювати нестабільно. Рекомендований діапазон від 7 В до 12 В.

Детальніша інформація про мікроконтролер Maple Mini та технічний опис представлені в додатку В.

3.6 Висновки

В даному розділі здійснено підбір технічних засобів автоматизації для системи керування кліматом в ОП. Підбір елементів для системи управління кліматом в офісному приміщенні було здійснено використовуючи функціональну схему автоматизації та поділивши систему на підсистеми. Детально розглянуто підключення кожного засобу до мікроконтролера.

Підбір засобів автоматизації для вентиляції було розпочато з визначення необхідної кратності повітрообміну для обслуговуючого приміщення до 36 м² з можливістю створення каналної вентиляції.

Головним принципом у виборі мікроконтролера являється відповідна кількість каналів управління контролера, які б задовільнили основні функції керування. Для реалізації задачі управління мікрокліматом в офісному приміщенні обираємо мікроконтролер розробки Maple Mini від Leaflabs побудований на базі 32-бітного мікропроцесора STM32F.

РОЗДІЛ 4

АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ

Пропонована автоматизована система управління кліматом в офісному приміщенні призначена для підтримки заданої температури, відносної вологості, рівня освітленості та концентрації вуглекислого газу. Для підтримки заданих параметрів реалізуються функції їх стабілізації. Управління таким процесом вимагає використання більш складних алгоритмів, багаторівневих систем керування технологічними процесами системи управління кліматом.

4.1 Алгоритм управління процесами функціонування СКК

Для реалізації програмного забезпечення перш за все потрібно чітко розуміти алгоритми роботи СКК в офісному приміщенні для подальшого регулювання параметрів. Управління процесом регулювання параметрів вимагає використання складних алгоритмів, багаторівневих систем керування технологічними процесами системи управління кліматом. На рис. 4.1 представлений загальний алгоритм функціонування СКК.

Система розпочинає свою роботу з ініціалізації. Ініціалізації передують виконання програми, приводить СКК в режим готовності. Далі відбувається опитування датчиків, створюється масив даних. Якщо СКК готова до роботи, розпочинається цикл програми, якщо ні, система переходить в аварійний режим і зупиняється. Після запуску відбувається вихід на режими управління параметрами, що підлягають керуванню, та відображення даних. Розглянемо алгоритми керування, поділивши СКК на підсистеми.

Підсистема підтримки температури повітря в приміщенні. Алгоритм функціонування підсистеми керування зображений на рисунку 4.2. Підсистема розпочинає свою роботу з опитування датчика, який знаходиться ззовні обслуговуючого приміщення. Якщо температура більше $+10^{\circ}\text{C}$, то система переходить в режим «Тепла» пора року, якщо менше – «Холодна». В холодну пору року задана температура відповідатиме $22-23^{\circ}\text{C}$, а в теплу - $23-25^{\circ}\text{C}$.

В режимі «Холодна» пора року середня температура з датчиків порівнюється з заданою, якщо вказана температура відрізняється то вмикається конвектор, який плавно регулюється за допомогою димера. Потім для рівномірного розподілення повітряних мас та створення однорідного температурного середовища в офісному приміщенні вмикається

стельовий вентилятор, який працює визначений програмою час. Далі система знову порівнює показання з датчиків. Якщо температура відповідає заданій відбувається обробка та збереження даних, які відображаються на дисплеї.

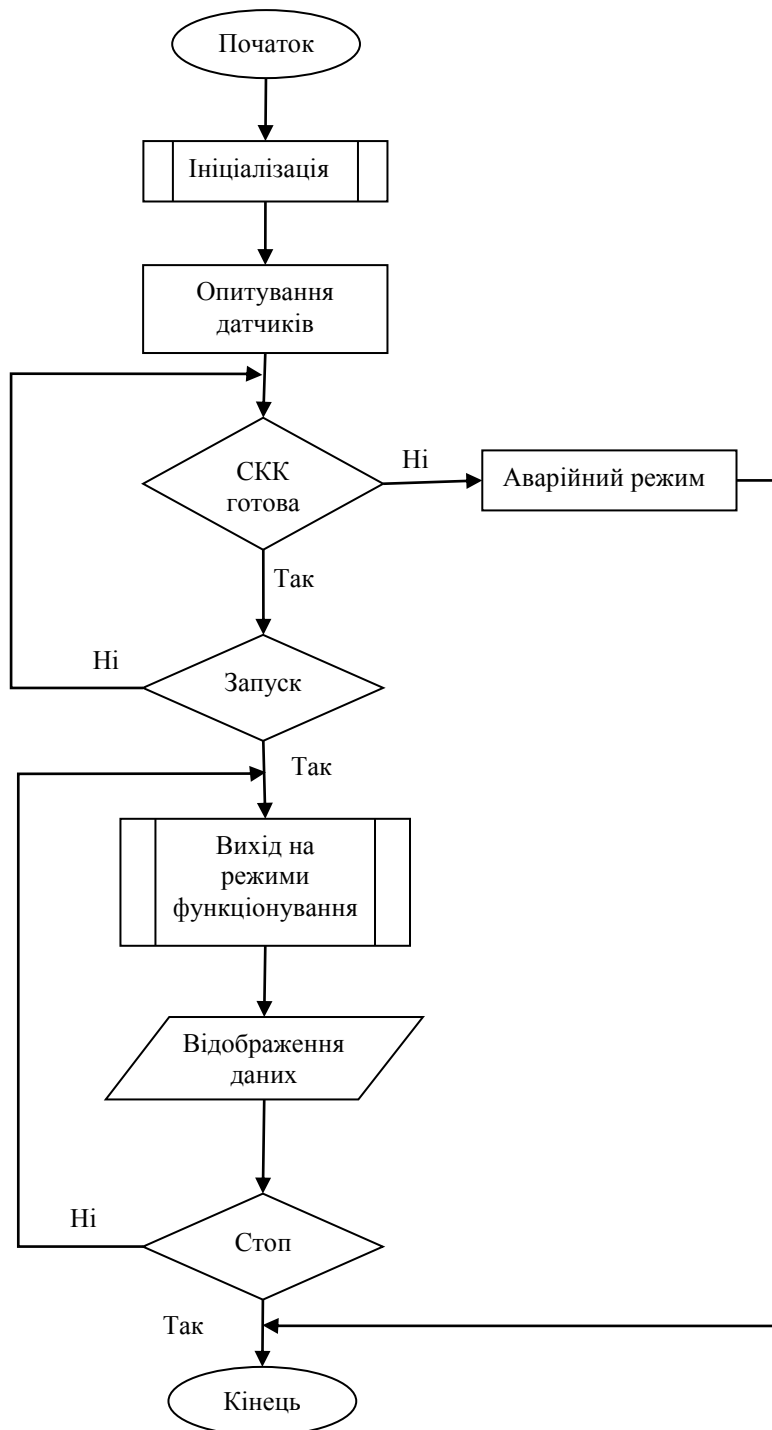


Рисунок 4.1 - Загальний алгоритм функціонування системи

В режимі «Тепла» пора року температура з датчиків порівнюється з заданою. Якщо вказана температура відрізняється то мікроконтролер подає сигнал для відкриття заслінок,

потім одночасно вмикаються припливний та витяжний вентилятори. Далі розпочинає свою роботу стельовий вентилятор, який працює визначений час таймером. Система знову порівнює показання з давачів, якщо температура відповідає заданій, то мікроконтролер посилає сигнал на відключення вентиляторів, далі закриваються заслінки. Потім відбувається обробка та збереження даних, які відображаються на дисплеї.

Підсистема підтримки відносної вологості повітря в приміщенні. Алгоритм функціонування підсистеми керування зображений на рисунку 4.3. Підсистема розпочинає свою роботу з опитування давача вологості, якщо показники з давача відрізняються від заданого то вмикається зволожувач. Потім для рівномірного розподілення повітряних мас вмикається стельовий вентилятор, який працює визначений програмою час. Далі система знову порівнює показання з давача. Якщо рівень води в зволожувачі недостатній вмикається насос, який працює поки не прийде сигнал з мікроконтролера про задовільний рівень. Одночасно опитується давач, який знаходиться в бачку системи зворотного осмосу, коли рівень відрізняється від заданого відкривається електромагнітний клапан. Якщо вологість повітря відповідає заданій відбувається обробка та збереження даних, які відображаються на дисплеї.

Підсистема підтримки концентрації вуглекислого газу в повітрі. Алгоритм функціонування підсистеми керування зображений на рисунку 4.4. Підсистема розпочинає свою роботу з опитування давача концентрації вуглекислого газу. Показання з давача порівнюється з заданими, якщо вказана концентрація CO₂ відрізняється то мікроконтролер подає сигнал для відкриття заслінок, потім одночасно вмикаються припливний та витяжний вентилятори. Далі розпочинає свою роботу стельовий вентилятор, який працює визначений програмою час. Система знову порівнює показання з давача, якщо концентрації вуглекислого газу в офісному приміщенні відповідає заданій, то мікроконтролер посилає сигнал на відключення вентиляторів, далі закриваються заслінки. Потім відбувається обробка та збереження даних, які відображаються на дисплеї.

Підсистема підтримки рівня освітленості в приміщенні. Алгоритм підсистеми керування зображений на рисунку 4.5. Підсистема розпочинає роботу з опитування давачів рівня освітленості. Середнє значення з давачів порівнюється з заданим, якщо вказаний рівень освітленості, то мікроконтролер подає сигнал на включення димера. Він здійснює плавне регулювання потужності світильників за рахунок програмного забезпечення. Далі система знову порівнює показання з давачів, якщо рівень освітленості в офісному приміщенні відповідає заданому, то відбувається обробка та збереження даних, які відображаються на дисплеї.

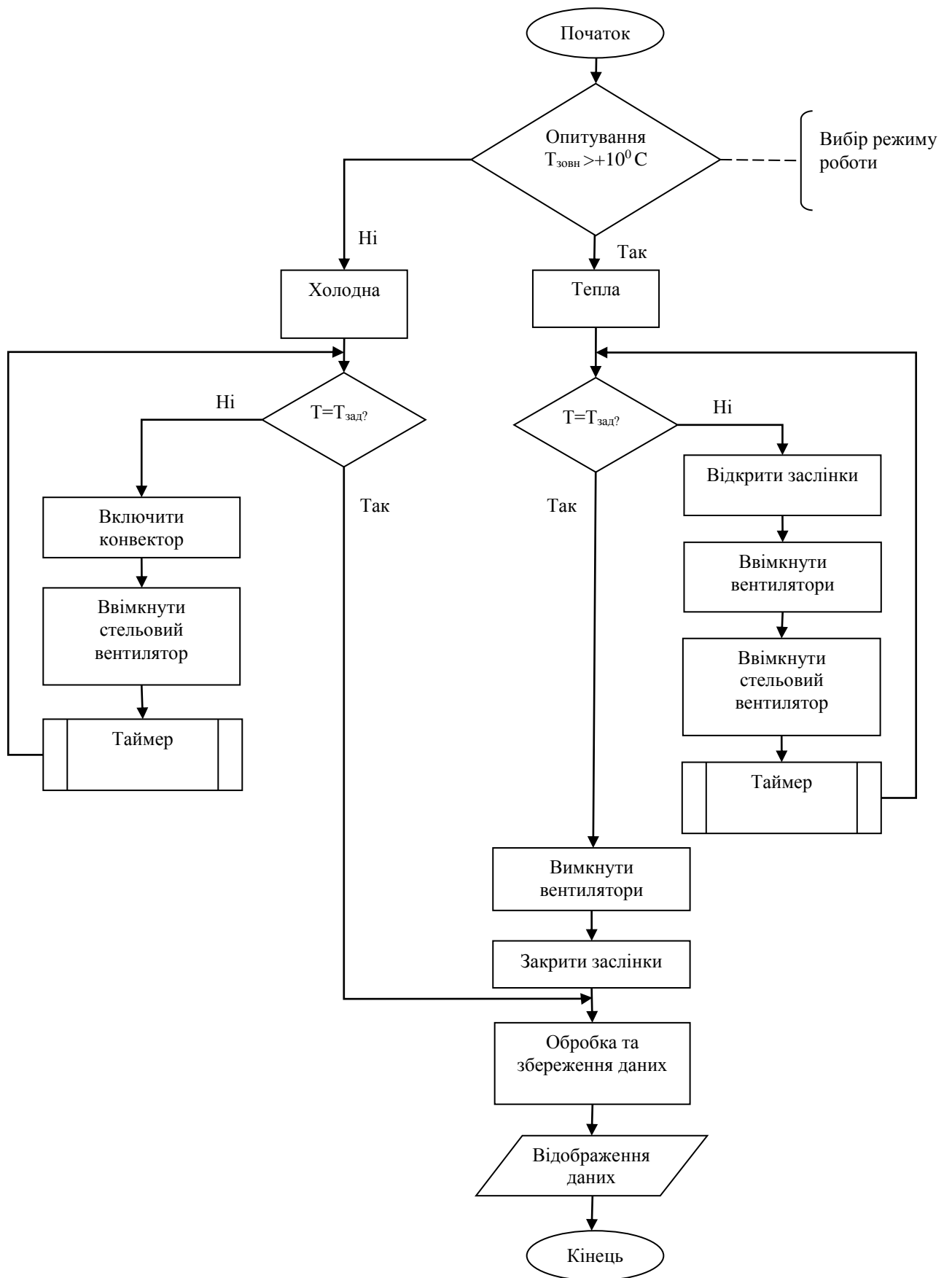


Рисунок 4.2 - Алгоритм функціонування підсистеми підтримки температури

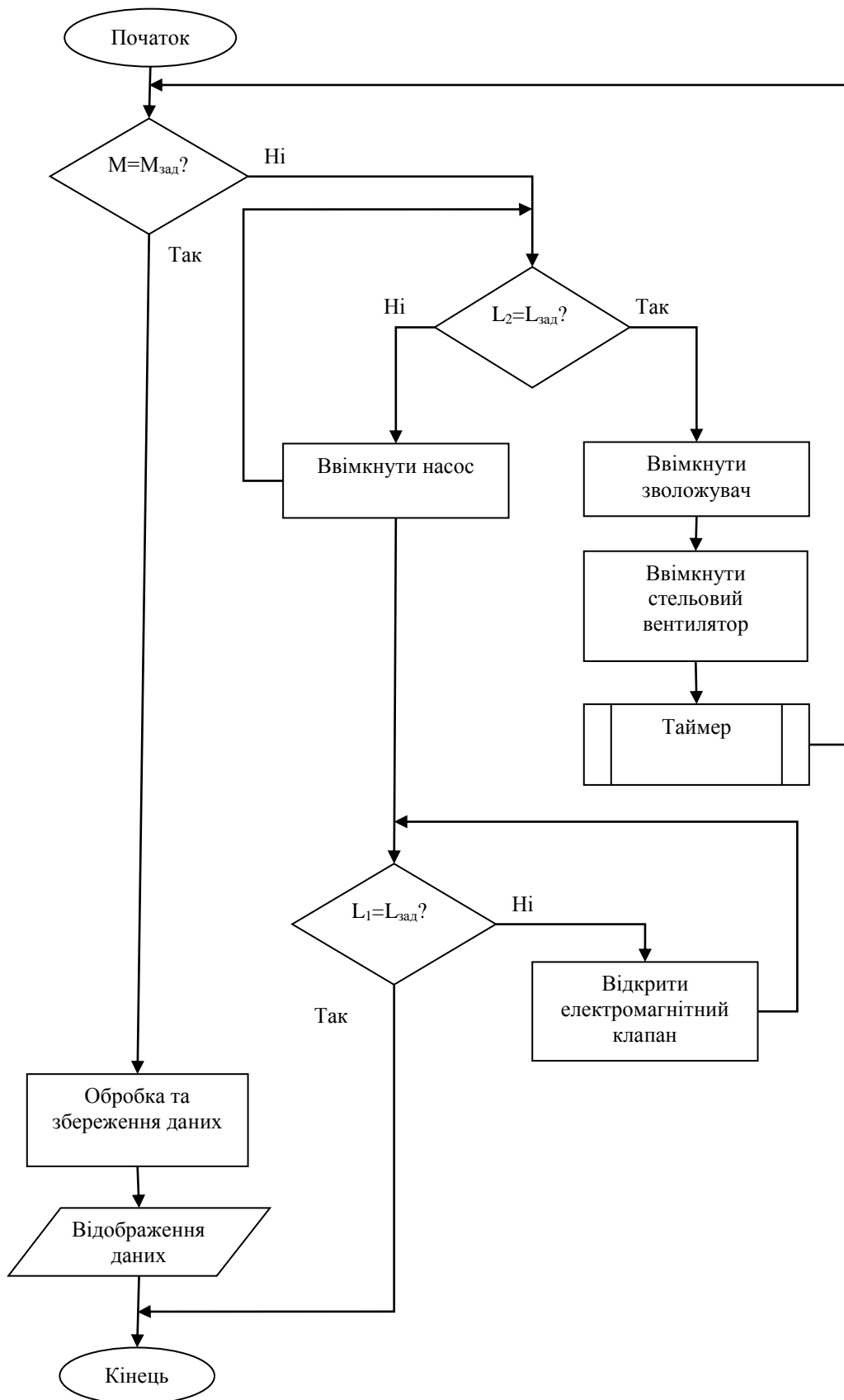


Рисунок 4.3 - Алгоритм функціонування підсистеми підтримки відносної вологості повітря

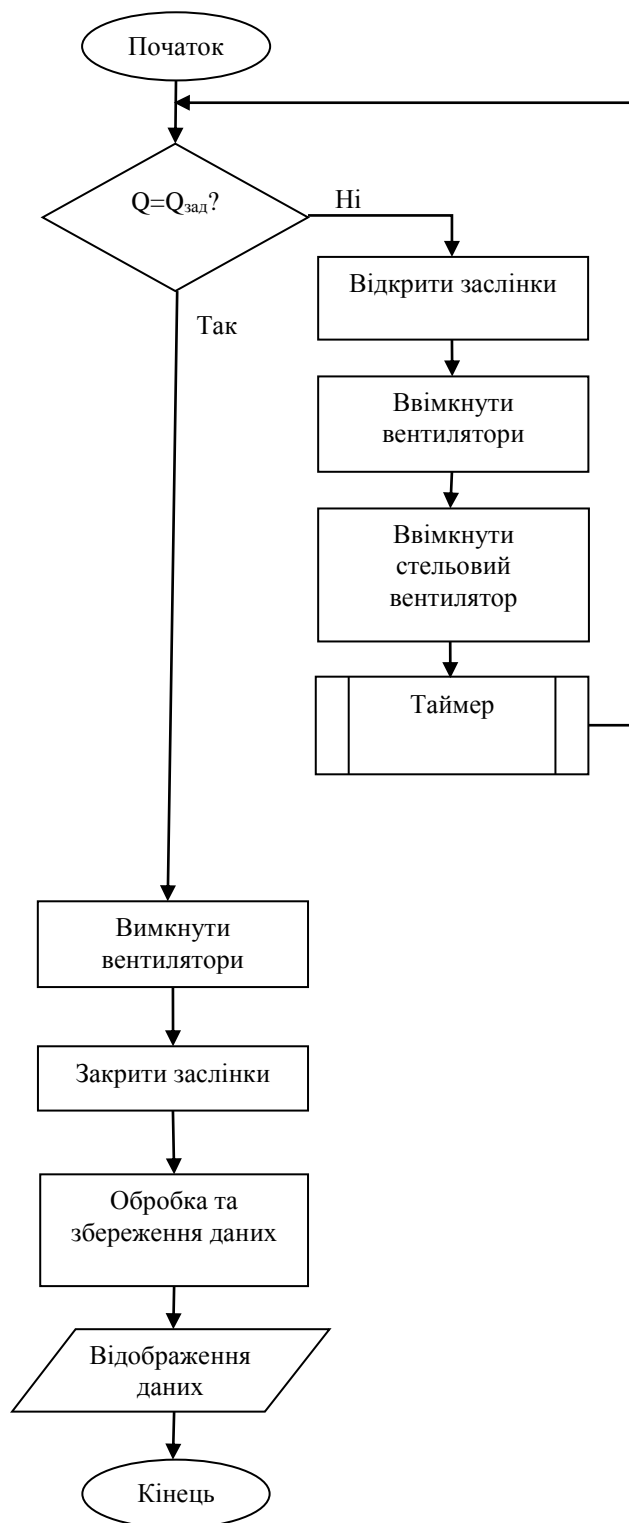


Рисунок 4.4 - Алгоритм функціонування підсистеми підтримки концентрації вуглекислого газу в повітрі

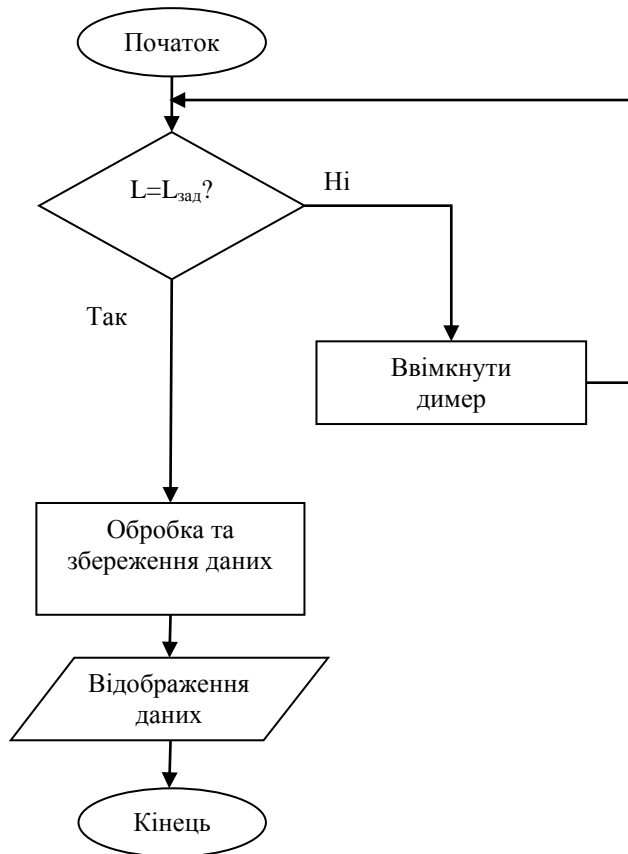


Рисунок 4.5 - Алгоритм функціонування підсистеми підтримки рівня освітленості

4.2 Програмування в середовищі FLProg [35]

FLProg - система візуального програмування. Відрізною рисою проекту є включення в коло користувачів плат Arduino людей, незнайомих з програмуванням.

Це можливо завдяки досвіду промислового програмування, який накопичувався роками виробниками промислових контролерів. Проект складається з двох частин. Перша частина це десктоп додаток FLProg - представляє собою графічне середовище програмування плат Arduino. По друге, це сайт FLProg.ru, за допомогою якого члени спільноти користувачів програми можуть поспілкуватися між собою, дізнатися останні новини проекту, завантажити останню версію програми і знайти необхідну інформацію по роботі з додатком.

Програма FLProg дозволяє створювати прошивки для плат Arduino з допомогою графічних мов FBD і LAD, які є стандартом в області програмування промислових контролерів.

FBD (Function Block Diagram) — графічна мова програмування стандарту МЕК 61131-3. Програма утворюється зі списку ланцюгів, виконуваних послідовно зверху вниз.

При програмуванні використовуються набори бібліотечних блоків. Блок (елемент) — це підпрограма, функція або функціональний блок (I, АБО, НЕ, тригери, таймери, лічильники, блоки обробки аналогового сигналу, математичні операції та ін). Кожний окремих ланцюг являє собою вираз, складений графічно з окремих елементів. До виходу блоку підключається наступний блок, утворюючи ланцюг. Усередині ланцюга блоки виконуються строго в порядку їх з'єднання. Результат обчислення ланцюга записується у внутрішню змінну або подається на вихід контролера.

Ladder Diagram (LD, LAD, РКС) — мова релейної (сходової) логіки. Синтаксис мови зручний для заміни логічних схем, виконаних на релейній техніці. Мова орієнтована на інженерів з автоматизації, які працюють на промислових підприємствах. Забезпечує наочний інтерфейс логіки роботи контролера, полегшує не тільки завдання власне програмування і введення в експлуатацію, але і швидкий пошук несправностей у підключаемого до контролера обладнанні. Програма на мові релейної логіки має наочний і інтуїтивно зрозумілий інженерам-електрикам графічний інтерфейс, який представляє логічні операції, як електричний ланцюг з замкнутими і розімкнутими контактами. Протікання або відсутність струму у цьому ланцюзі відповідає результату логічної операції (істина — якщо струм тече; false — якщо струм не тече). Основними елементами мови є контакти, які можна образно уподібнити парі контактів реле або кнопки. Пара контактів ототожнюється з логічної змінної, а стан цієї пари — зі значенням змінної. Розрізняються нормально замкнуті і нормально розімкнуті контактні елементи, які можна зіставити з нормально замкнутими і нормально розімкнутими кнопками в електричних ланцюгах.

Проект FLProg являє собою набір плат, на кожній з якої зібрано закінчений модуль загальної схеми. Для зручності роботи кожна плата має найменування і коментарі. Так само кожен плату можна згорнути (для економії місця на робочій зоні, коли робота над нею закінчена), і розгорнути. Червоний індикатор у найменуванні плати вказує на те, що в схемі плати є помилки. Приклад програми на мові FBD представлено на рис. 4.6.

Схема кожної плати збирається з функціональних блоків у відповідності з логікою роботи контролера. Більшість функціональних блоків мають можливість налаштування, за допомогою якої їх роботу можна налаштувати відповідно з необхідними в даному конкретному випадку вимогами. Так само для кожного функціонального блоку є розгорнутий опис, який доступний в будь-який момент і допомагає розібратися в його роботі і налаштуваннях.

При роботі з програмою користувачеві немає необхідності займатися написанням коду, контролем за використанням входів — виходів, перевіркою унікальності імен і

узгодженістю типів даних. За всім цим стежить програма. Так само вона перевіряє коректність проекту цілком і вказує на наявність помилок.

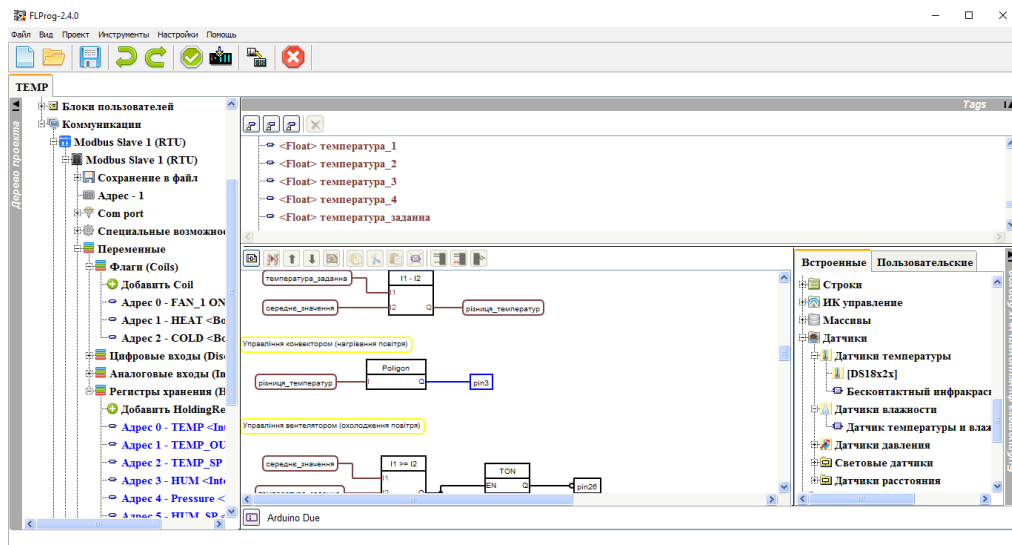


Рисунок 4.6 - Вигляд вікна програми у режимі мови FBD

Для роботи з зовнішніми пристроями створено кілька допоміжних інструментів. Це інструмент ініціалізації та налаштування годинника реального часу, інструменти для читання адрес пристроїв на шинах OneWire і I2C а так само інструмент для читання і збереження кодів кнопок на ІЧ пульті. Всі певні дані можна зберегти у вигляді файлу і в подальшому використовувати в програмі.

Розроблена програма на мові FBD системи управління кліматом в офісному приміщенні представлена в додатку Г, рисунок Г.1.

4.3 Висновки

Для реалізації СКК нами розроблені алгоритми функціонування підсистем регулювання параметрів клімату, за якими реалізуються функції стабілізації параметрів в режимі. Алгоритми функціонування СКК реалізовано в системі візуального програмування мікроконтролерів FLProg. За допомоги програми створювано програмне забезпечення для мікроконтролера Maple Mini на графічній мові FBD. Програма забезпечує виконання всіх функцій СКК в офісному приміщенні.

РОЗДІЛ 5

ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ СИСТЕМИ КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ В ОФІСНОМУ ПРИМІЩЕННІ

Для забезпечення візуалізації системи управління кліматом в офісному приміщенні використовуються наступні програми:

1. Master OPC Universal Modbus Server – сервер для обміну з будь-яких модифікацій протоколу Modbus.
2. SCADA SimpLight – система для візуалізації технологічних процесів.

Вибір програмного забезпечення здійснено за ознаками його відкритості і надійності.

5.1 Загальні відомості про SCADA систему [36]

SCADA (абр. від англ. Supervisory Control and Data Acquisition, диспетчерське управління і збір даних) – програмний пакет, призначений для розробки або забезпечення роботи в реальному часі систем збору, обробки, відображення та архівування інформації про об'єкт моніторингу або управління.

Програмне забезпечення SCADA використовуються в промислових управліннях технологічними процесами для централізованого моніторингу насосів, рівня в резервуарах, вимикачів, температури та інше. Програма SCADA зазвичай працює на персональних комп'ютерах і має зв'язок із зовнішніми пристроями управління. Методи зв'язку здійснюються через пряме послідовне з'єднання, модем або Ethernet.

Сучасні програми систем диспетчерського управління та збору даних можуть забезпечити кращий доступ до виробничої інформації через веб-інтерфейс.

SCADA-система зазвичай містить такі підсистеми:

- 1) Людино-машинний інтерфейс (НМІ англ. Human Machine Interface) — інструмент, який подає дані про хід процесу операторові, що дозволяє контролювати і управляти ним;
- 2) Диспетчерська система (головний термінал) (MTU англ. Master Terminal Unit) — збирає дані про процес і відправляє команди процесору (керування);
- 3) Абонентський кінцевий блок (віддалений термінал) (RTU англ. Remote Terminal Unit), що під'єднується до датчиків процесу, перетворює сигнал з датчика в цифровий код і відправляє дані в диспетчерську систему;
- 4) Програмований логічний контролер (PLC англ. Programmable Logic Controller)

використовується як польовий пристрій у зв'язку з вищою ніж у RTU спеціального призначення економічністю, універсальністю і гнучкістю;

5) Комунікаційна інфраструктура (CS англ. Communication System) призначена для реалізації промислової мережі.

Загальними для усіх функціями систем SCADA є:

- 1) збір поточної інформації про роботу устаткування з датчиків і контролерів;
- 2) первинне перетворення зібраної інформації;
- 3) збереження поточної інформації;
- 4) представлення поточної інформації у вигляді гістограм, таблиць, графіків;
- 5) друк звітів і протоколів про роботу;
- 6) передача і введення в пристрої керування команд диспетчера;

7) використання поточної інформації для вирішення завдань управління виробництвом;

8) організація зв'язку з пристроями, підключеними до інформаційної мережі.

Такі системи забезпечують: наочну інформацію про хід виробництва, відображення стану приводів і технологічного устаткування, деталізацію вибраних диспетчером частин процесу, розрахунок показників процесу в динаміці і виведення узагальненої інформації у вигляді графіків, таблиць або малюнків, розпізнавання передаварійних і аналіз аварійних ситуацій з рекомендаціями послідовності дій диспетчера, можливість управління виконавчими пристроями об'єкта з пульта диспетчера, створення архіву аварій, подій і поведінки процесу в часі, захист від недозволеного доступу до збору інформації і управління.

SCADA систем є надзвичайно ефективним способом моніторингу процесів . Вони ідеально підходять для невеликих систем, таких як клімат-контроль, але також можуть бути використані для моніторингу та контролю важливих об'єктів, наприклад атомних електростанцій.

5.2 OPC – сервер MasterOPC Universal Modbus Server [37]

Modbus Universal MasterOPC Server поєднує в собі можливості OPC-сервера найбільш поширеного промислового протоколу передачі Modbus RTU / ASCII / TCP, а також інструментарію для розробки нових OPC-серверів, як для підтримки спеціалізованих розширень Modbus, так і для підтримки будь-яких інших протоколів.

MasterOPC реалізує два набору OPC-інтерфейсів - DA (Data Access - поточні дані) і HDA (Historical Data Access - архівні дані). Для організації зберігання архівів опитуваних

змінних MasterOPC використовує вбудований SQL-сервер.

OPC-сервер має в своєму складі підтримку простої сценарної мови, що дозволяє проводити попередню обробку даних після їх зчитування з зовнішніх пристроїв, а також перед записом в них. Можливе використання сценаріїв для написання нових драйверів (як для протоколів, побудованих на транспорті Modbus, так і будь-яких інших), збереження архівів в SQL-сервері, написання імітаторів сигналів, обчислення непрямих параметрів, роботи з ознаками якості і т.п. Сценарії можуть використовуватися на рівні комунікаційних вузлів, пристроїв і подустройств, окремих тегів. Вбудований редактор забезпечує стандартний сервіс - підсвічування ключових слів, зручну роботу з тегами і бібліотеками. Нижче додається документація по розробці власних протоколів - на прикладі DCON, Rnet, розширений Modbus, а також по роботі з архівами.

Основа структури запитів і відповідей протоколу Modbus - елементарний пакет протоколу, так званий PDU (Protocol Data Unit). Структура PDU протоколу Modbus не залежить від типу лінії зв'язку і включає в себе код функції і поле даних. Код функції - це однобайтове поле. Воно може приймати значення в діапазоні 1 ... 127. Значення 128 ... 255 зарезервовані для кодів помилок. Поле даних може бути змінної довжини. Розмір пакета PDU обмежений 253 байтами. Програма має вигляд представлений на рис. 5.1.

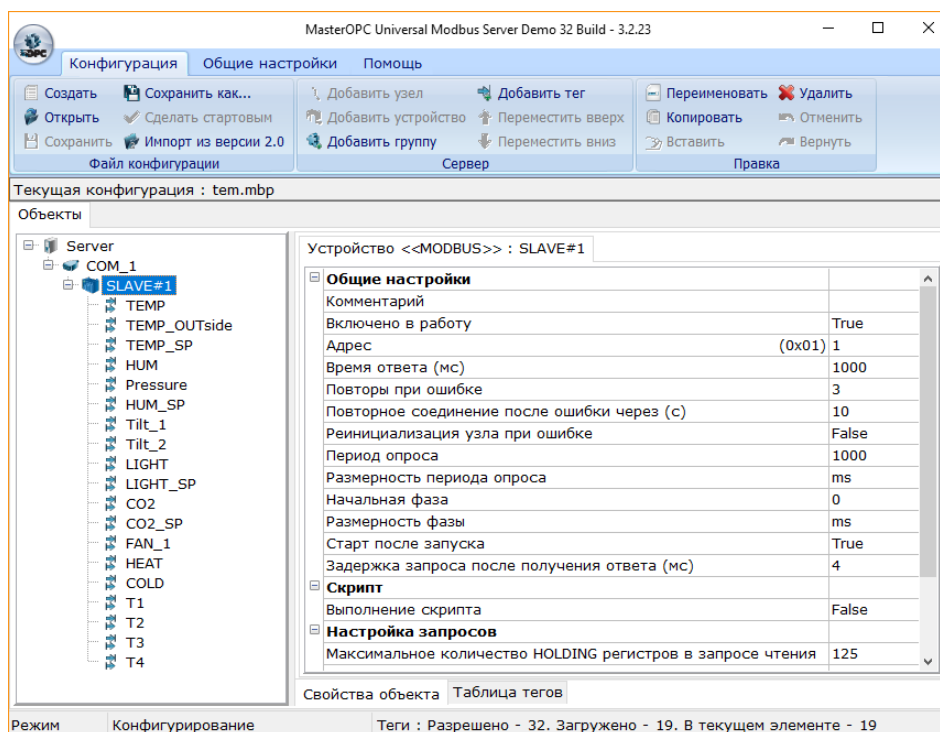


Рисунок 5.1 - Видяк вікна програми

OPC-сервер має в своєму складі підтримку простої сценарної мови, що дозволяє проводити попередню обробку даних після їх зчитування з зовнішніх пристроїв, а також

перед записом в них. Можливе використання сценаріїв для написання нових драйверів (як для протоколів, побудованих на транспорті Modbus, так і будь-яких інших), збереження архівів в SQL-сервері, написання імітаторів сигналів, обчислення непрямих параметрів, роботи з ознаками якості і т.п. Сценарії можуть використовуватися на рівні комунікаційних вузлів, пристроїв і підпристроїв, окремих тегів. Вбудований редактор забезпечує стандартний сервіс - підсвічування ключових слів, зручну роботу з тегами і бібліотеками.

Сервер містить вбудовані засоби типових обробок: автоматичне перетворення типу значення, переклад в реальні одиниці виміру, перестановку байтів в будь-якому порядку (слова довжиною до 8 байтів), виділення бітів і т.д.

Для полегшення тиражування OPC також підтримує можливість експорту та імпорту конфігурацій пристроїв. В поставку OPC включені всі прилади фірм ОВЕН, ICP DAS і Delta Electronics працюють по протоколу Modbus (список готових конфігурацій різних пристроїв). Користувач може створювати, зберігати і поширювати власні бібліотеки пристроїв.

MasterOPC також підтримує роботу по каналах GSM або інший модемного зв'язку, що дозволить використовувати його в системах диспетчеризації та віддаленого збору даних. Для роботи в радіомережах і інших мережах, які потребують додаткової адресації пристрої передачі, можливе використання лідируючого префікса перед кадрами Modbus.

У режимі виконання сервер дозволяє вести діагностичне трасування обміну з пристроями, а також показує повідомлення від драйвера або від призначених для користувача сценаріїв.

OPC поширюється в 4 редакціях відрізняються кількістю доступних тегів - 32, 500, 2500, безлімітна. Версія на 32 точки поширюється безкоштовно. Її можна скачати за посиланням [37] : <http://www.masteropc.ru/prices/info.php?pid=6944>.

Основні характеристики Modbus Universal MasterOPC сервера

- зв'язок з Modbus RTU / ASCII мережею по виділеній лінії, використовуючи послідовний інтерфейс RS-232C або RS-485;
- зв'язок через TCP / IP, в тому числі Modbus TCP;
- зв'язок в режимі "Modbus поверх TCP". Даний режим призначений для роботи через конвертери Ethernet в RS-232 / RS-422 / RS-485;
- режим TCP Server - OPC сервер очікує вхідних TCP підключень на певний порт і встановлює з'єднання. Дозволяє працювати з GPRS шлюзами без застосування статичних IP адрес;

- зв'язок з пристроями по протоколах Modbus RTU / ASCII / TCP в режимі Slave (ведений);
- опитування пристроїв через GSM модем. Відправка SMS повідомлень;
- конфігурація ієрархічного адресного простору доступних сервера змінних;
- моніторинг значень змінних;
- віддалений доступ до сервера через DCOM;
- підключення одночасно до декількох пристроїв;
- робота одночасно з декількома клієнтами.

5.3 Середовище візуалізації SCADA SimpLight [38]

Simp Light - програмний продукт, створений для простого і доступного рішення для побудови АСУТП, збору даних і візуалізації технологічних процесів.

Пакет склада системи SIMP Light складається з декількох взаємодоповнюючих функціональних модулів: редактор каналів, монітор, редактор мнемосхем, менеджер проектів, редактор скриптів.

Редактор каналів. Редактор каналів (рис. 5.2) призначений для роботи з OPC серверами, каналами, призначеними для користувача проектами, а також із загальними налаштуваннями використання SIMP Light.

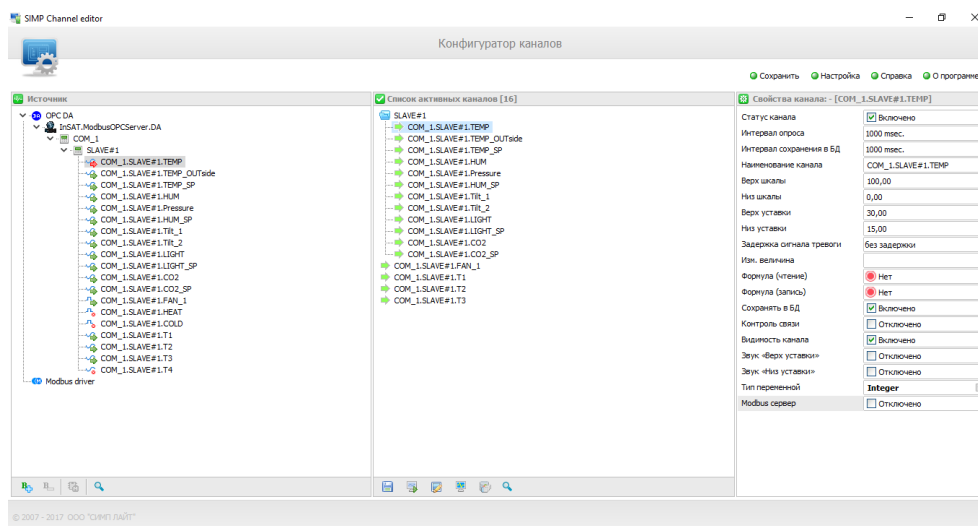


Рисунок 5.2 – Редактор каналів

1. Робота з OPC серверами

Редактор каналів відображає список наявних OPC серверів, пристроїв нижнього рівня, які називаються каналами або тегами, а також приладів або груп каналів. Користувач може вибрати режим видимості серверів і каналів, додавати або видаляти

канали на робочому сервері, а також змінювати активність каналу, тобто його наявність в процесі моніторингу і збору даних. Безкоштовна версія SIMP Light володіє обмеженнями за кількістю відображуваних серверів і каналів.

2. Робота з каналами

Найбільш важлива частина функціональності Редактора каналів - це заповнення так званого паспорта каналу, в рамках якого задаються:

- допустима нижня і верхня межа значення каналу (квітіруемое значення);
- тип змінної, яку читає з каналу;
- режим відображення в програмі моніторингу поточного стану;
- найменування каналу і т.д.

Редактор каналів підтримує два типи каналів: фізичний (для реальних пристроїв нижнього рівня) і віртуальний (для моделювання технологічних процесів). Значенням віртуального каналу можна маніпулювати за допомогою програмованого скрипта, який визначає процедуру обчислення значення каналу.

3. Робота з проектами

Редактор каналів дозволяє зберегти всі зміни в профілі проекту, а також забезпечує швидке перемикання між модулями для зміни і перегляду інформації про поточний проект.

4. Налаштування редактора каналів

Редактор каналів служить для налаштування загальних властивостей пакета SIMP Light. Найбільш важливою частиною функціональності в цьому розділі є можливість встановлення пароля для обмеження несанкціонованого доступу до додатків SIMP Light.

Монітор SIMP Light. Монітор SIMP Light призначений для перегляду оперативної інформації про стан каналів OPC сервера.

1) Робота з активними каналами

Список активних каналів OPC сервера і їх значень завжди відображається в головному вікні Монітора. Активність каналу встановлюється в редакторі каналів SIMP Light і визначає його наявність в процесі моніторингу і збору даних. Безкоштовна версія SIMP Light володіє обмеженнями за кількістю доданих каналів.

2) Робота з критичними значеннями

Найбільш важлива частина функціональності Монітору - це контроль і оповіщення користувача (диспетчера пристроїв) про те, що стан каналу наближається до нижньої чи верхньої допустимої межі значень. Сповіщення завжди заносяться в журнал тривоги. Також, критичні стани можуть квітіруватися (відслідковуватися користувачем).

3) Робота з мнемосхемою

Монітор можна переключити в режим спостереження за поточним станом мнемосхеми проекту. Мнемосхема відображає пристрої сервера у вигляді графічних компонент. Користувач може змінювати стан параметрів мнемосхеми і переглядати тренди (графіки значень) каналів.

4) Робота з журналом сповіщень

Журнал повідомлень служить для запису інформації про дату, час і відстежених критичних станів каналу. Журнал ведеться автоматично.

5) Перехід до модуля перегляду графіків

6) Налаштування монітору

Головне вікно Монітору включає в себе дві активних області (рис. 5.3).

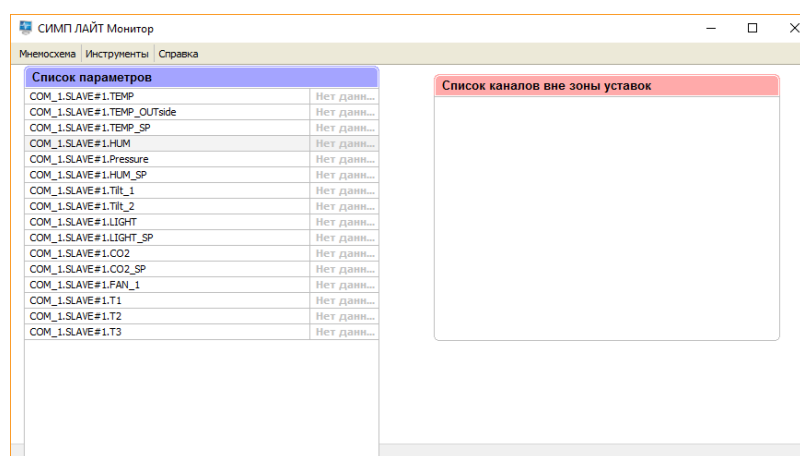


Рисунок 5.3 – Вікно Монітору

Список параметрів відображає імена і значення поточних активних каналів, обраних для моніторингу і контролю станів. Список каналів поза зоною уставок відображає значення каналів поза встановлених допустимих меж.

Головне меню Монітору служить для того, щоб перемикатися між різними видами подання поточної інформації про канал: мнемосхема, журнал тривог і модуль перегляду графіків.

Редактор мнемосхем SIMP Light. Редактор мнемосхем призначений для створення і редагування графічного представлення зовнішніх пристроїв, підключених до OPC сервера (мнемосхем).

Всі мнемосхеми SIMP Light зберігаються у вигляді окремих файлів. Редактор мнемосхем дозволяє їх створювати, відкривати, редагувати і зберігати.

Редактор мнемосхем дозволяє використовувати такі графічні компоненти як: труби, фігури, індикатори, тренди, зображення, компоненти дати і часу, компоненти управління.

Режим емуляції служить для тестування функціональності мнемосхеми і зв'язку окремих компонент (рис. 5.4).



Рисунок 5.4 – Вікно Монітору

Режим емуляції служить для тестування працездатності і коректності налаштувань мнемосхеми. Режим емуляції дозволяє записати в канал фіксоване значення або включити генератор значень. У режимі генератора на всі канали, пов'язані з компонентами мнемосхеми, подається один і той же сигнал в заданих межах. Поточне значення збільшується з кроком 1, починаючи з зазначеного мінімуму, до тих пір поки значення в каналі не досягне зазначеного максимуму. Потім значення починає зменшуватися з кроком 1 і так далі. Такий сигнал називається пилкоподібним.

Створений людино-машинний інтерфейс для системи управління кліматом в офісному приміщенні представлений в додатку Д, рисунок Д.1

5.4 Висновки

SCADA-система в ієрархії програмно-апаратних засобів промислової автоматизації знаходиться на верхньому рівні і забезпечує збір інформації про технологічний процес, інтерфейс з оператором, зберігає історію про управління процесом, попереджає появу аварійних ситуацій. Надзвичайно ефективним є використання підсистем SCADA-системи в різних галузях промисловості. Нами запропоновано варіант побудови SCADA-системи управління кліматом в офісному приміщенні.

ВИСНОВКИ

Створення ефективної системи управління кліматом в офісному приміщенні є актуальною задачею, тому що забезпечення комфортних та безпечних умов праці є важливим завданням роботодавця. Навколишнє середовище, в якій працює людина, безпосередньо впливає на його здоров'я, самопочуття і, як наслідок, на його працездатність і продуктивність.

В першому розділі дипломної роботи особливу увагу було звернено на характеристики мікроклімату в офісних приміщеннях класів В і С. Був проведений системний аналіз відомих технічних рішень СКК, на підставі якого було сформульовано об'єкт та предмет дослідження.

Проведений аналіз систем клімат-контролю різного цільового призначення показав, що дані системи частково або зовсім не підходять для забезпечення комфортних умов мікроклімату в офісному приміщенні. Тому існує потреба для створення автоматизованої системи забезпечення кліматичних умов в ОП.

В другому розділі було запропоновано функціональну схему автоматизації для системи управління кліматом офісного приміщення. Для цього було визначено функціональні задачі СУ. Побудову функціональної схеми автоматизації СКК в офісному приміщенні було здійснено поділивши дану систему на підсистеми, в залежності від параметра, який підлягає контролю.

Підбір елементів для системи управління кліматом в офісному приміщенні було здійснено використовуючи функціональну схему автоматизації та поділивши систему на підсистеми. Детально розглянуто підключення кожного засобу до мікроконтролера. Підбір засобів автоматизації для вентиляції було розпочато з визначення необхідної кратності повітрообміну для обслуговуючого приміщення до 36 м² з можливістю створення каналної вентиляції.

Особливої уваги у виборі технічних засобів автоматизації потребує вибір мікроконтролера. Головним принципом у виборі мікроконтролера являється відповідна кількість каналів управління контролера, які б задовільнили основні функції керування. Для реалізації задачі управління мікрокліматом в офісному приміщенні обрано мікроконтролер розробки Maple Mini від Leaflabs побудований на базі 32-бітного мікропроцесора STM32F.

Для реалізації програмного забезпечення перш за все потрібно чітко розуміти алгоритми роботи СКК в офісному приміщенні для подальшого регулювання параметрів. Управління процесом регулювання параметрів вимагає використання складних алгоритмів, багаторівневих систем керування технологічними процесами системи

управління кліматом. Тому нами було розроблено алгоритми функціонування підсистем регулювання параметрів клімату. Алгоритми функціонування СКК реалізовано в системі візуального програмування мікроконтролерів FLProg. За допомоги програми створювано програмне забезпечення для мікроконтролера Maple Mini на графічній мові FBD. Програма забезпечує виконання всіх функції СКК в офісному приміщенні.

В п'ятому розділі дипломної роботи було створено людино-машинний інтерфейс та відповідне програмне забезпечення, що є підсистемою для SCADA системи і включає в себе три екрани: екран системи управління кліматом в офісному приміщенні, екран архів подій, екран трендів параметрів, що підлягають контролю.

Запропонована система керування кліматом за допомогою відповідного обладнання вирішує функціональні задачі автоматизації керування параметрами мікроклімату. Мета даної роботи була досягнена за рахунок створення системи забезпечення кліматичних умов в офісних приміщеннях класів В і С.

Можливо, дана робота на основі проведених досліджень дозволить вирішити деякі питання, пов'язані з вибором і розрахунками системи кондиціонування і вентиляції в офісних приміщеннях.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042 - 99 [Чинний від 1999-12-01]. – К., Мінрегіонбуд України, 1999. - 9с.
2. Класифікація офісної нерухомості – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://stb.sumy.ua/neruxomist/klasifikaciya-ofisno%D1%97-neruxomosti.html> – Загол. з титул екрану. – Мова: укр. – Перевірено: 17.11.2018
3. Системи опалення – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://studopedia.com.ua/1_58348_sistemi-opalennya.html – Загол. з титул екрану. – Мова: укр. – Перевірено: 17.11.2018
4. Системи кондиціонування повітря – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ukrbukva.net/page,5,46107-Sistemy-kondicionirovaniya-vozduha.html> – Загол. з титул екрану. – Мова: укр. – Перевірено: 18.11.2018
5. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. ДБН В.2.5-28-2006. [Чинний від 1 жовтня 2006 р.]. – К.:Мінбуд України, 1996. – 62 с.
6. Климат контроль для дома: проблемы и решения – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ventilationpro.ru/konditsionirovanie/klimat-kontrol-dlya-doma-problemy-i-resheniya.html> – Загол. з титул екрану. – Мова: рос. – Перевірено: 18.11.2018
7. Системы управления климатом в теплицах – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://all.biz/uz-ru/sistemy-upravleniya-klimatom-v-teplicah-g109715> – Загол. з титул екрану. – Мова: рос. – Перевірено: 18.11.2018
8. Что такое климат контроль? Принцип работы и основные отличия от кондиционера – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://avtopulsar.ru/chto-takoe-klimat-kontrol-princip-raboty-i-osnovnye-otlichiya-ot-kondicionera> – Мова: рос. – Перевірено: 19.11.2018.
9. DS18B20 Datasheet, PDF – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Ds18b20&gclid=Cj0KCQiAgMPgBRDDARIsAOh3uyKDGkgLTolmfylWYfnicZLaXeOLMYRScrquk8pbTrpAhT9VVЮAM8aAiA9EALw_wcB – Мова: англ. – Перевірено: 6.12.2018.
10. BMP085 Barometric Pressure/Temperature/Altitude Sensor- 5V ready. – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.adafruit.com/product/391> – Мова: англ. – Перевірено: 19.10.2018.
11. Keyes KY-040 Arduino Rotary Encoder User Manual – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-sensors-and->

- input/keyes-ky-040-arduino-rotary-encoder-user-manual/ – Мова: англ. – Перевірено: 19.10.2018.
12. ВЕНТС ВКП 2Е 400х200 – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vents.ua/product/vkp-2e-400x200> – Мова: рос. – Перевірено: 17.10.2018.
 13. Проективання систем – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://elgidgroup.com/index.php?id=65> – Мова: укр. – Перевірено: 6.12.2018.
 14. Серия ВЕНТС ФБ (прямоугольный) – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vents.ua/series/fb-rectangular> – Мова: рос. – Перевірено: 19.10.2018.
 15. Отсекающая заслонка Вентс КРА 800х500 – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vents-shop.com.ua/drossel-klapan-kra-800-500/> – Мова: рос. – Перевірено: 19.10.2018.
 16. Электрический привод BELIMO LF24-SR – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ventbazar.ua/elektricheskii-privod-s-obratnoi-pruzhinoi-s-plavnoi-regulirovkoj-belimo-lf24-sr.html> – Мова: рос. – Перевірено: 19.10.2018.
 17. Отсекающая заслонка Вентс КРА 400х200 – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vents-shop.com.ua/drossel-klapan-kra-400-200/> – Мова: рос. – Перевірено: 19.10.2018.
 18. Конвектор электрический Ballu Enzo ВЕС/EZER-2000 400х200 – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.ballu.ru/catalog/tekhnika_dlya_doma_i_ofisa/obogrevateli/elektricheskie_konvektory/seriya_enzo/konvektor_elektricheskij_ballu_enzo_bec_ezer_2000/ – Мова: рос. – Перевірено: 19.10.2018.
 19. Потолочный вентилятор подвесной – Режим доступу до ресурсу: <https://profmaster.com.ua/p573261-potolochnyj-ventilyator-podvesnoj.html> – Мова: рос. – Перевірено: 19.10.2018.
 20. KEYES 5V Relay Module KY-019– Режим доступу до ресурсу: <http://tinkbox.ph/sites/tinkbox.ph/files/downloads/KEYES%205V%20Relay%20Module%20KY-019.pdf> – Мова: англ. – Перевірено: 19.10.2018.
 21. AM2302/DHT22 Datasheet – Режим доступу до ресурсу: <https://www.electroschematics.com/11293/am2302-dht22-datasheet/AM2303> – Мова: англ. – Перевірено: 19.10.2018.
 22. Датчик уровня жидкости – Режим доступу до ресурсу: <https://axiomplus.com.ua/rele-urovnya-zhidkosti/datchik/> – Мова: рос. – Перевірено: 19.10.2018.
 23. Увлажнитель воздуха Weuger LB 88 – Режим доступу до ресурсу: <http://ek.ua/BEURER-LB-88.htm> – Мова: рос. – Перевірено: 19.10.2018.

24. Мембранный насос 12В, самовсасывающий – <https://prom.ua/p369401628-membrannyj-nasos-12v.html> – Мова: рос. – Перевірено: 11.11.2018.
25. Фильтр питьевой воды Aquafilter RX-RO6-75 Подробнее: <https://aquawater.com.ua/p744992986-filtr-pitevoj-vody.html> – Режим доступа до ресурсу: <https://aquawater.com.ua/p744992986-filtr-pitevoj-vody.html> – Мова: рос. – Перевірено: 19.10.2018.
26. Обратный осмос – Режим доступа до ресурсу: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81 – Мова: рос. – Перевірено: 15.11.2018.
27. Электромагнитный клапан Ceme 8514 1/2` NBR 230V 50Hz НЗ – Режим доступа до ресурсу: <https://220volt.com.ua/elektromagnitnij-klapan-ceme-8514-1-2-nbr-230v-50hz-nz/> – Мова: рос. – Перевірено: 16.11.2018.
28. Импульсный блок питания Mean Well HDR-30-24 – Режим доступа до ресурсу: <https://www.tme.eu/ru/details/hdr-30-24/bloki-pitaniia-na-din-reiku/mean-well/> – Мова: рос. – Перевірено: 19.10.2018.
29. KY-018 PHOTORESISTOR MODULE – Режим доступа до ресурсу: <https://arduinomodules.info/ky-018-photoresistor-module/> – Мова: англ. – Перевірено: 19.10.2018.
30. Диммирование светодиодных светильников– Режим доступа до ресурсу: <https://greenled.ru/library/230-dimmirovanie-svetodiodnykh-svetilnikov> – Мова: рос. – Перевірено: 16.11.2018.
31. MH-Z14 CO2 Module – Режим доступа до ресурсу: <https://www.futurlec.com/Datasheet/Sensor/MH-Z14.pdf> – Мова: англ. – Перевірено: 19.10.2018.
32. Maple Mini – Режим доступа до ресурсу: <http://docs.leaflabs.com/static.leaflabs.com/pub/leaflabs/maple-docs/0.0.12/hardware/maple-mini.html> – Мова: англ. – Перевірено: 16.11.2018.
33. Диммирование светодиодных светильников– Режим доступа до ресурсу: <https://greenled.ru/library/230-dimmirovanie-svetodiodnykh-svetilnikov> – Мова: рос. – Перевірено: 19.10.2018.
34. Диммирование светодиодных светильников– Режим доступа до ресурсу: <https://greenled.ru/library/230-dimmirovanie-svetodiodnykh-svetilnikov> – Мова: рос. – Перевірено: 19.10.2018.
35. Завантаження програми FLProg – [Електронний ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <http://flprogwiki.ru/flprogRelease/releseSite/index.php> – Загол. з титул екрану. – Мова: рос. – Перевірено: 16.11.2018.

36. SCADA – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA> – Загол. з титул екрану. – Мова: рос. – Перевірено: 06.05.2017.
37. ИНСАТ MODBUS UNIVERSAL MASTEROPC SERVER 32 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://insat.ru/prices/info.php?pid=6944> – Загол. з титул екрану. – Мова: рос. – Перевірено: 06.05.2017.
38. SCADA Simp Light. Руководство пользователя – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://simplight.ru/manual/>– Загол. з титул екрану. – Мова: рос. – Перевірено: 06.05.2017.

Додаток А
(довідниковий)
Конструкторська документація

СУ.м-71. 151.А2 – Система управління кліматом в офісному приміщенні. Схема функціональна.

СУ.м-71 151.С1 – Підсистема підтримки температури в офісному приміщенні. Схема структурна.

СУ.м-71 151.С1 – Підсистема підтримки відносної вологості в офісному приміщенні. Схема структурна.

СУ.м-71 151.С1 – Підсистема підтримки рівня освітленості та концентрації вуглекислого газу в офісному приміщенні. Схема структурна.

СУ.м-71. 151.Е3 – Димер. Схема електрична принципальна.

Додаток Б
(довідниковий)

Схеми електричного підключення елементів

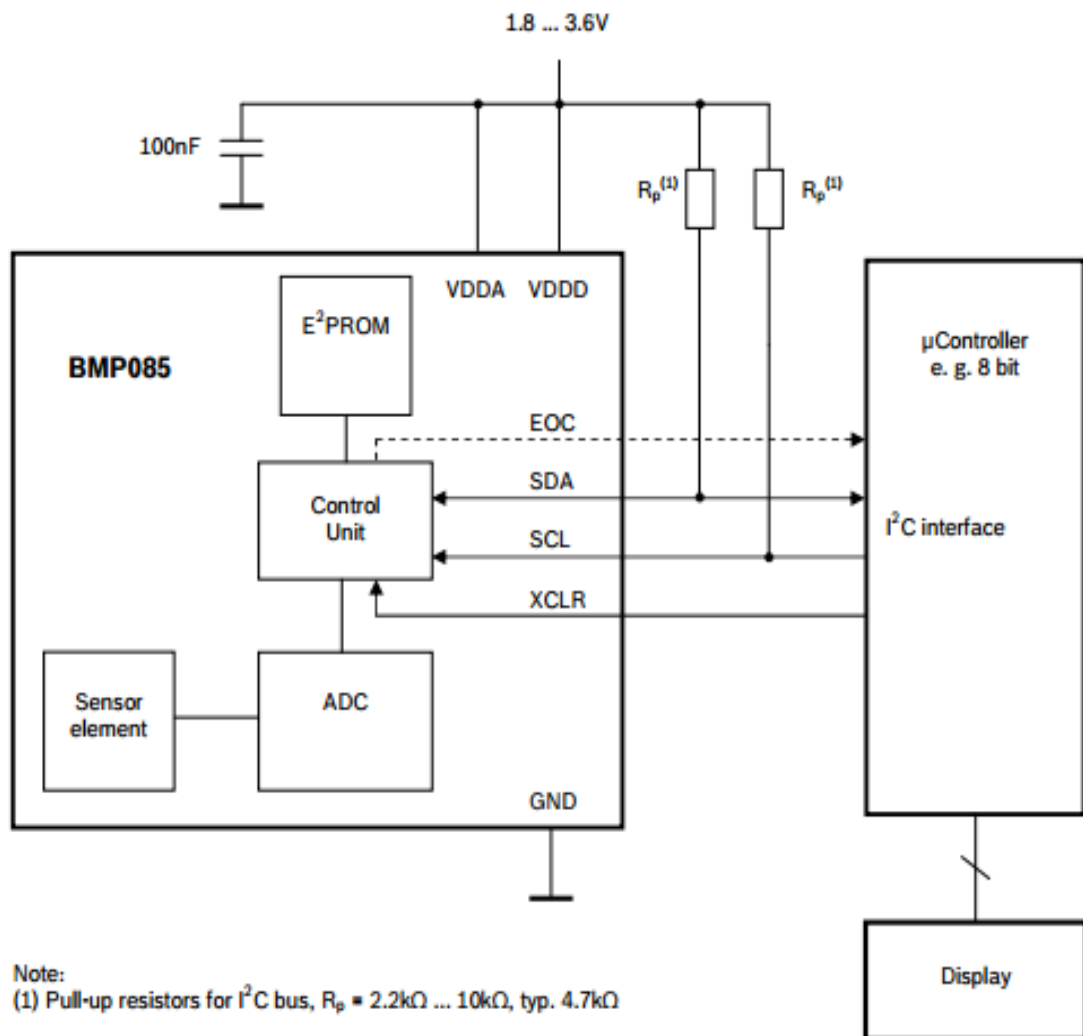


Рисунок Б.1 - Схема електричного підключення датчика тиску повітря BMP-085



Рисунок Б.2 - Схема электричного підключення електроприводу повітряної заслінки Belimo LF24-SR

Додаток В
(довідниковий)

Технічний опис мікроконтролера Maple Mini

Технічні характеристики

1. MCU: STM32F103RCBT6, 32-бітний ARM Cortex M3 мікропроцесор
2. Тактова частота: 72 МГц
3. 128 КБ Flash флеш і 20 КБ SRAM
4. 34 цифрових входів / виходів (GPIOs)
5. 12 PWM пінів на 16 біт
6. 9 аналогових входів (АЦП) на 12 біт
7. 2 SPI периферійних пристроїв
8. 2 I2C периферія
9. 7 каналів прямого доступу до пам'яті (DMA) (dma.h)
10. 3 USART (послідовний порт) периферійні пристрої
11. 1 розширених і 3 таймерів загального призначення
12. Виділений порт USB для програмування і зв'язку
13. JTAG
14. Ущільнений вектор переривань (NVIC) (в тому числі зовнішнього переривання по GPIOs)
15. Постійний струм до 500 мА при 3,3 В, з окрема 250 мА цифровими і аналоговими регуляторами для зниження рівня шуму аналогового виконання
16. Відкритий вихідний код, дизайн чотири шари
17. Підтримка малої потужності, сну і режиму очікування (<500 мкА)
18. Робоча напруга: 3,3 В
19. Вхідна напруга (рекомендується): 3 В - 12 В

PIN карта

В таблиці В1 наведено зведення доступних функції на кожному GPIO контакту, за допомогою периферійного типу.

Таблиця В1- Доступні функції на кожному контакті мікроконтролера

Pin	GPIO	ADC	Timer	I2C	UART	SPI	5 V
D0	PB11	•	•	2_SDA	3_RX	•	Yes
D1	PB10	•	•	2_SCL	3_TX	•	Yes

Pin	GPIO	ADC	Timer	I2C	UART	SPI	5 V
D2	PB2	•	•	•	•	•	Yes
D3	PB0	CH8	3_CH3	•	•	•	•
D4	PA7	CH7	3_CH2	•	•	1_MOSI	•
D5	PA6	CH6	3_CH1	•	•	1_MISO	•
D6	PA5	CH5	•	•	•	1_SCK	•
D7	PA4	CH4	•	•	2_CK	1_NSS	•
D8	PA3	CH3	2_CH4	•	2_RX	•	•
D9	PA2	CH2	2_CH3	•	2_TX	•	•
D10	PA1	CH1	2_CH2	•	2_RTS	•	•
D11	PA0	CH0	2_CH1_ETR	•	2_CTS	•	•
D12	PC15	•	•	•	•	•	•
D13	PC14	•	•	•	•	•	•
D14	PC13	•	•	•	•	•	•
D15	PB7	•	4_CH2	1_SDA	•	•	Yes
D16	PB6	•	4_CH1	2_SCL	•	•	Yes
D17	PB5	•	•	1_SMBA	•	•	•
D18	PB4	•	•	•	•	•	Yes
D19	PB3	•	•	•	•	•	Yes
D20	PA15	•	•	•	•	•	Yes
D21	PA14	•	•	•	•	•	Yes
D22	PA13	•	•	•	•	•	Yes
D23	PA12	•	1_ETR	•	1_RTS	•	Yes

Pin	GPIO	ADC	Timer	I2C	UART	SPI	5 V
D24	PA11	•	1_CH4	•	1_CTS	•	Yes
D25	PA10	•	1_CH3	•	1_RX	•	Yes
D26	PA9	•	1_CH2	•	1_TX	•	Yes
D27	PA8	•	1_CH1	•	1_CK	•	Yes
D28	PB15	•	•	•	•	2_MOSI	Yes
D29	PB14	•	•	•	3_RTS	2_MISO	Yes
D30	PB13	•	•	•	3_CTS	2_SCK	Yes
D31	PB12	•	1_BKIN	2_SMBA	3_CK	2_NSS	Yes
D32	PB8	•	4_CH3	•	•	•	Yes
D33	PB1	CH9	3_CH4	•	•	•	•

Карта інтерфейсу вводу/виводу загального призначення (GPIO)

В таблиці В2 показано, як контакти мікроконтролера пов'язані з кожним портом GPIO.

Таблиця В2- Доступні функції на контактах мікроконтролера

GPIOA	GPIOB	GPIOC
PA0: D11	PB0: D3	PC0: -
PA1: D10	PB1: D33	PC1: -
PA2: D9	PB2: D2	PC2: -
PA3: D8	PB3: D19	PC3: -
PA4: D7	PB4: D18	PC4: -
PA5: D6	PB5: D17	PC5: -
PA6: D5	PB6: D16	PC6: -
PA7: D4	PB7: D15	PC7: -
PA8: D27	PB8: D32	PC8: -
PA9: D26	PB9: -	PC9: -
PA10: D25	PB10: D1	PC10: -
PA11: D24	PB11: D0	PC11: -
PA12: D23	PB12: D31	PC12: -
PA13: D22	PB13: D30	PC13: D14
PA14: D21	PB14: D29	PC14: D13
PA15: D20	PB15: D28	PC15: D12

Карта контактів таймерів

В таблиці В3 показано, які виходи пов'язані із захопленням конкретного таймера / порівняння каналів.

Таблиця В3- Доступні функції на контактах мікроконтролера

Timer	Ch. 1	Ch. 2	Ch. 3	Ch. 4
1	D27	D26	D25	D24
2	D11	D10	D9	D8
3	D5	D4	D3	D33
4	D16	D15	D32	

Карта контактів USART

Maple Mini має три послідовні порти (відомий як USARTs). Вони обмінюються інформацією за допомогою контактів, які наведені в таблиці В4.

Таблиця В4- Доступні функції на контактах мікроконтролера

Serial Port	TX	RX	CK	CTS	RTS
Serial1	D26	D25	D27	D24	D23
Serial2	D9	D8	D7	D11	D10
Serial3	D1	D0	D31	D30	D29

Карта контактів зовнішньої лінії переривань (EXTI)

В таблиці В5 показано, які контакти підключені до лінії переривань.

Таблиця В5- Доступні функції на контактах мікроконтролера

EXTI Line	Pins
EXTI0	D3, D11
EXTI1	D10, D33
EXTI2	D2, D9
EXTI3	D8, D19
EXTI4	D7, D18
EXTI5	D6, D17
EXTI6	D5, D16
EXTI7	D4, D15
EXTI8	D27, D32
EXTI9	D26
EXTI10	D1, D25
EXTI11	D0, D24
EXTI12	D23, D31
EXTI13	D14, D22, D30
EXTI14	D13, D21, D29
EXTI15	D12, D20, D28

На рисунку В1 зображено розміщення контактів на платі Maple Mini і їх функціональні можливості.

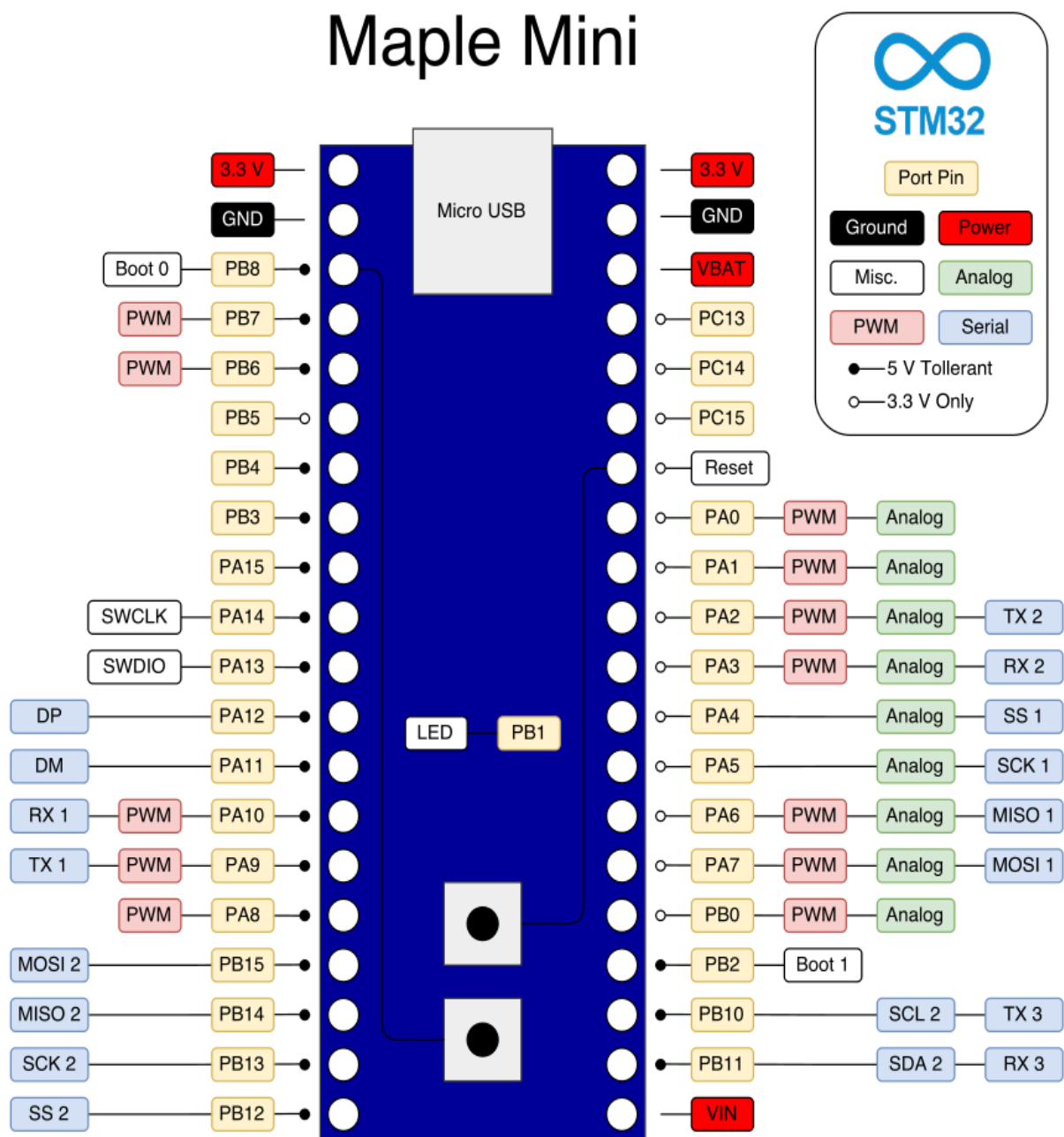


Рисунок В.1 - Схема розміщення контактів мікроконтролера Maple Mini

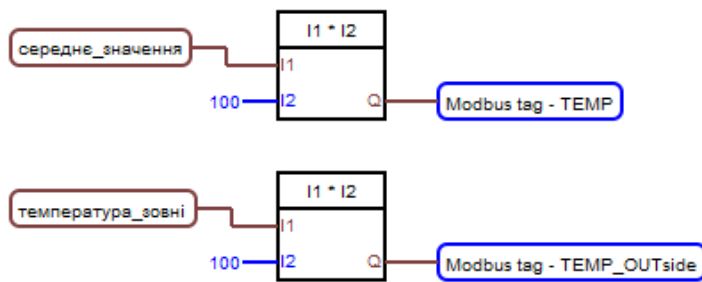
Додаток Г
(довідниковий)

Програма симуляції програмованого мікроконтролера

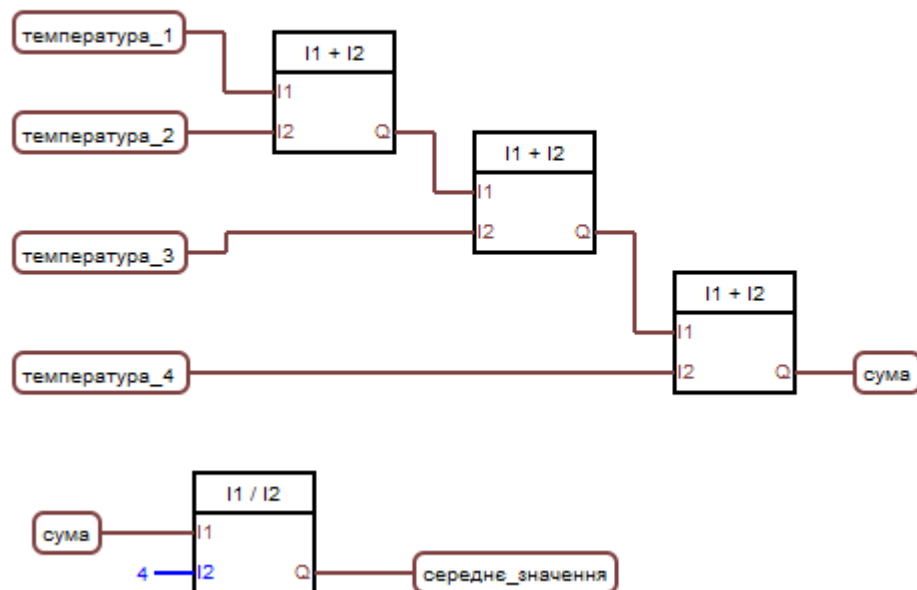
Зчитування температури з датчиків



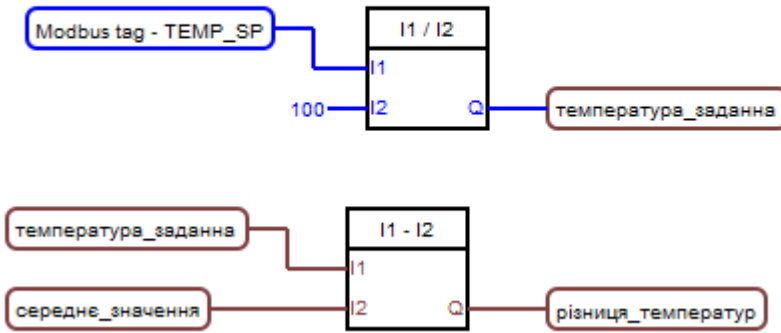
Перетворення змінних типу <Float> в тип <Integer>



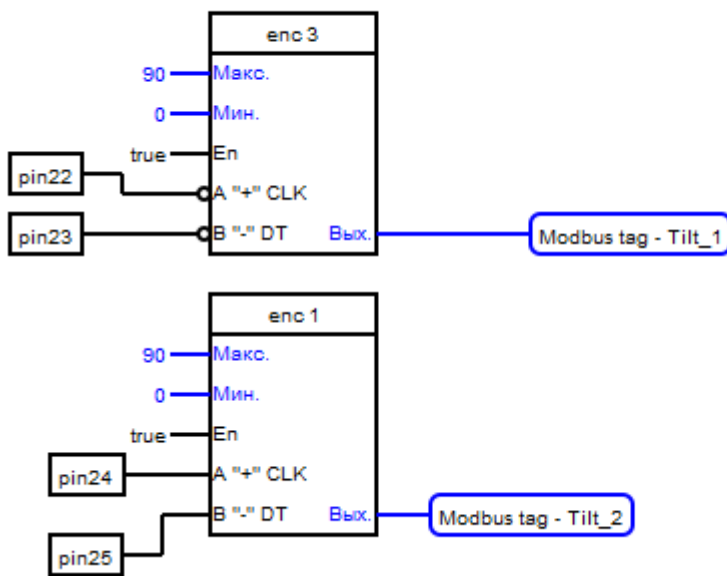
Знаходимо середнє значення температури



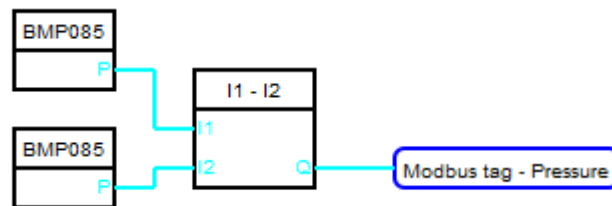
Знаходимо різницю температури від заданого



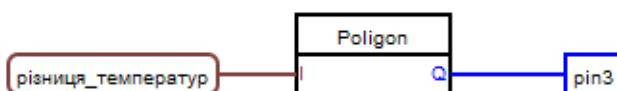
Зчитування положення заслінок



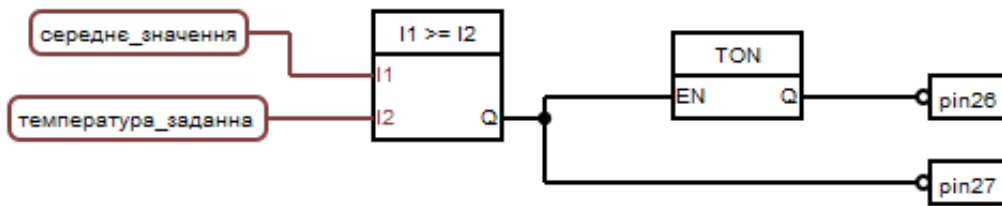
Зчитування значень з датчиків тиску



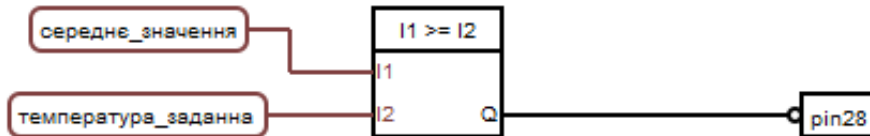
Управління конвектором (нагрівання повітря)



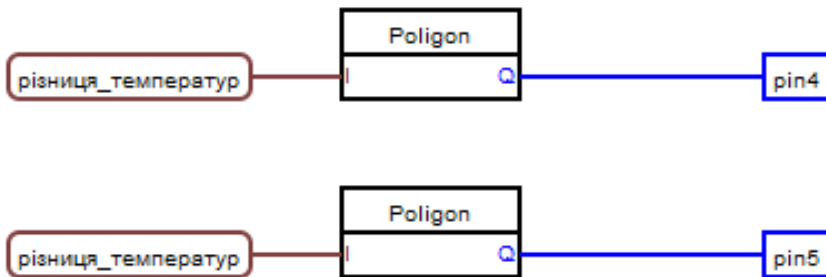
Управління вентилятором (охолодження повітря)



Управління стельовим вентилятором

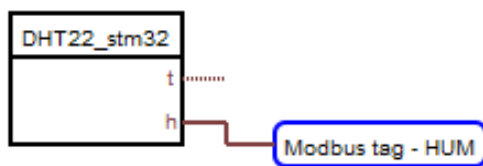


Управління заслінками

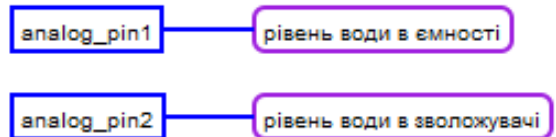


ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ ВОЛОГОСТІ

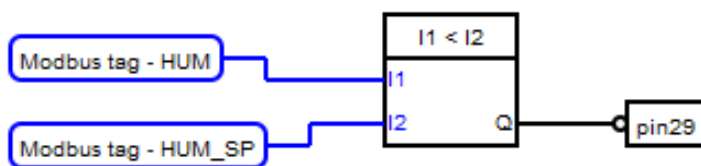
Зчитування значень з датчика



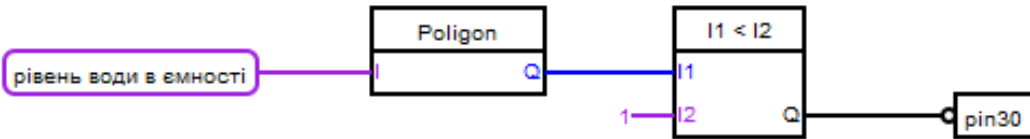
Зчитування рівня води з датчика



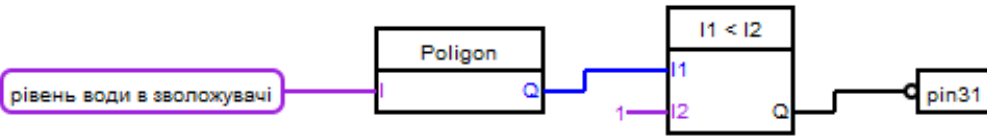
Управління зволожувачем



управління насосом для наповнення баку зволожувача

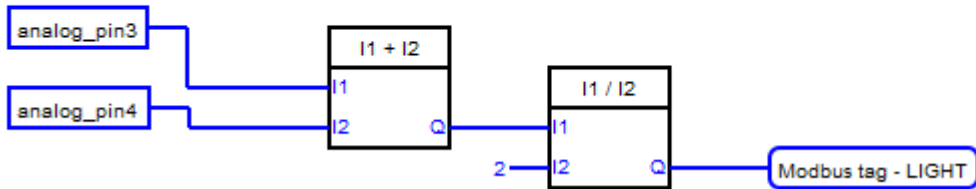


управління електромагнітним клапаном для наповнення ємності

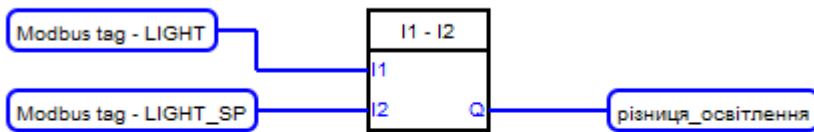


ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ ОСВІТЛЕННЯ

Знаходимо середня значення освітлення



Знайдемо різницю освітлення для управління димером



Управління димером

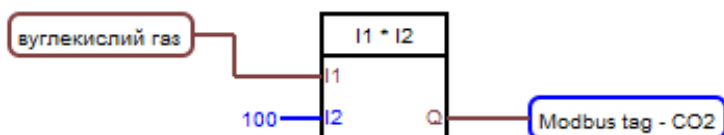


ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ CO2

Зчитування значень з датчика



Перетворення змінних типу <Float> в тип <Integer>



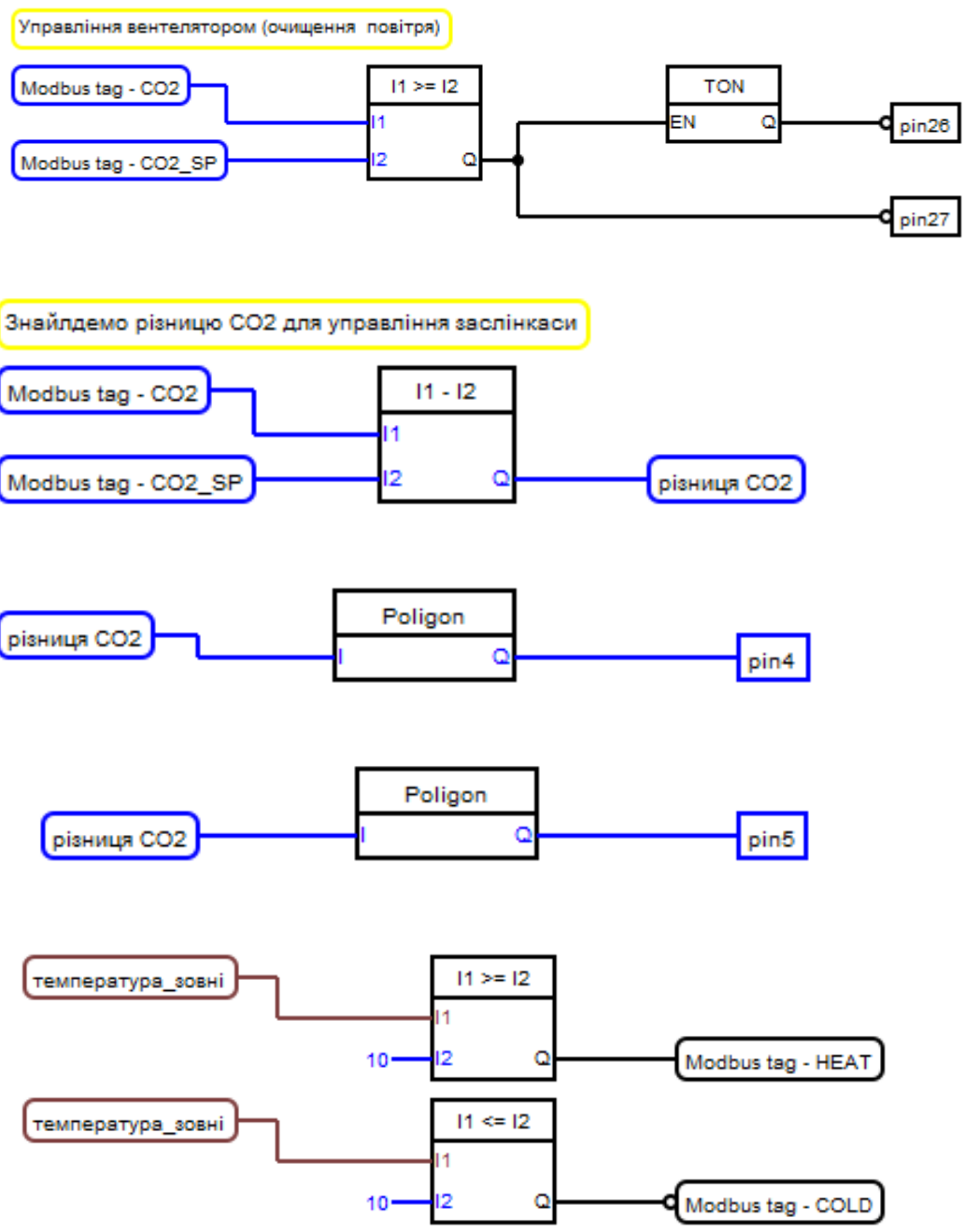
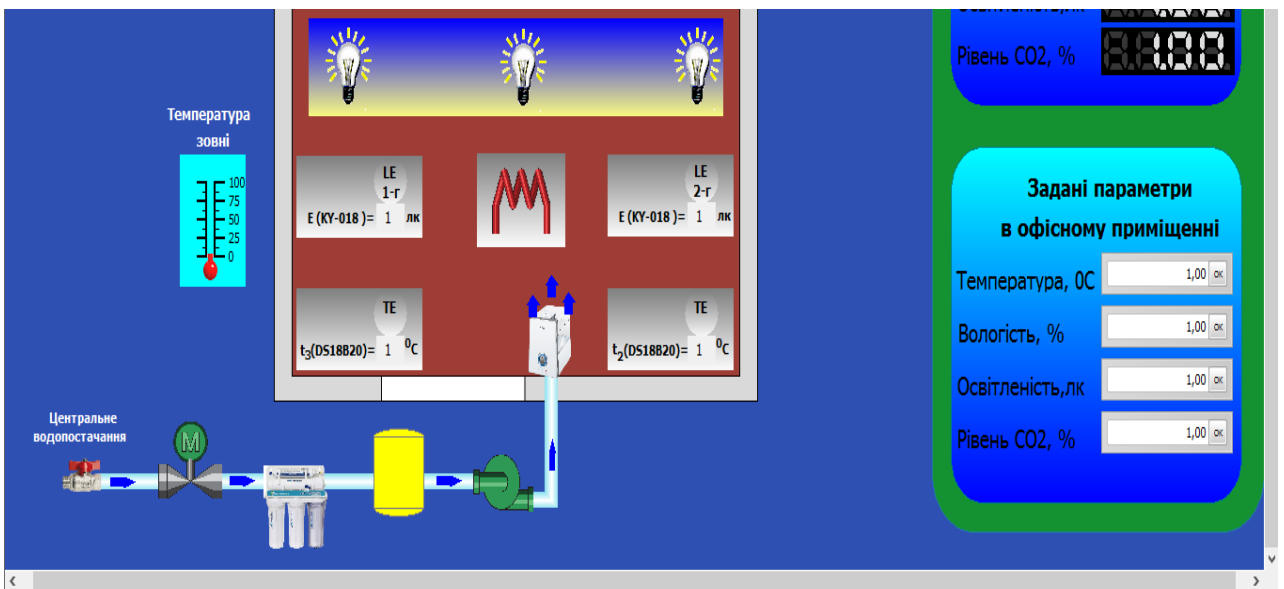


Рисунок Г.1 – Розроблена програма на мові FBD

Додаток Д
(довідниковий)

SCADA-система управління кліматом в офісному приміщенні



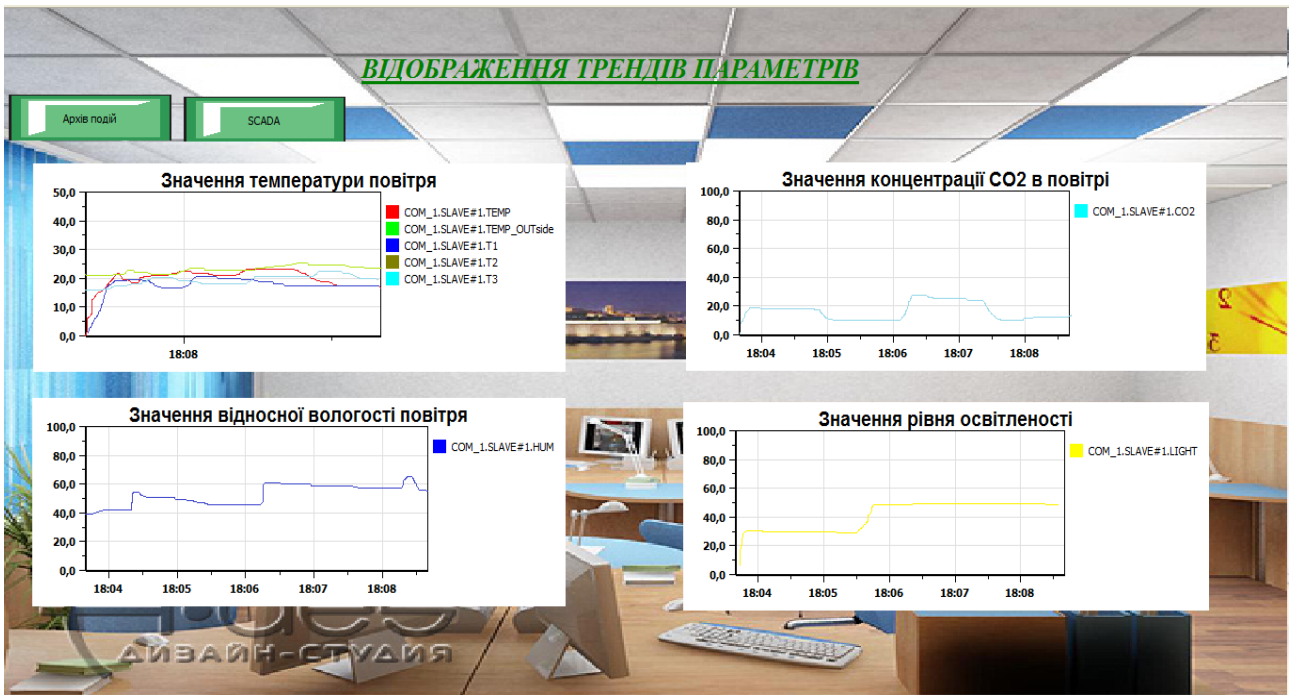


Рисунок Д.1 – Скрін екрану SCADA-системи