

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та
робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Автоматизована система керування будинком

Назва теми

КВРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

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

Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Назва

Виконав:

студент IV курсу, група АКІТс-22-1



Підпис

Денис МЕЛЬНИКОВИЧ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник



Підпис, дата

Ірина ФОРКУН

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер



Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих
технологій та робототехніки



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

« 19 » червня 2025 р.

Хмельницький 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АКТтаР

Валерій МАРТИНЮК

07 лютого 2025р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ Мельниковичу Денису Сергійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема роботи Автоматизована система керування будинком

Керівник роботи канд.техн.наук., доцент Ірина ФОРКУН

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від 07.02.2025 р. №23

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 02.06.2025р.

3 Вихідні дані до роботи Завдання на кваліфікаційну роботу





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

Вступ. Огляд методів розв'язання поставленої задачі. Розробка схемотехнічних рішень. Розробка алгоритму роботи програмного забезпечення. Висновки

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

презентаційні матеріали (слайди)

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКТтаР		

7 Дата видачі завдання 07 лютого 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу кваліфікаційної роботи	Строк виконання	Примітка
1 Вибір та затвердження теми кваліфікаційної роботи; розробка завдання на кваліфікаційну роботу; складання календарного графіка виконання кваліфікаційної роботи	01.03.2025	Виконано
2 Вивчення предметної області, в якій планується використання системи автоматизації; аналіз вимог до системи автоматизації	15.03.2025	Виконано
3 Проектування та розробка загальної архітектури і структури системи автоматизації, інтерфейсу користувача; вибір засобів реалізації системи автоматизації	29.03.2025	Виконано
4 Програмна реалізація та тестування системи автоматизації	12.04.2025	Виконано
5 Написання тексту пояснювальної записки та розробка графічних матеріалів	19.04.2025	Виконано
6 Остаточне коригування кваліфікаційної роботи з урахуванням зауважень керівника, оформлення кваліфікаційної роботи як документа відповідно до вимог	11.04.2025	Виконано
7 Отримання супровідних документів (відгуку керівника, рецензії, довідки про перевірку на плагіат); нормоконтроль	30.05.2025	Виконано
8 Підготовка до захисту та захист кваліфікаційної роботи	03.06.2025	Виконано

Студент


Підпис

Денис МЕЛЬНИКОВИЧ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник кваліфікаційної роботи


Підпис

Ірина ФОРКУН

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизована система керування будинком».

Автор роботи: Денис МЕЛЬНИКОВИЧ

Керівник роботи: Ірина ФОРКУН

Пояснювальна записка: 62 с., 29 рис., 14 табл., 40 джерел.

Графічна частина: 8 презентаційних слайдів.

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ, РОЗУМНИЙ ДІМ, МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ПРИСТРІЙ, БЛОК-СХЕМА АЛГОРИТМУ.

Метою роботи є розробка автоматизованої системи керування будинком.

Бакалаврська робота представляє загальну концепцію системи опалення, яка розроблена шляхом подальшої розробки та поглиблення підсистем. Всі технічні деталі системи мікроклімату розроблені на основі базової технології. Визначено всі параметри, що впливають на систему, а також інтервали часу виконання.

Обрано контролер, який відповідає вимогам проектної системи та має можливості розширення для розробки системи, якщо це необхідно. Вибір екстракційно-виконавчого обладнання здійснюється відповідно до вимог системи мікроклімату. Для полегшення підключення пристроїв в якості технічного засобу була обрана централізовано-децентралізована архітектура. Розроблено базові алгоритми, які можна використовувати для безпосереднього програмування контролера. Вибрано пакет програм для розробки операторського НМІ та розроблено операторський інтерфейс.







Підпис студента



Дата

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ОПИС ОБ'ЄКТА	6
1.1 Технічний опис об'єкта.....	6
1.2 Опис планування будинка.....	7
1.3 Огляд існуючих систем.....	8
1.3.1 Огляд існуючих систем охорони	8
1.3.2 Огляд існуючих систем водопостачання, електропостачання, освітлення.....	8
1.3.3 Огляд існуючих систем мікроклімату	9
1.3.4 Розробка технології системи мікроклімату	10
1.4 Висновки до першого розділу	13
2 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ	14
2.1 Склад і функції системи.....	14
2.2 Система мікроклімату	15
2.2.1 Підсистема опалення.....	15
2.2.2 Підсистема вентиляції	18
2.2.3 Підсистема кондиціонування	19
2.3 Розробка комплексу технічних засобів (КМС) АСУ системи мікроклімату.....	19
2.3.1 Вибір і обґрунтування єдиною системи автоматизації.....	20
2.3.2 Обґрунтування комплектації контролера.....	21
2.3.3 Вибір модулів введення 1746-ІВ8 і 1746 - ІВ16.....	22
2.3.4 Вибір модуля аналогового введення 1746 - NІ4	23
2.3.5 Вибір модулів введення 1746-ОВР8 і 1746 - ОВР16	25

КВРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
					Літ.
Розроб.		Мельникович Д.С.		19.06.25	Лист
Перевір.		Форкун І.В.		19.06.25	Листів
					2
Н. Контр.		Корецька Л.О.		19.06.25	ХНУ, АКІТс-22-1
Затв.		Мартинюк В.В.		19.06.25	

ВСТУП

Сьогодні сучасні люди намагаються забезпечити собі максимальну зручність і комфорт. Все більше людей починають розглядати «розумні будинки», щоб зробити своє життя комфортнішим і теплішим.

«Розумний дім» означає автоматизовану систему, яка має бути здатна розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються всередині будівлі, і відповідним чином реагувати на основі заздалегідь розроблених алгоритмів. Головною особливістю інтелектуальних будівель є об'єднання різних систем в комплекс і управління ними за допомогою пульта управління.

Головною особливістю та атрибутом «розумного будинку» є те, що це найбільш ефективна концепція взаємодії людини з житлом. простору, коли власник будинку задає бажану атмосферу однією командою, система автоматизації встановлює і контролює режими роботи всіх інженерних систем і приладів на основі зовнішніх і внутрішніх умов. Це відрізняє «розумний будинок» від інших способів організації свого житлового простору.

Єдина панель керування позбавляє від необхідності використання кількох пультів дистанційного керування, десятків вимикачів для керування освітленням, окремих пристроїв для керування системами вентиляції та опалення, системами відеоспостереження, сигналізації тощо. У будівлях, обладнаних системами «розумний дім», лише кількома натисканнями на пульті дистанційного керування будинок автоматично налаштує роботу всіх систем залежно від ваших побажань, часу доби, погоди, зовнішнього освітлення тощо для забезпечення комфортного стану в будинку.

Створення «розумного дому» може оптимізувати розподіл ресурсів, знизити експлуатаційні витрати та дозволити власникам мати найбільш комплексний і зручний контроль над своїми будинками.

					КвРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	4
		№ докум.	Підпис			

Метою роботи є розробити автоматизовану систему керування мікрокліматом заміського будинку «розумний дім» із використанням програмованого логічного контролера та НМІ-інтерфейсу, що забезпечить комфортні умови проживання, енергоефективність та надійність функціонування інженерних підсистем (опалення, вентиляції, кондиціонування, освітлення, безпеки).

Завдання роботи:

– провести техніко-економічний аналіз об'єкта автоматизації: описати планування будинку, технічні параметри та існуючі системи життєзабезпечення;

– розробити структурно-функціональну схему автоматизованої системи керування мікрокліматом із деталізацією підсистем опалення, вентиляції та кондиціонування;

– вибрати та обґрунтувати склад і конфігурацію програмованого логічного контролера (PLC) та периферійних модулів введення/виведення;

– скласти специфікацію вхідних і вихідних сигналів для обраного контролера та розробити алгоритми керування підсистемами «День–Ніч», контроль працездатності та аварійних режимів;

– розробити програмне забезпечення PLC та НМІ-інтерфейс для моніторингу й керування всіма підсистемами у єдиному середовищі;

– провести віртуальну або лабораторну апробацію розробленої системи та оцінити її відповідність технічним і функціональним вимогам.

					КвРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	5
		№ докум.	Підпис			

1 ОПИС ОБ'ЄКТА

Об'єкт автоматизації - дачний будинок. Дачний будинок - це житловий будинок, розташований в сільській місцевості або за містом. Мешканці зазвичай живуть на дачах тільки в теплу пору року, але це не завжди так. Мешканці живуть тут цілий рік і здійснюють регулярні міжміські поїздки. Це необхідно враховувати при розробці автоматизованих систем управління, щоб забезпечити максимальну зручність і комфорт мешканцям.

1.1 Технічний опис об'єкта

На рисунку 1.1 наведено план території та розміри об'єкта.

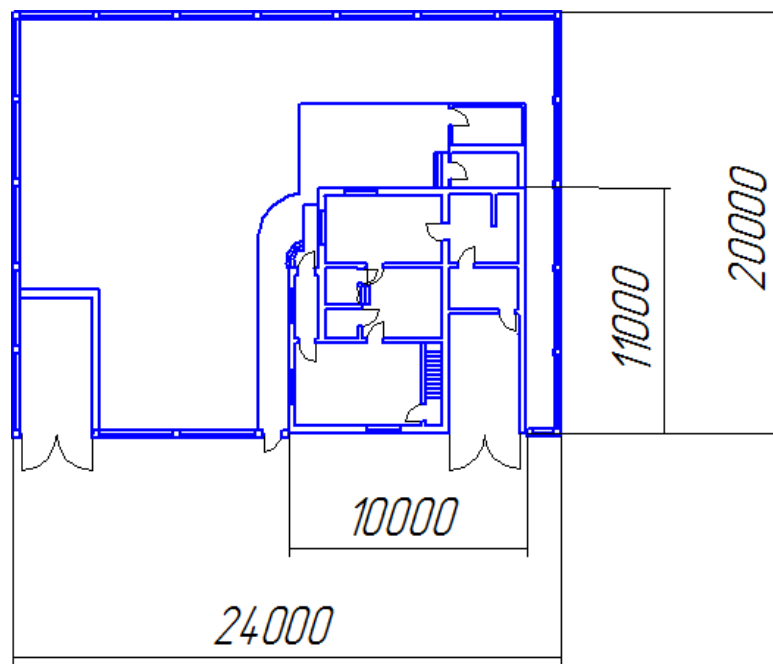


Рисунок 1.1 – План території об'єкта

Будівля являє собою ділянку розміром 24м x 20м, огорожену парканом, на ділянці знаходиться житловий будинок розміром 10м x 11м [1-7].

					КвРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	6
		№ докум.	Підпис			

1.2 Опис планування будинка

Будинок являє собою триповерхову цегляну споруду, в якій розміщені житлові приміщення. Перший поверх: вітальня, кухня, передпокій, туалет; другий поверх: 3 спальні та 1 санвузол. До нежитлових приміщень належать підвал, гараж, котельня першого поверху та весь третій поверх [8-14].

На рисунку 1.2 показано планування будинку.

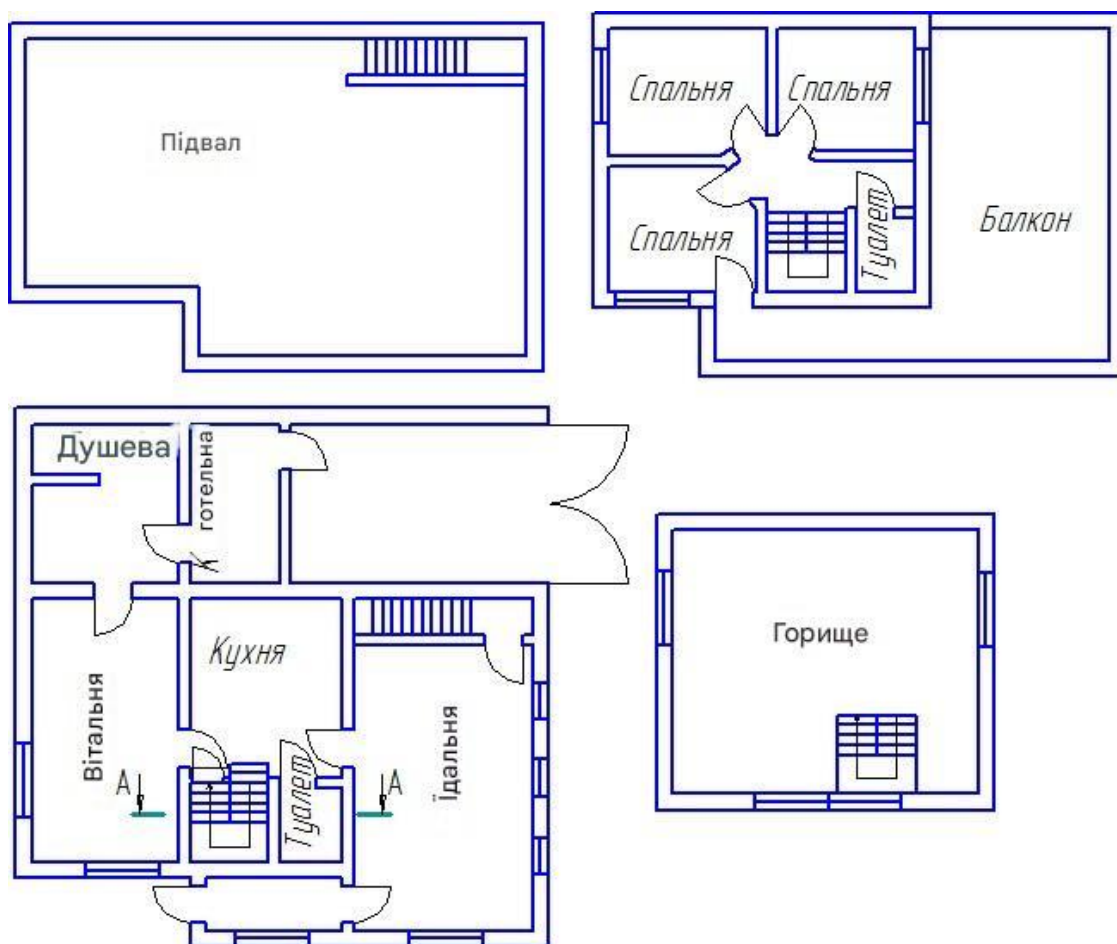


Рисунок 1.2 – Планування дома

1.3 Огляд існуючих систем

1.3.1 Огляд існуючих систем охорони

Охоронна сигналізація в сучасних «розумних будинках» реалізована як автономна система. У «розумний дім» передається лише сигнал від передавача про ввімкнення охорони. «Розумний дім» також забезпечує постановку та зняття системи охорони з охорони та фіксує всі дії в журналі технічної панелі.

Пожежна сигналізація передбачається лише для технічних приміщень, оскільки візуальний огляд цих приміщень проводиться рідко, лише під час технічного обслуговування систем.

У переважній більшості сучасних систем розумного будинку в якості системи управління автоматизацією використовуються комп'ютерні сервери з встановленим програмним забезпеченням, що часто призводить до збоїв і ненадійності всієї системи. У системі безпеки надійність є одним із найважливіших факторів [15].

1.3.2 Огляд існуючих систем водопостачання, електропостачання, освітлення

В даний час всі системи водопостачання діляться на два види:

- централізоване водопостачання. Підключення до загальної системи, яке створюється в масиві, де знаходиться сайт;
- автономне (індивідуальне) водопостачання, створене з урахуванням видобутку води з колодязів, свердловин або відкритих джерел води.

Системи розумного будинку дозволяють інтегрувати будь-яку з цих систем. Але оскільки метою розумних будинків є створення кращих і комфортних умов проживання, то пріоритет віддається другому типу, оскільки

					КвРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	8
		№ докум.	Підпис			

необхідно створити незалежну автоматизовану систему управління водопостачанням.

Існуючі системи водопостачання на ринку дуже загальні і не можуть охопити всі аспекти використання води в сільській місцевості. Для цього потрібно встановити кілька різних систем водопостачання (одну для будинку, іншу для саду), що збільшує витрати на придбання та експлуатацію загальної системи водопостачання.

Автоматизація управління освітленням будинку може бути досягнута двома основними способами. Перший – обладнати кожен кімнату дистанційним керуванням із кількома кнопками. Кожен відповідає за певний освітлювальний прилад – люстру, бра, точкову систему. Таким чином, ви можете керувати світлом прямо з дивана чи крісла.

Другий спосіб повністю автоматичний за допомогою спеціальних датчиків. Світло включається, коли хтось заходить в кімнату, і вимикається через деякий час, коли вони виходять. Зручність такої автоматики помітна з першого використання, особливо коли обидві руки чимось зайняті і до вимикача доводиться докладати додаткових зусиль. Однак вимикачі не повністю позбавляються від автоматики: якщо вам потрібно вимкнути світло в кімнаті, ви можете зробити це вручну.

Стандартні системи освітлення суворо залежать від кількості лампочок і люстр і коштують дуже дорого [16-17].

1.3.3 Огляд існуючих систем мікроклімату

Система мікроклімату - це складова структура, що складається з підсистем опалення, вентиляції та кондиціонування. Їх взаємодія дозволяє забезпечити максимально комфортні кліматичні умови в будинку. У нормальних умовах роботи система обмежується моніторингом кліматичних

параметрів і активацією обладнання кліматичної системи лише за потреби. Параметри мікроклімату в зонах можуть налаштовуватися автоматично (через календар, таймер) або вручну, за допомогою клавішних вимикачів, розташованих у приміщенні, за допомогою портативних та вбудованих сенсорних контролерів та через персональний комп'ютер [18].

1.3.4 Розробка технології системи мікроклімату

Система мікроклімату повинна складатися з кількох підсистем: опалення, кондиціонування та вентиляції. Управління підсистемами здійснюється за допомогою єдиної системи автоматизації, яка приймає дані від пристроїв збору інформації, обробляє їх і потім видає керуючі сигнали на виконавчі пристрої.

Перед початком розробки системи мікроклімату була визначена основна мета – створити систему з найкращим співвідношенням вартості та функціональності.

Визначте обсяг розв'язуваної задачі:

- забезпечення комфортних умов проживання мешканців;
- зручне та інтуїтивно зрозуміле управління системою;
- для кожного приміщення можна встановити індивідуальні режими роботи;
- режими роботи «День» і «Ніч»;
- коли господаря немає, він може переключитися на режим, який підтримує найнижчу необхідну температуру.

Після визначення завдань системи розроблено концепцію роботи підсистем опалення та вентиляції. Функціональна схема показана на рисунку 1.3.

Для керування радіаторним опаленням були обрані електромагнітні клапани, тому що вони простіші та дешевші, ніж електричні клапани з ПД-регулюванням. Робота електромагнітного клапана заснована на основному принципі дії - при подачі сигналу клапан перемикається у відкритий або закритий стан (в залежності від нормального стану). Його використання спростить завдання розробки алгоритмів керування.

Створення комбінованого способу циркуляції теплоносія по системі дозволить прискорити (у випадках, коли потрібно швидко обігріти будинок або приміщення) або уповільнити (знизити споживання газу в тих випадках, коли у всіх приміщеннях буде досягнута потрібна температура) циркуляцію.

Використання природного газу як палива системи опалення має наступні переваги:

- дешевий,
- екологічно чистий,
- простий у використанні.

Але є і недоліки:

- залежність від компаній-постачальників,
- вибухова сила.

Щоб уникнути можливості вибуху внаслідок витoku природного газу, планується встановити датчики витoku в приміщенні, де встановлено котел, та кран на газопроводі для аварійного перекриття природного газу.

Вентиляційне обладнання буде встановлено в кількох приміщеннях: гараж, підвал, туалет, ванна кімната. Вмикається, коли контролер посилає сигнал. Коли хтось із мешканців вмикає світло в кімнаті, контролер отримує сигнал дочекатися його вимкнення. Після вимкнення освітлення включається вентиляція, яка працює протягом заданого часу [19-20].

					КвРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			12

1.4 Висновки до першого розділу

Загальна структура об'єкта являє собою сільську будівлю, в якій взаємодіють різні системи життєзабезпечення, такі як водопровід будинку, газопостачання, система безпеки і т.д.

Заміський будинок – комплексний об'єкт автоматизації, який характеризується тим, що система являє собою комплекс, що складається з підсистем, які можуть реагувати на різні завдання і управляти різними виконавчими пристроями. Система автоматичного керування (АСУ) також забезпечує взаємодію між підсистемами.

У цьому розділі розроблена загальна концепція системи опалення, яка може бути використана для подальшого розвитку та поглибленого вивчення підсистем.

					КвРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			13

2 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

2.1 Склад і функції системи

«Розумний дім» - це комплекс інженерних мереж та інтелектуальних систем управління, які дозволяють автоматизувати та злагодити всі системи будівлі, включаючи освітлення, опалення, вентиляцію, кондиціонування, електропостачання та водопостачання. Побудова «розумного будинку» дозволяє оптимізувати розподіл ресурсів, знизити експлуатаційні витрати, а також забезпечити власникам комплексний і максимально зручний контроль над усіма пристроями та інженерними мережами в будинку. Розумні будівлі працюють за заздалегідь заданими сценаріями, зменшуючи щоденне навантаження власників по дому та роблячи їхнє життя більш комфортним і гнучким [21].

Переваги розумного будинку:

– із використанням пульта можна керувати всім. На цьому пульті користувачі можуть знайти все необхідне для керування освітленням у всьому будинку, встановлення температури, управління системою безпеки та інше в доступній для розуміння. Навіть не читаючи інструкції, система інтуїтивно зрозуміла.

– інженерне обладнання розумного будинку починає працювати самостійно. Наприклад, радіатори, підігрів підлоги та кондиціонер автоматично налаштовуються на необхідну потужність для підтримки оптимальної температури. Інший ліхтар у дворі автоматично спалахне вночі та згасне вранці.

– поняття «сцена» виникає, коли в будинку відбувається конкретна серія дій за заздалегідь прописаним сценарієм.

Тим самим забезпечуючи комфорт і безпеку будинку [22-23].

					КвРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	14
		№ докум.	Підпис			

2.2 Система мікроклімату

2.2.1 Підсистема опалення

Є опалення в наступних приміщеннях:

- перший поверх: вітальня, кухня, передпокій, санвузол;
- другий поверх: 3 спальні та 1 санвузол.

Тому в кожній кімнаті потрібно встановити 8 датчиків температури. Кількість радіаторів в кожній кімнаті різна. У вітальні 4 радіатори, в холі 3 радіатори, в інших кімнатах 1 радіатор. Тому на радіатор необхідно встановити 13 електромагнітних клапанів для регулювання температури в приміщенні.

За погодженням з власником об'єкта розроблено наступну інструкцію з експлуатації системи опалення:

- допустима похибка між кімнатною температурою та заданою температурою становить 0,5 °С;
- якщо температура в приміщенні на 1,5°С нижче заданої, слід увімкнути режим посиленого опалення;
- створення двох режимів роботи: «День» і «Ніч»;
- якщо температура в приміщенні тривалий час не досягає потрібного рівня, увімкніть сигналізацію на пульті керування [24-26].

Технічний регламент, сформульований після консультації з власником, показаний на рисунку 2.1.

Аналізуючи тепловтрати будинку, було встановлено, що час, необхідний для підвищення температури в приміщенні на 0,5°С, становить 15 хвилин. Таким чином, якщо різниця між кімнатною температурою та заданою температурою становить менше 1,5°С, зміну температури датчика необхідно

					КвРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	15
		№ докум.	Підпис			

перевірити протягом 15 хвилин. Якщо прийнятної зміни температури не відбувається, необхідно включити режим посиленого нагріву.

Технологічний регламент

№	Керований параметр	Умова	Різниця температури, З	Витримка тягара на виконання, Сік	Ситуація	Управління	Виконавчий механізм
1	Температура кімнати	Тфакт> Тзадане	$\leq 0,5$	-	Відповідає	Не потрібно	-
			≤ 1	1600	Перевищення	Закриття клапана	Клапан опалення
			≤ 2	3200	Перевищення	Закриття клапана Зменшення частоти обертання	Клапан опалення Насос циркуляції теплоносія
2	Температура Кімнати	Тзадане> Тфакт	$\leq 0,5$	-	Відповідає	Не потрібно	-
			$\leq 1,5$	900	Зниження	Відкриття клапана	Клапан опалення
			$> 1,5$	1800	Зниження	Відкриття клапана Збільшення частоти обертання	Клапан опалення Насос циркуляції теплоносія
3	Температура Кімнати	Тзадане» Тфакт		3600	Зниження	Увімкнення сигналізатора	Сигналізатор HMI
4	Температура теплоносія	Тзадане Тфакт по всіх кімнатах	$\leq 0,5$	-	Відповідає	Вимкнення насоса Відкриття клапана	Насос циркуляції теплоносія Клапан опалювальної системи
5	Температура теплоносія	Тзадане! Тфакт по всіх кімнатах	$\leq 0,5$	-	Не відповідає	Увімкнення насоса Закриття клапана	Насос циркуляції теплоносія Клапан опалювальної системи!
6	Температура теплоносія	Тулиці> 16	-	-	Не відповідає	Увімкнення сигналізатора режим літо	Сигналізатор HMI
7	Температура теплоносія	Тулиці<10	-	-	Не відповідаємо	Увімкнення сигналізатора режим зима	Сигналізатор HMI
8	Температура кімнати	22.00	-	-	Не відповідає	Режим ніч	Зміна Тзадане
9	Температура кімнати	8.00	-	-	Не відповідає	Режим день	Зміна Тзадане

Рисунок 2.1 – Технологічний регламент

Посилений режим опалення переводить водяний насос в режим максимальної частоти, при цьому посилюється циркуляція теплоносія і прискорюється нагрів радіатора.

Якщо режим інтенсивного нагріву не призводить до помітної зміни температури протягом години, на панелі керування пролунає сигнал - можливо, стався збій системи, або температура носія занадто низька, щоб впоратися зі своєю функцією.

Температуру теплоносія можна виміряти тільки через панель керування котла. За допомогою датчика зовнішньої температури та програми можна лише видавати рекомендації щодо збільшення або зменшення цього

параметра. На панелі управління відображається рекомендований режим для встановлення діапазону температур.

Тип режиму:

– весна – температура зовнішнього повітря $0...+15^{\circ}\text{C}$, температура теплоносія $45-55^{\circ}\text{C}$;

– зима – температура зовнішнього повітря $0...-15^{\circ}\text{C}$, температура теплоносія $55-70^{\circ}\text{C}$;

– суворі зими – температура зовнішнього повітря $-15 \dots -30^{\circ}\text{C}$, температура теплоносія $70-90^{\circ}\text{C}$.

Для економії споживання газу, коли кімнатна температура у всіх приміщеннях відповідає заданій температурі, система переходить в режим природної циркуляції - вимикається насос і відкриваються вентилі системи опалення. План впровадження показано на рисунку 2.2.

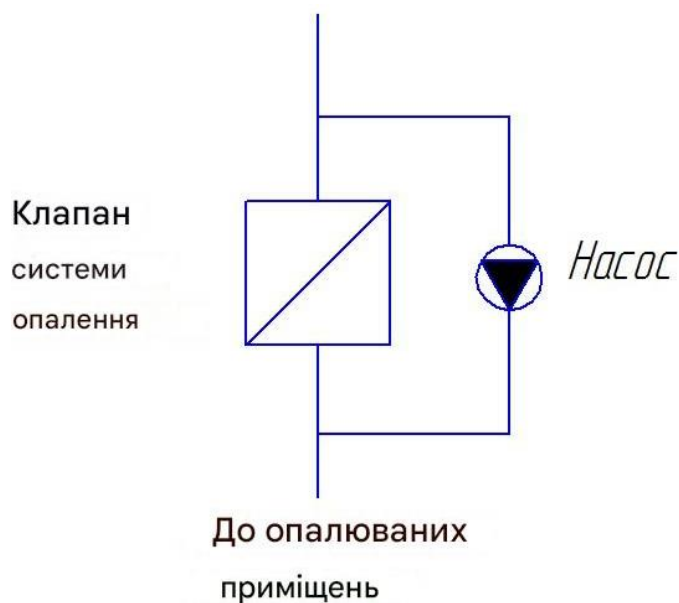


Рисунок 2.2 - Реалізація перемикання режимів циркуляції теплоносія

Якщо температура в одному з приміщень падає нижче допустимої межі, система опалення знову перемикається в режим примусової циркуляції.

Система має два режими обігріву: «день» і «ніч». Вони мають різні задані температури. За замовчуванням налаштування температури для нічного режиму на 1°C нижче, ніж для денного режиму. Алгоритм роботи той самий, але після 22:00 і до 8:00 система використовує нову задану температуру. Це забезпечує комфортні умови для сну і зручність використання, оскільки власнику достатньо один раз налаштувати необхідні параметри.

Власник регулярно залишає будинок на тривалий час (більше 3 днів). У цьому випадку немає необхідності підтримувати комфортну температуру у всьому будинку. Таким чином, будинок можна перевести в режим відпустки, коли температура в кімнатах підтримується на рівні 10°C, щоб уникнути замерзання теплоносія в трубах.

2.2.2 Підсистема вентиляції

Вентиляція проводиться в кількох приміщеннях: туалети, ванні кімнати, гаражі, підвали. Його включення безпосередньо пов'язане з включенням світла в цих приміщеннях. Коли хтось із мешканців вмикає світло в кімнаті, контролер отримує сигнал чекати, поки його вимкнуть. Після вимкнення освітлення включається вентиляція, яка працює протягом заданого часу. За допомогою пульта можна змінювати час роботи вентиляції. Також забезпечується взаємодія з іншими компонентами СКУД, зокрема:

- обладнано системою пожежної безпеки: при виявленні диму в будь-якому приміщенні вентиляція всієї будівлі вмикається, а роботу вентиляції можна ініціювати тільки з пульта управління;

- з системою освітлення: у підвалі світло вмикається датчиками руху, тому робота вентиляції пов'язана не з вимикачем, як в інших приміщеннях, а з датчиком руху.

Вентиляцію можна примусово вмикати або вимикати за допомогою панелі керування. У цьому випадку вентиляція буде працювати протягом заданого періоду часу.

2.2.3 Підсистема кондиціонування

Було вирішено використовувати наявну систему кондиціонування. Оскільки наявні на ринку системи мають власну автоматизацію і повністю ізольовані від інших систем, неможливо використовувати єдину систему управління. Можливість використання промислового кондиціонування повітря з необхідною гнучкістю була відкинута через високі витрати.

Тому в системі мікроклімату підсистема кондиціонування виключається із загальної системи, однак сучасні мультиспліт системи дозволяють регулювати температуру в декількох приміщеннях одночасно, тобто зберігається принцип можливості регулювати температуру в кожній кімнаті окремо.

2.3 Розробка комплексу технічних засобів (КМС) АСУ системи мікроклімату

Управління – це процес, реалізований на будь-якому об'єкті для забезпечення необхідного перебігу процесів в об'єкті або необхідних змін його стану. Управління, яке не потребує втручання людини, називається автоматичним.

Технічний пристрій, який автоматично керує об'єктом, називається пристроєм керування. Система керування та об'єкт разом складають систему автоматичного керування [27-28].

2.3.1 Вибір і обґрунтування єдиною системи автоматизації

Огляд контролера Allen-Bradley SLC 500

Серія SLC 500 це сімейство невеликих програмованих контролерів, побудованих на двох апаратних модифікаціях: фіксований контролер, який можна розширити за допомогою шасі з двох частин, або модульний контролер із до 960 точками введення/виведення. Інструменти програмування та більшість модулів вводу/виводу сумісні з обома версіями, що дозволяє використовувати широкий спектр програм за мінімальних витрат. Вони можуть бути підключені до різних комунікаційних мереж для розподіленого керування та роботи з віддаленими модулями введення/виведення.

Процесорні модулі SLC серії 1746 забезпечують потужне керування об'єктами. Контролери доступні у фіксованих конфігураціях з 20, 30 або 40 входами/виходами.

Модульна конструкція інтерфейсів вводу/виводу, пам'яті та зв'язку дозволяє змінювати конфігурацію та розширення контролера. Під час конфігурації контролера необхідно визначити кількість необхідних входів і виходів, необхідний обсяг пам'яті та тип мережі зв'язку. При необхідності ви можете розширити функціональність контролера, додавши додаткові модулі введення/виведення, пам'ять або комунікаційні інтерфейси. Контролер забезпечує швидкий обмін повідомленнями в мережі, зв'язок з іншими мережами, а також зв'язок між модулями шасі.

До контролера можна отримати віддалений доступ, підключившись до мереж Ethernet, ControlNet, DeviceNet, DH+, DH-485.

Зв'язування мереж ControlNet, DeviceNet і віддалених мереж вводу-виводу забезпечує віддалений доступ до модулів вводу-виводу, розташованих в іншому місці.

					КвРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			20

Серія SLC 500 забезпечує потужність і гнучкість для впровадження комплексного рішення для керування. Потужний набір інструкцій процесора, передові засоби програмування і широкий набір функцій дозволяють підібрати комплекс SLC 500 для системи автоматизації, яку ви розробляєте.

2.3.2 Обґрунтування комплектації контролера

Після розробки технічних положень та визначення кількості необхідних засобів виявлення та спрацьовування були розроблені специфікації сигналів, що дозволяють точно визначити кількість необхідних модулів введення та виведення та їх тип.

Вибір процесора SLC 5/03 (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3- Модуль процесора

Процесор SLC 5/03 забезпечує до 960 вхідних і вихідних точок, може програмуватися в режимі онлайн і має перемикач для вибору одного з 3 режимів роботи (Run, Program і Remote).

Процесор SLC 5/03 містить канал RS-232, який забезпечує асинхронний послідовний інтерфейс передачі даних із термінальним обладнанням. Технічні характеристики процесора SLC 5/03 наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики процесора SLC 5/03

Характеристика	SLC 5/03
Пам'ять програми	12К слів
Додаткове зберігання даних	до 4К слів
Максимальна ємність входів-виходів	4096 дискретних входів 4096 дискретних виходів
Макс. число локальних шасі/слотів	3/30
Інструкції програмування	99
Типовий час скана	1 ms/К
Обробка бітів (ХІС)	0.44 ms

2.3.3 Вибір модулів введення 1746-ІВ8 і 1746 - ІВ16

Універсальний дискретний модуль ІВ8 має 8 входів, а модуль ІВ16 - 16 входів (рисунок 2.4). У деяких випадках вибирають ІВ8, оскільки дорожчий ІВ16 не потрібен. Технічні характеристики модулів введення 1746-ІВ8 і - ІВ16 наведено у таблиці 2.2.



Рисунок 2.4- Модуль введення 1746 - ІВ8



Рисунок 2.5- Модуль аналогового введення 1746 - NI4

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики модуля аналогового введення

Струм на задній шині (мА) при напрузі 5В	25 мА
Струм на задній шині (мА) при напрузі 24В	85 мА
Кількість входів	4
Ізоляція задньої шини	Витримує 500В АС і 710В DC за 1 хвилину
Перехідна характеристика	60 мс
Метод перетворення	Модуляція сигма-дельта
Дозвіл перетворювача	16 біт
Затримка відпрацювання	512 мкс (номінал)

Розроблена система вимагає 3 модулів NI4.

2.3.5 Вибір модулів введення 1746-ОВР8 і 1746 - ОВР16

Універсальний модуль дискретного виведення ОВР8 має 8 входів, а ОВР16 має 16 входів (рисунок 2.6). Технічні характеристики модуля введення 1746-ОВР8 і -ОВР16 наведено у таблиці 2.4.



Рисунок 2.6- Модуль введення 1746 - ОВР8

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики модуля введення 1746-ОВР8 і - ОВР16

Діапазон напруг	24V	24V
Кількість виводів	8	16
Робочий діапазон напруг	20.4-26.4ВDC	20.4-26.4ВDC
Мінімальний струм навантаження	1 мА	1 мА
Макс. струм витоку на виході в вимкненому стані, максимум	1 мА	1 мА

Кінець таблиці 2.4 - Технічні характеристики модуля введення 1746-OBP8 і -OBP16

Макс. затримка при включенні (резистивне навантаження)	1.0мс	0.1 мс
Безперервний струм на точку	2.0 А при 0-60°C (32-140°F)	1.5 А за 30°C (86°F) 1.0 А за 60°C (140°F)
Кидок струму на точку протягом 10 мс	4.0 А	4.0 А
Споживаний струм шасі 5V	0.135А	0.280А

Для розробленої системи необхідний 1 модуль OBP8 і 3 модуля OBP16

2.3.6 Вибір модуля сканера 1747 - SN

Модуль 1747-SN забезпечує високошвидкісний віддалений зв'язок між процесорами SLC, операторськими інтерфейсами Allen-Bradley і пристроями керування (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7-Модуль сканера 1747 - SN

Модуль 1747-SN забезпечує такі функції:

– вибір швидкість передачі даних і забезпечити перешкодозахищеність при різній довжині кабелю;

– використання більшої фізичної площі для розміщення обладнання (кабелі віддаленого введення/виведення можуть мати довжину до 3050 метрів);

– підключення до 16 пристроїв;

– паралельні передачі дозволяють надсилати великі обсяги даних на віддалені пристрої вводу/виводу без впливу на пропускну здатність системи.

Розроблена система вимагає 2 модулів.

2.3.6 Блок живлення

Щоб вибрати блок живлення, необхідно розрахувати необхідну потужність. Оскільки розроблена система передбачає використання двох модулів шасі, кожен модуль потребуватиме власного джерела живлення.

Розрахована потужності, необхідної для першого шасі:

– 1 модуль SLC5/03 - струм споживання 0,5А (24В);

– 3 модуля ОВР16 - струм споживання 0,84А (5В);

– 4 модуля ІВ16 - струм споживання 0,34А (5В);

– 1 модуль ІВ8 - струм споживання 0,05А (5В);

– 2 модуля NІ4 - струм споживання 0,07А (5В) 0,17А (24В);

– 1 модуль SN - струм споживання 0,6А (5В). Максимальне споживання 1.93А (5V) + 0.67А (24V). Обрано блок живлення 1746-Р3.

Розрахована потужність, необхідна для другого шасі:

– 1 модуль ІВ16 - струм споживання 0,085А (5V);

– 1 модуль ІВ8 - струм споживання 0,05А (5В);

– 1 модуль NІ4 - струм споживання 0,035А (5В) 0,085А (24В);

					КвРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	27
		№ докум.	Підпис			

– 1 модуль SN - струм споживання 0,6А (5В). Максимальне споживання 0,77А (5В) + 0,085А (24В). Вибираємо блок живлення 1746-Р1. (рисунок 2.8)

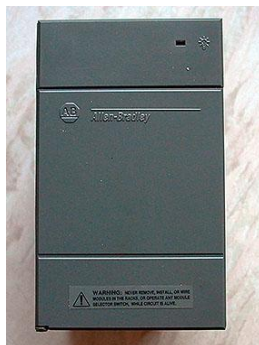


Рисунок 2.8- Модуль блоку живлення

2.3.7 Шасі

Оскільки було обрано централізовано-розподілену архітектуру з шасі розширення, необхідно вибрати шасі, яке відповідає відповідним вимогам. Перше шасі буде розташовано на першому поверсі будівлі, а друге шасі буде розташовано на другому поверсі, щоб спростити підключення периферійних пристроїв і модулів введення/виведення, розташованих на другому та третьому поверхах. Максимальний розмір шасі становить 13 слотів. Аналіз обладнання, розташованого на першому поверсі, показав, що воно потребує 11 модулів введення/виведення, а також блок живлення та процесор. Тому на першому поверсі розміститься 13-слотове шасі. Для решти 5 модулів другого шасі було обрано мінімально можливе 7-слотове шасі.

Вибір елементів управління та виконавчих механізмів базується на концепції, розробленій для системи мікроклімату, з необхідним виконавчим обладнанням, вибраним відповідно до вимог.

Основні параметри, що впливають на вибір обладнання:

- потужність котельного обладнання не менше 15кВт;

- потужність насоса не менше 100 Вт;
- датчик має робочий діапазон 0-60°C.

2.3.8 Вибір опалювального котла

Для опалення будівлі планується використовувати газові котли. По-перше, необхідно правильно вибрати тип котла.

Недоліком цього котла є те, що він ізольований від внутрішньої автоматики і не підключається до контролера. Це означає, що налаштування можна проводити тільки вручну безпосередньо на панелі управління котлом, що суперечить концепції зручного і комфортного житла. Тому перевага віддається котлам з мінімальним автоматичним регулюванням температури теплоносія.

Крім того, одним з важливих параметрів котла є його тип - одноконтурний або двоконтурний.

Двоконтурний котел має два контури: гаряче водопостачання та опалення. На перший погляд цей універсальний котел більше підходить, ніж одноконтурний.

Традиційно газовий двоконтурний котел складається з самого котла, всієї конструкції корпусу котла, котельні (котельня може бути вбудованою в сам котел або виносної), пальника і системи автоматики. Крім того, в схему роботи двоконтурного газового котла входить насос і навіть кілька розширювальних баків.

Всі вузли газового двоконтурного котла зазвичай встановлюються в одному корпусі і управляються одним пультом.

Однак, як і будь-яка система загального призначення, двоконтурний котел не настільки ефективний, як спеціальна система: одноконтурний котел і водонагрівач. Ціною простого монтажу та обслуговування, а також низьких

					КвРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			29

витрат є надмірне споживання газу - котел повинен працювати і влітку. Основним недоліком двоконтурного котла є те, що вихід з ладу якогось одного елемента призводить до виходу з ладу всієї системи.

Тому вибираємо одноконтурний котел.

Після визначення необхідних вимог був обраний відповідний котел - Bosch Therm 4000 S WTD 12 (рисунок 2.9). Технічні характеристики наведені у таблиці 2.5. Його вартість досить низька, а термін служби досить тривалий. Простота та низька вартість конструкції безпосередньо впливають на вартість експлуатації та монтажу, що надзвичайно важливо, оскільки стандартні системи, такі як «розумні будинки», дорогі в експлуатації.



Рисунок 2.9 – Газовий котел Bosch Therm 4000 S WTD 12

Переваги даного котла:

– використовує щілинні малофакельні пальники з нержавіючої сталі, які не потребують регулювання первинного повітря;

– підтримує постійний тиск газу перед основними пальниками, незалежно від тиску газу на вході в котел.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики котла Bosch Therm 4000 S WTD 12

Номінальна тепло продуктивність, кВт	20
Загальна площа опалювального приміщення при висоті 2,6 м не більше, м ²	200
Середній витрата газу, м ³ /година	1,2
Коефіцієнт корисної дії ККД (щонайменше %)	90
Діапазон регулювання температури води на виході з котла, °С	40-90
Діаметр газовідвідного патрубку, мм	130
Номінальна тиск газу, мм/ст.ст.	130

2.3.9 Вибір насосу циркуляції теплоносія

Теплоносій в системі опалення - вода. Для циркуляції теплоносія був обраний комбінований спосіб: примусова циркуляція з насосом - основний спосіб, з можливістю переходу на спосіб природної циркуляції.

При виборі необхідно враховувати робочі характеристики насоса.

Для необхідної потужності (не менше 100 Вт) підходить насос WiloStar-RS 30/7 (рисунок 2.10). Насос забезпечує необхідний напір – 7 метрів, чого цілком достатньо для будівництва замиського будинку. Насос також підтримує широкий діапазон температур теплоносія.

Технічні характеристики насосу WiloStar-RS 30/7 наведено у таблиці 2.6.



Рисунок 2.10 – Насос WiloStar-RS 30/7

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики насосу WiloStar-RS 30/7

Діапазон температур, °C	від -10 до +110
Робоче тиск, бар	10
Натиск, м	7
Витрата, м ³ /год	5
Потужність, Вт	200

2.3.10 Вибір електромагнітного клапана

Система вимагає, щоб клапан відповідав вимогам діапазону температур робочої рідини (до 90°C), а також відповідав принципу єдиної системи водопостачання. Цим вимогам відповідає клапан 2W3115GSV (рисунок 2.11).

Технічні характеристики електромагнітного клапана 2W3115GSV наведено у таблиці 2.7.



Рисунок 2.11 – Електромагнітний клапан 2W3115GSV

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики електромагнітного клапана 2W3115GSV

Напруга живлення, В	24
Робоча середовище	вода, гаряча вода, олії, повітря, спирт, вакуум, побутовий газ
Температура робочої середовища, °С	- 10... 120
Робоче тиск, МПа	0... 0,8
Приєднання	1/2"

2.311 Вибір датчика температури

Датчик температури повинен мати необхідний діапазон вимірювання температури (+10°C...+50°C). Датчик AUTONICS THD-R-PT (рисунок 2.12) відповідає вимогам.

Технічні характеристики датчика температури наведено у таблиці 2.8.



Рисунок 2.12 - датчик температури AUTONICSTHD-R-PT

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики датчика температури

Температура робочої середи	- 20°C...+60°C
Точність вимірювання температур	±0,5°C
Періодичність вимірювання	0,5 сек.
живлення	24VDC

2.3.12 Вибір датчика температури зовнішній

Датчик температури повинен мати необхідний діапазон вимірювання температури (-50°C...+50°C). Датчик AVEN DTS3005-PT1000.B2 відповідає цим вимогам.

Датчик OVENS DTS3005-PT1000.V2 (рисунок 2.13) використовується для вимірювання температури зовнішнього повітря або повітря всередині будівлі. Встановити на рівну стіну.

Технічні характеристики датчика температури наведено у таблиці 2.9.



Рисунок 2.13 - Датчик температури ОВЕН ДТС3005-РТ1000.В2

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики датчика температури

Температура робочої середи	- 50°C...+120°C
Похибка	(0,3+0,005 t) °C
Схема підключення	двопровідна

2.3.13 Вибір датчика витоку природного газу

Датчик потрібен для виявлення перевищення гранично допустимої концентрації природного газу (метану) та подачі сигналу тривоги шляхом розмикання контактів реле та включення світлової та звукової сигналізації. Датчик DG-1ME (рисунок 2.14) підходить для використання в системах припливного повітря.

Технічні характеристики датчика витоку DG-1 ME наведено у таблиці 2.10.



Рисунок 2.14 – Датчик витоку природного газу DG-1 ME

2.4 Схема розташування обладнання

Архітектура технічних засобів автоматичної системи контролю мікроклімату «розумної замиської дачі»

Існує три варіанти створення систем управління:

- децентралізована,
- централізована,
- централізовано-децентралізована.

На рисунку 2.17 показано розташування обладнання в будівлі, а в таблиці 2.12 наведено назви та технічні характеристики обладнання.

Побудова децентралізованої системи ефективна для автоматизації технічно незалежних об'єктів управління такими ресурсами, як матеріали, енергія та інформація. Така система є сукупністю кількох незалежних систем, кожна з яких має свою інформаційно-алгоритмічну основу.

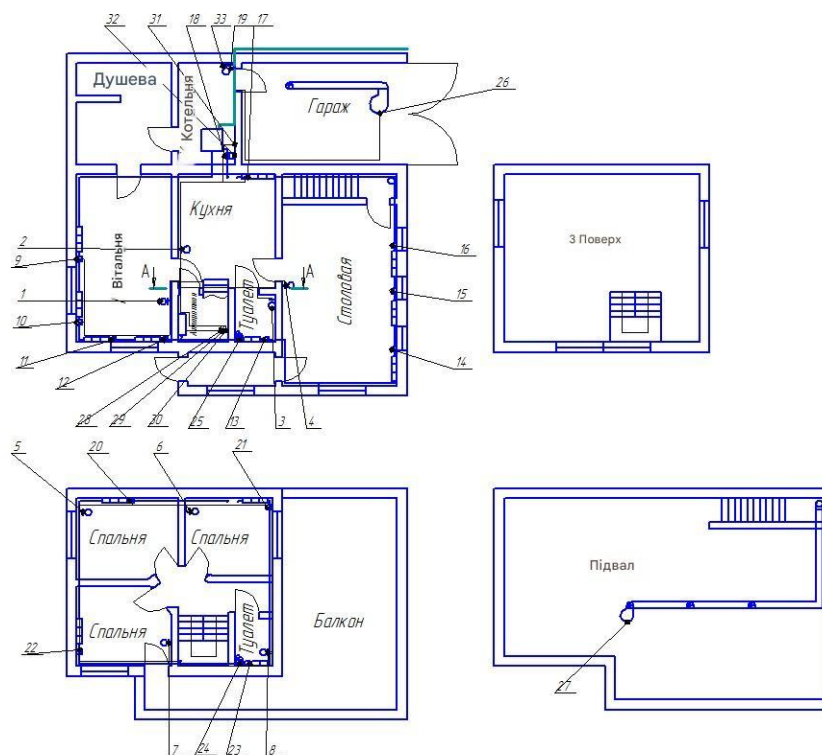


Рисунок 2.17 - Схема розташування обладнання

Недоліки централізованої структури полягають у тому, що засоби технічного управління повинні мати високу надійність і продуктивність для досягнення прийнятної якості управління, а в разі географічної концентрації об'єктів управління загальна протяжність каналу зв'язку повинна бути дуже великою.

Головною особливістю централізаційно-децентралізаційної структури є те, що в ній зберігається принцип централізованого управління. Однак деякі функціональні пристрої системи керування є загальними для всіх каналів системи та підключаються до кожного канального пристрою через перемикачі, утворюючи таким чином замкнутий контур керування.

Перевагами такої структури є: зниження вимог до продуктивності та надійності кожного центру обробки та управління без впливу на якість управління; зменшення загальної довжини каналу зв'язку.

Недоліками даної системи є: необхідність обміну даними між центром обробки та центром управління, а також коригування збереженої інформації, що призводить до ускладнення обробки інформації в системі управління; резервування технічних засобів обробки інформації; складність процесу синхронного обміну інформацією

Проаналізувавши переваги та недоліки вищевказаних рішень, ми прийняли для впровадження централізовано-децентралізовану архітектуру.

Було обрано централізовано-децентралізовану архітектуру, оскільки обладнання та інструменти сканування інформації потрібно було встановити на другому та третьому поверхах, але вартість мережевого обладнання була занадто високою, тому її було відхилено [29-30].

На рисунку 2.18 показана архітектура системи мікроклімату.

O:3.1	DO	Клапан радіатора в вітальні	H.K112	K2
O:3.2	DO	Клапан радіатора в вітальні	H.K113	K3
O:3.3	DO	Клапан радіатора в вітальні	H.K114	K4
O:3.4	DO	Клапан радіатора на кухні	H.K115	K5
O:3.5	DO	Клапан радіатора в залі	H.K116	K6
O:3.6	DO	Клапан радіатора в залі	H.K117	K7
O:3.7	DO	Клапан радіатора в залі	H.K118	K8
O:3.8	DO	Клапан радіатора в туалеті	H.K119	K9
O:3.9	DO	Пускач вентилятора підвалу	H.B114	B4
O:3.10	DO	Пускач вентилятор гаража	H.B115	B5
O:3.11	DO	Клапан газопостачання	U.K125	K15
O:3.12	DO	Клапан системи опалення	H.K124	K14
O:3.13	DO	Пускач вентилятора туалету	H.B112	B2
O:4.0	DO	Клапан радіатора в спальні	H.K120	K10
O:4.1	DO	Клапан радіатора в спальні	H.K121	K11
O:4.2	DO	Клапан радіатора в спальні	H.K122	K12
O:4.3	DO	Клапан радіатора в ванною	H.K123	K13
O:4.4	DO	Пускач вентилятора ванною кімнати	H.B113	B1

3.2 Розробка алгоритмів управління системою мікроклімату

Алгоритм роботи системи сформульовано у вигляді блок-схеми, яка посилається на попередні розділи та враховує технічний регламент.

Щоб отримати чітке розуміння того, як працюють процеси опалення та вентиляції в будівлі, необхідні алгоритми [34-36].

Потім перевірити вентиля всіх радіаторів, якщо всі вентиля закриті, можна вимкнути насос і перевести систему в режим природної циркуляції.

Коли різниця температур перевищує допустиму межу, виконується умова «Чи фактична температура перевищує задану?» визначається. Якщо так, клапан радіатора закривається, і диференціал перевіряється повторно, щоб, якщо різниця перевищує 1, насос перемикався в режим повільного циклу.

Коли встановлена температура вища за фактичну, він визначить, який режим використовувати для обігріву приміщення. Якщо різниця температур перевищує 1,5°C, включається режим інтенсивного нагріву і насос переходить в режим максимальної потужності.

В іншому випадку клапан відкривається і перевіряє, чи запустився таймер. Якщо ні, змінна зі значенням 0 встановлюється на 1, зберігаючи поточне значення датчика та запускаючи таймер.

Коли таймер запускається, перевіряється його значення; якщо менше 900, програма продовжується; якщо воно більше 900, поточне показання датчика порівнюється зі збереженим показанням для визначення продуктивності системи. Якщо є зміна, робота продовжується в тому ж режимі, в іншому випадку система переходить в режим інтенсивного нагріву, а насос переходить в режим максимальної потужності.

3.2.3 Алгоритм перевірки системи опалення на працездатність

Перевірка системи опалення передбачає визначення її ефективності за певний період часу. Якщо задана температура вища за фактичну, спрацьовує алгоритм. Потім він запускає таймер і зберігає поточне значення датчика для подальшого використання. (рисунок 3.3)

Перевірка значення таймера. Якщо більше 3600, перевірка різниці між поточною температурою датчика та збереженою температурою датчика. Якщо

3.2.4 Алгоритм роботи вентиляції

Алгоритм роботи вентиляції наведено на рисунку 3.4.

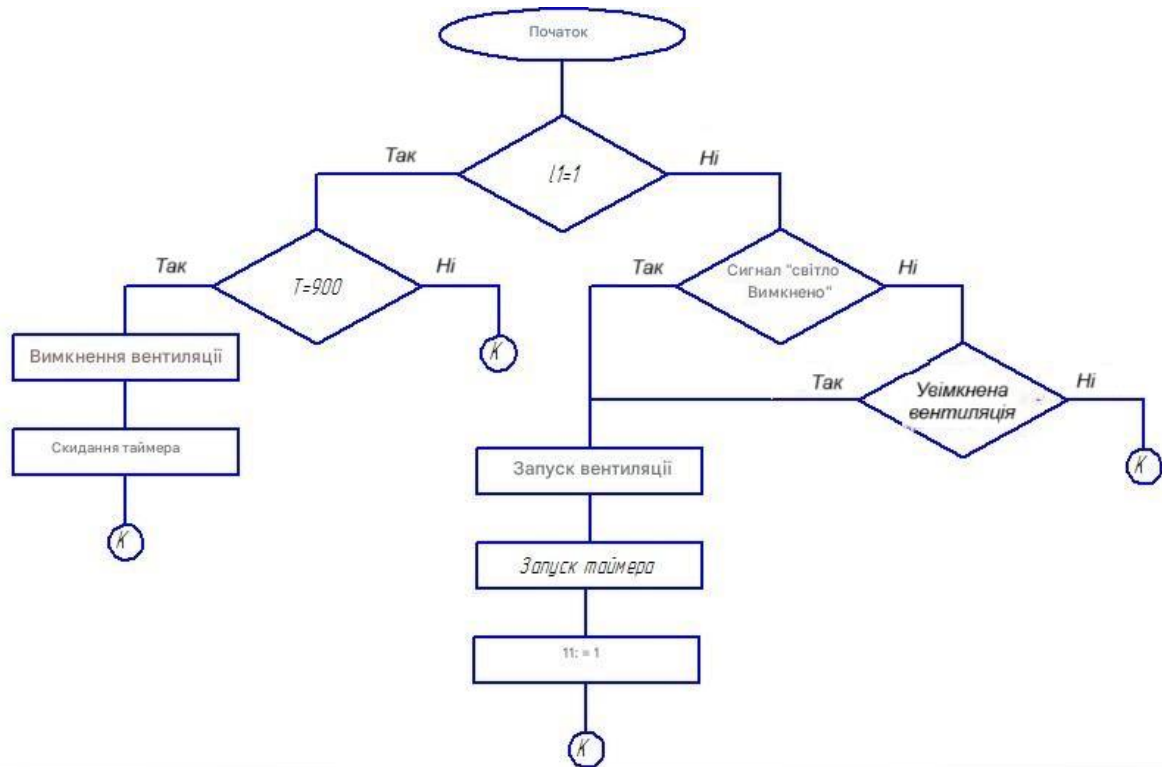


Рисунок 3.4 - Алгоритм роботи вентиляції

Алгоритм працює наступним чином:

Спочатку перевіряється значення змінної L1, яка представляє запущений таймер. Якщо змінна дорівнює 0, таймер ще не запущено.

Коли L1=0, перевіряється сигнал "світло вимкнено". Якщо цей сигнал з'явився, то:

- починається вентиляція,
- запускається таймер,
- змінній L1 присвоєно значення 1.

В іншому випадку перевіряється, чи увімкнено примусову вентиляцію, і якщо так, перемкніться на:

- запускається вентиляцію,
- запускається таймер,
- присвоюється значення 1 змінній L1.

Коли L1=1, перевіряється стан таймера. Якщо його значення 900, то:

- вентиляція закрыта,
- таймер скинуто.

3.3 Структура програмного забезпечення

Людино-машинний інтерфейс (НМІ) представляє інформацію про стан системи та процеси, що відбуваються в ній, у зручній графічній формі, а також дозволяє контролювати процес [37-40].

3.3.1 Структура пакету розробки

Для реалізації проекту «Розумний заміський будинок» потрібен був пакет програм для контролера Allen-Bradley SLC-500. Цей програмний пакет розроблено компанією Rockwell Automation.

Цей пакет містить такі програмні засоби:

- пакет програм RSlinx. Це комунікаційний сервер, який забезпечує зв'язок між пристроями системи автоматизації та широким спектром додатків Rockwell Software;
- RSlogix 500. Це логічний пакет для процесора SLC 500;
- RSview 32. Це інтегрований людино-машинний інтерфейс для моніторингу та керування автоматизованими механізмами та процесами.

Розробка користувацького НМІ для системи автоматизованого керування «Smart Country Villa».

При розробці НМІ для оператора системи мікроклімату необхідно було врахувати необхідність забезпечення єдиного підходу до вирішення однотипних завдань управління та відображення інформації, які повинні виконуватися відповідно до НМІ всього комплексу.

Загальна побудова діагностичного проекту

В основі цього проекту лежить використання попередньо розроблених відеоформ і вбудованих графічних елементів. Графічні елементи покладаються на внутрішні змінні або дані з контролера. Ви можете змінити змінні в блоці Tagdatabase (рисунок 3.5).

В якості графічних елементів навігації використовуються кнопки з програмованими відповідями.

При розробці користувацьких інтерфейсів НМІ забезпечується зрозуміле візуальне представлення технічних процесів системи.

НМІ користувача реалізовано у вигляді візуальної схеми системи керування. Візуальне представлення технічної інформації полягає у зміні кольору інтерактивних елементів відповідно до змін стану процесу.

Розроблена програма відноситься до категорії інтерфейсу людина-комп'ютер. Він призначений для моніторингу та управління системами автоматизації в розробках «Інтелектуальний замський будинок» (IDH). Програма відображає всю необхідну інформацію про загальний стан системи та конкретний стан кожної системи.

Основна навігація здійснюється натисканням кнопок на кожній екранній формі.

Праворуч знаходяться кнопки перемикання систем водопостачання та вентиляції.

У центрі екрана є кнопка для перемикання на систему безпеки. (рисунок 3.6)

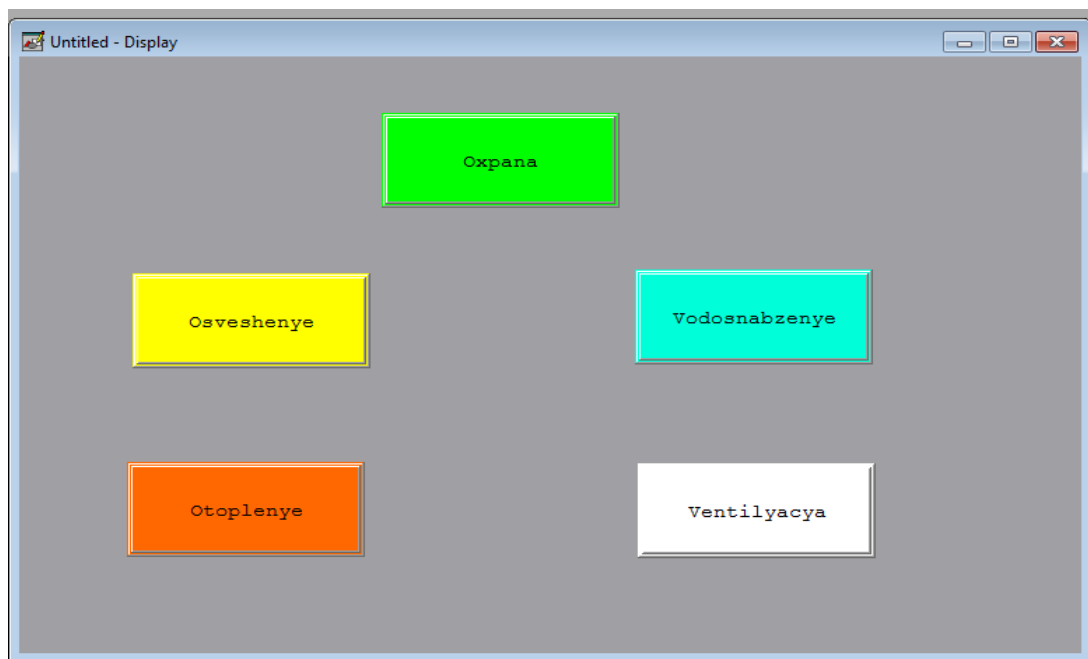


Рисунок 3.6 – Головне меню АСУ ІЗД

3.3.3 Візуалізація вікна «Система опалення»

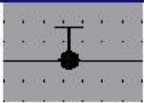

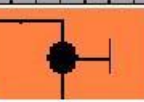
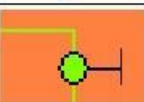

З цього екрану можна контролювати опалення всього будинку, а точніше, кожної кімнати окремо.

У нижній частині екрана є група кімнат. Він розділений на різнокольорові прямокутники, кожен з яких позначає власну кімнату, показуючи, скільки в ній акумуляторних батарей, відкриті чи закриті вентилі радіаторів, а також температуру в кімнаті – як поточну, так і задану.

Кожна кімната має свою назву вгорі. Трохи нижче знаходиться зона, яка дозволяє змінювати встановлену температуру для кожної кімнати. Під полем

У правому верхньому куті є дві кнопки. Перша кнопка використовується для входу в головне меню, а друга кнопка використовується для входу на екран системи вентиляції.

Таблиця 3.2 – Кольорові коди стану пристрою

Позначення	Колір	Устаткування	Режим роботи
	Чорний	Клапан циркуляції теплоносія	Перекрито
	Зелений	Клапан циркуляції теплоносія	Відкритий
	Чорний	Клапан радіатора	Перекрито
	Зелений	Клапан радіатора	Відкритий
	Чорний	Насос циркуляції теплоносія	Не працює

3.3.4 Візуалізація вікна «Система вентиляції»

Екранна форма (рисунок 3.8) керує вентиляцією окремих приміщень.

У центрі екрана знаходиться блок, розділений на прямокутники, що представляють різні кімнати.

У верхній частині кожного прямокутника написано назву кімнати. Нижче знаходиться поле Off Timer, де можна встановити час (у хвилинах), протягом якого витяжний вентилятор вимкнеться.

Під полем налаштування часу розташовані кнопки для примусового вимкнення та запуску вентиляції приміщення.

У цьому розділі вибирається програмний пакет для розробки оператора НМІ та розробляється оператор НМІ. Проект заснований на використанні заздалегідь розроблених відеоформатів із вбудованими графічними елементами. Графічні елементи базуються на внутрішніх тегах або даних, переданих контролером. В якості графічних елементів навігації використовуються кнопки з програмованими відповідями.

					КВРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			56

ВИСНОВКИ

Виконана курсова робота продемонструвала комплексний підхід до розробки автоматизованої системи керування мікрокліматом у заміському будинку в рамках концепції «розумного дому». У процесі дослідження було досягнуто таких основних результатів:

Проведено детальний технічний опис будинку, його внутрішнього планування і існуючих інженерних систем. Визначено критичні підсистеми життєзабезпечення опалення, вентиляцію, кондиціювання, освітлення, водопостачання й охорону. На підставі техніко-економічного аналізу сформульовано завдання: розробити єдину автоматизовану систему, що забезпечуватиме комфортний мікроклімат, енергоефективність та безпеку експлуатації котельні, трубопроводів та обладнання.

Створено архітектуру централізовано-децентралізованої системи, що поєднує модульний контролер Allen–Bradley SLC 5/03 з розташованими на двох шасі модулями введення/виведення різних типів (дискретні, аналогові та інтерфейсні). Запропоновано окремі функціональні блоки: блок керування котлом, блок циркуляційного насоса й клапанів радіаторів, блок датчиків температури (кімнатної й вуличної), блок датчиків витоку газу, блок керування вентиляцією, блок НМІ-інтерфейсу та комунікаційний блок. Обґрунтовано вибір кожного елемента на основі технічних і експлуатаційних характеристик.

Розроблено повний набір алгоритмів керування: переключення режимів «день–ніч», регулювання температури окремих приміщень із заданою похибкою $\pm 0,5$ °С, алгоритми інтенсивного опалення та діагностики працездатності системи, контроль аварійних ситуацій (витоку газу). Для підсистеми вентиляції реалізовано логіку запуску вентиляції після вимкнення світла або за сигналом від пульта, із таймером тривалості роботи. Специфікації

					КвРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	57
		№ докум.	Підпис			

вихідних і вихідних сигналів детально відображено в таблицях, що дозволяє точно розрахувати необхідні модулі I/O.

Створено проект людино-машинного інтерфейсу на базі FactoryTalk View/RSView 32, що забезпечує оператору візуально зрозуміле керування підсистемами дому. Спроектовано головне меню з навігацією до екранних форм «Опалення» та «Вентиляція», екранні форми для моніторингу стану котла, насоса, клапанів і датчиків. Реалізовано кольорове кодування станів, динамічні індикатори, елементи введення параметрів і аварійні сповіщення.

Підсумковий проект забезпечує можливість інтегрувати різні підсистеми будинку до єдиної платформи керування, знижуючи трудомісткість і підвищуючи надійність обслуговування. Запропонована архітектура дозволяє легко масштабувати систему, додавати нові датчики або механізми (наприклад, керування освітленням або іншими енергоспоживаючими приладами). Застосовані методи програмування й підбір обладнання відповідають сучасним європейським стандартам функціональної безпеки та енергоефективності.

Дослідження може бути продовжено шляхом впровадження дистанційного керування через мобільний додаток або веб-інтерфейс, інтеграції з «хмарними» платформами для збору аналітики енергоспоживання й прогнозування технічного обслуговування, а також розширення функціоналу за рахунок підключення системи відеоспостереження й контролю доступу. Крім того, можливе впровадження алгоритмів машинного навчання для адаптивного керування режимами залежно від звичок мешканців і зовнішніх погодних умов.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ Б EN 13779:2007 «Інженерні системи вентиляції та кондиціонування повітря. Загальні принципи проектування» : 2007. 46 с.
2. ДСТУ EN 12831:2012 «Опалення будівель. Розрахунок теплового навантаження» : 2012. 38 с.
3. ДСТУ В В.2.2-15-2005 «Планування житлових будинків» : 2005. 52 с.
4. ДСТУ Б EN 15251:2012 «Внутрішнє середовище будівель» : 2012. 34 с.
5. ДСТУ EN 50491-5:2015 «Розумні мережі та сервіси. Частина 5: Інтерфейси» : 2015. 22 с.
6. ДСТУ EN 61508-1:2011 «Функціональна безпека електронних систем керування» : 2011. 48 с.
7. ДСТУ EN 1751:2004 «Вентиляційні клапани контрольованого витрату» : 2004. 12 с.
8. ДСТУ EN 60617-2:2013 «Графічні символи для електричних схем. Частина 2» : 2013. 128 с.
9. ІЕС 61131-3:2013 «Програмовані логічні контролери. Частина 3: Мови програмування» : 2013. 216 с.
10. ДСТУ EN 61511-1:2007 «Функціональна безпека – системи безпеки технологічного процесу. Частина 1» : 2007. 30 с.
11. Іванов П. І., Петров В. В. Проектування інженерних мереж житлових будинків / П. І. Іванов, В. В. Петров. Київ : Техніка, 2015. 256 с.
12. Коваленко М. О., Литвиненко О. Г. Технології енергоефективного будівництва / М. О. Коваленко, О. Г. Литвиненко. Львів : Ліга-Пресс, 2018. 304 с.
13. Сидоренко О. І. Гідравлічні системи опалення / О. І. Сидоренко. Харків : Фоліант, 2014. 192 с.

					КВРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	59
		№ докум.	Підпис			

14. Марченко Н. І. Архітектурне проектування житлових будинків / Н. І. Марченко. Київ : Будівельник, 2016. 240 с.
15. Бондаренко Л. С. Ергономіка житлових приміщень / Л. С. Бондаренко // Архітектура та будівництво. 2019. № 3. С. 45–51.
16. Таранов В. М. Внутрішні інженерні системи у житловому будівництві / В. М. Таранов. Одеса : Астропринт, 2017. 272 с.
17. Turner A. C., Chwieduk D. P. Heating, Ventilating, and Air Conditioning Analysis and Design / A. C. Turner, D. P. Chwieduk. Hoboken : Wiley, 2012. 784 p.
18. ASHRAE Handbook Fundamentals / American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Atlanta : ASHRAE, 2017. 1168 p.
19. ASHRAE Handbook HVAC Systems and Equipment / American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Atlanta : ASHRAE, 2016. 970 p.
20. O'Malley P. W., Kassell D. J. Residential Design for Aging in Place: Strategies, Barriers, and Opportunities / P. W. O'Malley, D. J. Kassell. New York : Routledge, 2018. 216 p.
21. Al-Ameen S., Liu J., Kwak H. Security and Privacy in Wireless Sensor Networks for Healthcare / S. Al-Ameen, J. Liu, H. Kwak // Int. J. of Security and Networks. 2012. Vol. 7, No. 1. P. 1–16.
22. Schippers L. The Internet of Things: Key Applications and Protocols / L. Schippers. Hoboken : Wiley, 2019. 272 p.
23. Smirnov Д. Й. Автоматизація «розумного дому» / Д. Й. Smirnov. Київ : Інженерія, 2018. 224 с.
24. Want R. An Introduction to RFID Technology / R. Want // IEEE Pervasive Computing. 2006. Vol. 5, No. 1. P. 25–33.
25. Weiser M. The Computer for the 21st Century / M. Weiser // Scientific American. 1991. Vol. 265, No. 3. P. 94–104.

26. Vallero D. A. Building Control System Design / D. A. Vallero. Atlanta : ASHRAE, 2017. 280 p.
27. Haines J. L. Programmable Logic Controllers / J. L. Haines. 5-е вид. Clifton Park : Delmar Cengage, 2011. 576 p.
28. Liao J., Reis R. Programmable Logic Controllers: Principles and Applications / J. Liao, R. Reis. 6-е вид. Boston : Pearson, 2017. 712 p.
29. Coghill R. A., Leifer F. C. Process Control: Theory and Applications / R. A. Coghill, F. C. Leifer. Upper Saddle River : Prentice Hall, 2016. 832 p.
30. Ogata K. Modern Control Engineering / K. Ogata. 5-е вид. Upper Saddle River : Prentice Hall, 2010. 848 p.
31. Malhotra T. K. Refrigeration and Air Conditioning / T. K. Malhotra. 2-е вид. New York : McGraw-Hill, 2018. 976 p.
32. Granito A. M., Faulhaber C. E. HMI Design Patterns / A. M. Granito, C. E. Faulhaber. .NET Guild, 2014. 120 p.
33. Deshpande D. A. Human–Machine Interface Design: Getting It Right / D. A. Deshpande. Boca Raton : CRC Press, 2015. 312 p.
34. Patterson D. A., Hennessy J. L. Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface / D. A. Patterson, J. L. Hennessy. 5-е вид. Burlington : Morgan Kaufmann, 2013. 720 p.
35. Thomas D., Knight J. Mechatronics Handbook / D. Thomas, J. Knight. Boca Raton : CRC Press, 2018. 1800 p.
36. Sen P. C., Chakraborty A. Distribution System Modeling and Analysis / P. C. Sen, A. Chakraborty. Boca Raton : CRC Press, 2017. 356 p.
37. Rockwell Automation. Allen-Bradley SLC 500 Hardware Reference Manual / Rockwell Automation. Milwaukee, WI : Rockwell Automation, 2015. 300 p.
38. Rockwell Automation. RSLogix 500™ User Manual / Rockwell Automation. Milwaukee, WI : Rockwell Automation, 2016. 512 p.

					КВРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			61

39. Rockwell Automation. FactoryTalk View™ SE User Manual / Rockwell Automation. Milwaukee, WI : Rockwell Automation, 2018. 680 p.

40. Patterson D. A., Hennessy J. L. Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface / D. A. Patterson, J. L. Hennessy. 5-е вид. Burlington : Morgan Kaufmann, 2013. 720 p.

					КВРАКІТ.2022125.01.10 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			62

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Мельникович Денис Сергійович

Тема: Автоматизована система керування будинком

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

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість сторінок записки 62

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою роботи є розробити автоматизовану систему керування мікрокліматом заміського будинку «розумний дім» із використанням програмованого логічного контролера та НМІ-інтерфейсу.
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі проведено огляд об'єкту керування та опис загальних питань щодо проектування автоматизованої системи керування будинком. У другому розділі проведено розробку технічного забезпечення автоматизованої системи керування будинком. У третьому розділі проведено розробку програмного забезпечення автоматизованої системи керування будинком.
4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі недостатньо розкрито питання обґрунтування вибору програмних засобів

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: задовільно (3.25/D)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Підченко Сергій Костянтинович, заступник ТМІТ

"14" 06 2025 р.


(підпис)

Завідувачу кафедри АКІТтаР
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Денис МЕЛЬНИКОВИЧ

ГІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курс, групи АКІТс-22-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (StrikePlagiarism та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

02.06.25

дата



підпис

Протокол аналізу звіту подібності експертом

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Денис МЕЛЬНИКОВИЧ

Співавтор:

Назва: Мелькович антиплагіат

Експерт:

Підрозділ: Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Коефіцієнт подібності 1: 2.3%

Коефіцієнт подібності 2: 0.4%

Мікропробіли: 0

Заміна букв: 23

Інтервали: 0

Білі знаки: 0

Дата створення звіту: 2025-06-17 04:22:50.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедурам. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

2025-06-17



Доцент Микола Федула

Дата

експерт

Anti-Plagiarism (UA) v-15.281 Educational

The maximum coincidence with one document 3.0%

Dictionary check: en_US, ru_RU, ua_UA. **Errors in the documents: 7%**

ID: 246335 Title: БКР Автоматизована система керування будинком Added in a DB: 2025-06-16 Authors: Денис МЕЛЬНИКОВИЧ Heads: Ірина ФОРКУН Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DB	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	42751	682	1712 (4%)	26 (4%)

Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Автоматизована система керування будинком

Автор: Мельникович Денис Сергійович

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

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

Науковий керівник: Форкун Ірина Валеріївна, кандидат технічних наук, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 2,29% і адресується до 40 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи





Валерій МАРТИНЧУК

Юрій ФОРКУН

Ірина ФОРКУН