

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Комп'ютерна система «розумного опалення» приміщень навчального закладу
Назва теми

КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»

Назва

Виконала: студентка IV курсу, група КІ2-19-1


Підпис

В.В. Полтавська
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

Т.О. Говоруценко
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

С.М. Лисенко
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри комп'ютерної
інженерії та інформаційних
систем


Підпис

Т.О. Говоруценко
Ініціали, прізвище

«26» червня 2023 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорущенко



“ 11 ” 01 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Полтавській Валерії Василівній

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Комп'ютерна система «розумного опалення» приміщень навчального закладу

Керівник проекту (роботи) Говорущенко Т.О., д.т.н., проф.

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

Затверджена наказом ректора університету від 1.03.2023 р. № 5

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

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

Дослідження предметної області та постановка задачі

Вибір компонентів для проектування

Організація та інтеграція розумного опалення в навчальних закладах





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

Структурна схема системи

Схема алгоритму створення сценарію

Схема фізичної інфраструктури системи

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КПС		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КПС		

7. Дата видачі завдання « 1 » 03 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	20.02.2023	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.03.2023	виконано
3	Робота над розділом 1 – Дослідження предметної області та постановка задачі	10.03.2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – Вибір компонентів для проектування	20.04.2023	виконано
5	Робота над розділом 3 – Організація та інтеграція розумного опалення в навчальних закладах	30.04.2023	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	20.05.2023	виконано
7	Попередній захист ВКР	25.05.2023	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2023 року	

Студентка

Керівник проекту (роботи)


Підпис

В. В. Полтавська
Ініціали, прізвище


Підпис

Т. О. Говорущенко
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Комп'ютерна система «розумного опалення» приміщень навчального закладу».

Авторка роботи: Полтавська Валерія Василівна.

Керівник роботи: Говорущенко Татьяна Олександрівна.

Пояснювальна записка: 55 с., 17 рис., 3 дод., 57 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

РОЗУМНИЙ БУДИНОК, КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА, РОЗУМНЕ ОПАЛЕННЯ, СТРУКТУРНА СХЕМА, СХЕМИ АЛГОРИТМУ СТВОРЕННЯ СЦЕНАРІЮ, СХЕМА ФІЗИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ СИСТЕМИ.

Метою роботи є впровадження комп'ютерної системи «розумного опалення» приміщень навчального закладу.

Об'єктом дослідження є навчальні заклади для впровадження комп'ютерної системи «розумного опалення».

Предметом дослідження є створення системи контролю «розумного опалення» для поліпшення умов навчання і роботи.

Практичне значення має розроблена структура та схема функціонування комп'ютерної системи, обране апаратне забезпечення та спроектоване програмне забезпечення для автоматизації системи.



Підпис студента

23.06.23

Дата

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	3
ВСТУП	4
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	7
1.1 Аналіз предметної області і виявлення наявних проблем і завдань	7
1.2 Порівняльний аналіз переваг та недоліків існуючих рішень.....	10
1.3 Підходи до вирішення задачі за темою дослідження	17
1.4 Висновки. Постановка задачі	18
2 ВИБІР КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ	20
2.1 Аналіз доступних апаратних рішень для систем розумного опалення..	20
2.2 Проектування архітектури системи	30
2.3 Вибір апаратного забезпечення.....	35
2.3 Висновок до розділу	41
3 ПРОЄКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ: АНАЛІЗ ТА ДИЗАЙН	42
3.1 Опис комп'ютерної системи.....	42
3.2 Вибір програмних засобів.....	43
3.3 Проведення розробки дизайну системи	46
3.4 Висновки.....	57
ВИСНОВКИ	58
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	60
Додаток А Копія креслення «Структурна схема системи».....	65
Додаток Б Копія креслення «Схема алгоритму створення сценарію»	66
Додаток В Копія креслення «Схема фізичної інфраструктури системи».....	67

КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ								
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Комп'ютерна система «розумного опалення» приміщень навчального закладу. Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав	Полтавська В.В			26.06		у		55
Перевір.	Говорущенко Т.О							
Н.контр.	Лисенко С.М.							
Затвер.	Говорущенко Т.О			26.08				ХНУ КІ2-19-1

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ПЗ – програмне забезпечення

АЗ – апаратне забезпечення

ЦК – центральний контроллер

ЦСО – централізована система опалення

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

До Міністерства освіти і науки України надходять численні прохання коментар щодо перенесення на зимовий період позааудиторного навчання, що має місце у деяких закладах вищої освіти (зокрема, широко обговорюється відповідне планування в КНУ імені Шевченка). Часто таке планування в засобах масової інформації пояснюють неможливістю закладів оплатити рахунки за комунальні послуги.

Протягом кількох місяців рф нищила українську енергосистему. У багатьох регіонах України виникають, зокрема, проблеми зі світлом. Допомогти країні тримати енергетичний фронт потрібно не лише вдома, а й на роботі, особливо в закладах освіти, заповнених електричним обладнанням, яке можна легко використовувати більш ефективно з мінімальними зусиллями та витратами.

З огляду на це, одна з найголовніших рекомендацій, якої доцільно дотримуватися усім закладам освіти – впроваджувати систему енергоменеджменту.

Налагодження розумного управління енергоспоживанням забезпечить зменшення витрат на оплату енергоносіїв та комфортні умови для якісної роботи.

Метою дипломної роботи є розробка, реалізація та оцінка комп'ютерної системи розумного опалення для навчальних закладів. Конкретні деталі та особливості системи будуть вивчені, проаналізовані і реалізовані з метою покращення ефективності та комфорту опалення в навчальних приміщеннях.

Розробка системи включатиме в себе вибір технологій, компонентів та архітектури, що відповідають специфічним потребам навчальних закладів.

Реалізація системи передбачає встановлення датчиків температури, руху, систем керування та комунікаційних модулів для забезпечення взаємодії між компонентами.

Мета роботи полягає в досягненні оптимального рівня енергоефективності, комфорту та управління опаленням в навчальних закладах. Це включає

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення стабільної температури, використання енергії з максимальною ефективністю та можливість дистанційного керування системою. Мета полягає не лише у створенні прототипу системи, але й у розробці рекомендацій та настанов для впровадження подібних систем у реальних навчальних закладах.

Актуальність роботи: Зростаючі вимоги до енергоефективності та комфорту навчальних приміщень ставлять перед системами опалення нові завдання. Розумна опалювальна система може забезпечити ефективну регуляцію температури, знизити енергоспоживання та створити комфортні умови для навчання.

Значущість роботи: результати дослідження мають велике значення, оскільки впровадження комп'ютерної системи розумного опалення в навчальних закладах може сприяти покращенню енергоефективності, забезпечити комфортні умови для навчання та використання ресурсів енергії з більшою ефективністю.

Комфортна температура в приміщенні має велике значення для навчального процесу та загального самопочуття учнів та викладачів. Розумна система опалення забезпечує стабільну температуру та можливість індивідуального налаштування для кожного приміщення, що сприяє комфортній і продуктивній навчальній атмосфері.

У сучасному світі концепція "розумних будинків" та "розумного опалення" є актуальною та інноваційною.

Розробка комп'ютерної системи розумного опалення для навчальних закладів відповідає сучасним тенденціям в галузі енергоефективності та використання розумних технологій.

Отже, дипломна робота з розробки комп'ютерної системи розумного опалення для навчальних закладів є актуальною і значущою в контексті зростаючих вимог до енергоефективності та комфорту.

Впровадження такої системи сприятиме зниженню енергоспоживання, створенню комфортних умов для навчання та ефективному використанню енергійних ресурсів в навчальних закладах.

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робота є важливим внеском у розвиток енергоефективних та комфортних середовищ для навчання та має потенціал бути використаною в практичних застосуваннях.

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Аналіз предметної області і виявлення наявних проблем і завдань

Організація опалення в навчальних закладах може варіюватись залежно від країни, регіону та типу навчального закладу. Однак, загалом, опалення зазвичай забезпечується за допомогою централізованих систем опалення або окремих систем для кожного приміщення.

У багатьох навчальних закладах використовують централізовані системи опалення, де опалювальний прилад, наприклад котел, знаходиться в центральному місці закладу. Ця система забезпечує опалення всіх приміщень закладу через систему трубопроводів та радіаторів.

Великі навчальні заклади зазвичай мають власну котельню, де розміщені опалювальні котли. Ці котли можуть працювати на різних видів палива, таких як газ, нафта, вугілля або дрова. Котельня відповідає за нагрівання води або повітря, яке подається до системи опалення.

Тепло, згенероване в котельні, передається до різних приміщень навчального закладу за допомогою розподільної системи. Це зазвичай система трубопроводів, яка проходить через коридори або підлоги закладу. Труби можуть бути зроблені з металу або пластику і мають ізольоване покриття, щоб запобігти втратам тепла.

У кожному приміщенні встановлюються радіатори. Вони підключаються до системи опалення через входні і вихідні трубопроводи. Тепла вода або гаряче повітря циркулюють через радіатори, випромінюючи тепло в приміщення.

Централізована система опалення в навчальному закладі потребує регулярного обслуговування та контролю. Це включає перевірку роботи котельні, трубопроводів, радіаторів та інших компонентів системи.

Розумний дім — це система датчиків і техніки, об'єднаних в єдину систему і підтримує керування та налаштування зі смартфона, планшета, комп'ютера або вбудованої сенсорної панелі.

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Серцевиною системи розумного будинку є центр керування, який встановлює зв'язок з усіма іншими пристроями. Він отримує інформацію від цих пристроїв і передає її власнику через мобільний додаток. Центр керування здатний підключити до себе значну кількість пристроїв, часто на рівні трьохзначних чисел.

З кожним роком все більшою популярністю користуються багатofункціональні системи «Розумний будинок», які забезпечують комфорт і безпеку житла. Це пояснюється двома факторами.

По-перше, ростом технологічної грамотності серед населення на тлі швидкого розвитку цифрової індустрії. По-друге, зниженням вартості обладнання, що робить його доступнішим для широкої аудиторії.

Наразі системи «Розумний будинок» встановлюються на житлові так і на комерційні об'єкти нерухомості, такі як квартири, котеджі, офіси, готелі та SPA-центри.

В Західній Європі, США, Канаді та інших розвинених країнах програмно-апаратні комплекси активно використовуються не лише особами, які мають достатні ресурси, але й тими, хто через свої фізичні обмеження не може самостійно вести повноцінне життя.

Теплопровідність стін і стель, якість вікон, наявність протягів і вологість повітря, тип опалювальної системи і спосіб подачі тепла - всі ці фактори впливають на мікроклімат всередині приміщення. Сучасні системи опалення можуть бути різними: класичні радіатори, "теплі підлоги", конвекторне опалення і т. д.

Важливо пам'ятати, що розумна система опалення в навчальному закладі не зможе досягти значних позитивних результатів (особливо з фінансової точки зору), якщо не будуть усунуті будівельні дефекти, які призводять до втрати тепла.

Усі ці аспекти можуть бути контрольовані єдиною системою, яка називається "розумним будинком". Ця система складається з керуючого комп'ютерного блоку, який взаємодіє з технічним обладнанням, а також з внутрішніми і зовнішніми датчиками температури.

За даними датчиків і заданими параметрами, така система може знижувати або підвищувати температуру в приміщенні.

Якщо мета опалення є очевидною, то мета його автоматизації полягає в забезпеченні комфорту, економії та безпеки.

Розгляньмо кожну з цих складових детальніше.

1. Комфорт – неавтоматизовані системи опалення в навчальних закладах часто призводять до незручностей, таких як неприйнятна температура в приміщенні або різниця в температурі між різними зонами. З розумною системою опалення всі ці проблеми вирішуються. Приміщення можна заздалегідь підігрівати до комфортної температури перед початком навчального процесу, а після його закінчення система автоматично знижує температуру і вимикає опалення в непотрібних зонах. Це лише один з багатьох сценаріїв, які можливі завдяки розумній системі опалення.
2. Економія – інженери провідних компаній-розробників розумних будинків розраховували, що автоматизоване опалення може забезпечити економію від 20% до 60% вартості опалення протягом сезону. Незалежно від того, як ви програмуєте систему опалення, автоматизація все одно виявляється вигідною. Розмір економії залежатиме від вашого специфічного випадку.
3. Безпека – завдяки наявності датчиків температури в кожному приміщенні, відповідальна особа буде в курсі будь-яких змін, що відбуваються в навчальному закладі. Крім того, з розумною системою опалення можна віддалено керувати опаленням, навіть перебуваючи в будь-якій точці світу, за умови наявності Інтернету.

Для опалення в системі розумного будинку використовуються різні елементи, такі як термостатичні головки та вентилі для радіаторів, програматори та термостати.

Ці пристрої можуть мати різну функціональність. Простіші пристрої забезпечують підтримку заданої температури, що дозволяє економити до 20%

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

витрат на опалення. Складніші пристрої програмуються для регулювання температури в залежності від часу доби та дня тижня.

Багато з цих пристроїв також мають додаткові функції, такі як автоматичне зниження температури, коли приміщення порожнє, або відключення опалення під час провітрювання.

Завдяки цифровим технологіям особливо зручно використовувати погодозалежне регулювання великих закладів. Система може включати або відключати опалення залежно від зовнішньої температури та заздалегідь прогрівати приміщення або ефективно використовувати паливо, забезпечуючи стабільну температуру всередині.

Одним з основних недоліків системи розумного будинку є висока вартість техніки та датчиків, а також необхідність ремонту у разі їх відмови. Крім того, складність монтажу є ще одним недоліком. Система розумного будинку повинна працювати гармонійно і безперебійно, оскільки всі її елементи взаємодіють між собою, і навіть найменша помилка під час установки може призвести до проблем.

Деякі елементи розумного будинку потрібно встановлювати на етапі проектування або монтажу житлового приміщення. Наприклад, це може стосуватися закладання комунікаційних кабелів, встановлення системи розумного освітлення або клімат-контролю.

1.2 Порівняльний аналіз переваг та недоліків існуючих рішень

Техніка для розумного опалення полегшує обслуговування системи опалення, підвищує комфорт та допомагає уникнути непотрібних втрат енергії. У той же час, вона створює більш високий рівень безпеки та піклується про те, щоб розпізнати помилки ще до їх виникнення.

Можливість встановлення контролерів, пов'язаних з температурними датчиками всередині приміщення, на обігрівальні елементи і вузли опалення,

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволить задати режим роботи цих пристроїв, наприклад, включати і вимикати їх за графіком або при досягненні певної температури.

Однак, такий підхід має свої недоліки:

1. Кожен контролер доведеться налаштовувати окремо, що може бути часо- та ресурсозатратним процесом.
2. Контролери не будуть узгоджувати свою роботу з іншими системами закладу, що може викликати проблеми в організації і взаємодії різних систем.
3. Кожна окрема система не буде реагувати на зміни зовнішньої температури, оскільки не має доступу до таких даних.

Погодозалежний регулятор опалення є важливою складовою «розумного будинку», спрямованою на створення комфорту. Завдяки зовнішньому температурному датчику можна встановити взаємозв'язок між зовнішньою та внутрішньою температурою, а потім, використовуючи певну функцію, визначити режим роботи без необхідності втручання людини.

Погодозалежний регулятор опалення буде контролювати нагрівання приміщення, реагуючи на зміни погоди зовні. При похолоданні він рівномірно підвищуватиме температуру, а в спекотний період може зупинити обігрів.

Оскільки погодний регулятор опалення реагує на зовнішню температуру, він може ефективно підтримувати тепло відповідно до програми, що запрограмована, тим самим уникнувши зайвих витрат. Розумне опалення в закладі знизить температуру, коли нагрівання приміщення не є необхідним.

Комплексне управління опаленням в системі «Розумний будинок» це підхід, який враховує комплексність, включає управління опаленням, контроль роботи вентиляційної системи та системи водопостачання. Це дозволяє забезпечити повноцінну підтримку комфортного клімату в приміщеннях, враховуючи вологість повітря та температурні показники у різних приміщеннях.

Управління опаленням за допомогою "розумного будинку" має наступні переваги:

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Клімат у закладі або будь-якому обраному приміщенні точно відповідає відчуттю комфорту, згідно з обраною програмою роботи опалювальних пристроїв.
2. Автоматизований контроль опалювальної системи може значно знизити витрати енергії.
3. Інтелектуальне управління побутовими підсистемами закладу дозволяє дистанційно контролювати їх роботу та уникнути турботи про можливі поломки, оскільки комп'ютер реагує на виявлені несправності.

Однак, недоліком таких технологій залишається їх доступність, оскільки вони вимагають високої вартості обладнання та встановлення системи.

Системи автоматизації розумного будинку можуть бути класифіковані на централізовані і децентралізовані в залежності від того, як вони організують управління та комунікацію між пристроями.

У централізованій системі автоматизації розумного будинку всі пристрої та компоненти пов'язані з центральним контролером або хабом.

Цей контролер або хаб відповідає за управління всією системою, приймання команд від користувача і передачу їх до відповідних пристроїв. Всі дані, команди та налаштування керуються централізованим контролером. Приклади централізованих систем включають Apple HomeKit, Samsung SmartThings та Crestron.

Основна ідея централізованої системи полягає у централізації керування та комунікації. Він відповідає за здійснення комунікації з усіма пристроями і передачу їм відповідних команд. Цей контролер може мати різні функціональні можливості та інтерфейси для взаємодії з користувачем, такі як мобільний додаток або голосовий помічник.

Центральний контролер дозволяє користувачу керувати всіма пристроями з одного місця. Він може встановлювати різні параметри та правила для керування пристроями, такі як графік включення та виключення, налаштування освітлення,

температури, безпеки та інші налаштування. Користувач може змінювати ці налаштування зручним для себе способом, використовуючи інтерфейс контролера.

Однією з переваг централізованих систем є простота установки та користування. Користувачу потрібно налаштувати центральний контролер, підключити до нього інші пристрої в системі і налаштувати їх параметри за допомогою інтерфейсу контролера. Це робить процес автоматизації більш доступним для широкого кола користувачів.

Окрім того, централізована система надає зручність управління, оскільки всі пристрої керуються з одного місця. Користувач може контролювати роботу всіх пристроїв одночасно або окремо, що забезпечує зручність і ефективність використання розумного будинку.

Однак, централізована система має свої недоліки. Наприклад, якщо центральний контролер вийде з ладу або втратить зв'язок, то весь розумний будинок може припинити свою роботу. Крім того, залежність від центрального контролера може призвести до обмежень у гнучкості та автономності системи.

Таким чином, централізовані системи автоматизації розумного будинку надають користувачам зручне та централізоване керування всіма пристроями у будинку. Вони є простими у встановленні та використанні, але мають обмежену гнучкість та можуть бути вразливими до відмови центрального контролера.

Децентралізовані системи автоматизації розумного будинку є іншим підходом до організації та керування пристроями у будинку. Вони пропонують розподілену модель, де кожен пристрій має свою власну незалежну функціональність та може працювати автономно без потреби у центральному контролері.

У децентралізованій системі, кожен пристрій в будинку, такий як освітлення, термостат, датчики безпеки, може мати свою вбудовану логіку та можливість приймати рішення на основі отриманих даних.

Вони здатні взаємодіяти один з одним без необхідності звертатися до центрального контролера. Кожен пристрій може мати свої правила, сценарії та налаштування, що дозволяє їм функціонувати незалежно від інших.

Однією з переваг децентралізованих систем є більша надійність та стійкість до відмов. У випадку, якщо один пристрій вийде з ладу або втратить зв'язок, інші пристрої продовжать працювати нормально. Кожен пристрій може виконувати свої функції незалежно від центрального контролера, що забезпечує більшу надійність системи.

Децентралізовані системи також дають більшу гнучкість та масштабованість.

Користувач може легко додавати нові пристрої до системи без необхідності переналаштовування центрального контролера. Кожен пристрій може бути налаштований окремо, що дозволяє користувачу встановлювати і керувати правилами та сценаріями безпосередньо на пристрої.

Однак, децентралізовані системи можуть бути складнішими у встановленні та налаштуванні порівняно з централізованими системами. Кожен пристрій потребує окремого налаштування та інтеграції з іншими пристроями.

Крім того, може бути важко забезпечити однорідну управління та координацію всіх пристроїв.

У підсумку, децентралізовані системи автоматизації розумного будинку надають більшу незалежність та гнучкість пристроям у будинку. Вони забезпечують більшу надійність, але можуть бути складнішими у встановленні та налаштуванні.

Відкриті та закриті протоколи є двома різними підходами до комунікації та взаємодії між пристроями в системах автоматизації розумного будинку.

Відкриті протоколи є стандартами комунікації, які доступні громадськості та розробникам для використання у системах автоматизації розумного будинку.

Ці протоколи визначають правила, формати даних та методи взаємодії між пристроями, що дозволяє різним виробникам створювати сумісні пристрої.

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однією з переваг відкритих протоколів є їхня спроможність створювати екосистему, де різні пристрої від різних виробників можуть працювати разом.

Наприклад, якщо система автоматизації використовує відкритий протокол Zigbee, є змога вибирати пристрої від різних виробників, які підтримують цей протокол, і інтегрувати їх у цю систему. Це дає більше варіантів і свободи вибору пристроїв, які найкраще відповідають потребам.

Відкриті протоколи також сприяють інтеграції з іншими системами і платформами. Завдяки стандартизованому формату даних та правилам взаємодії, можна легко інтегрувати систему автоматизації розумного будинку з іншими розумними пристроями, хмарними платформами або додатками.

Приклади відкритих протоколів включають Zigbee, Z-Wave, MQTT та Wi-Fi. Кожен з цих протоколів має свої особливості та характеристики, але вони всі надають стандартизовану комунікацію між пристроями.

Наприклад, Zigbee та Z-Wave використовують бездротовий зв'язок на низькій потужності, що дозволяє підключати різні пристрої до центрального контролера. MQTT є протоколом повідомлення, який дозволяє зв'язувати пристрої через мережу Інтернет, а Wi-Fi є бездротовим стандартом, що широко використовується для підключення пристроїв до домашньої мережі.

За використання відкритих протоколів також йде активна спільнота розробників, яка вносить внески в створення та підтримку цих стандартів. Це сприяє розвитку і покращенню протоколів, а також забезпечує актуальність і сумісність з новими технологіями та пристроями.

Отже, використання відкритих протоколів у системах автоматизації розумного будинку дозволяє мати більше варіантів вибору пристроїв, легко інтегрувати їх з іншими системами та користуватись перевагами активної розробницької спільноти.

Закриті протоколи є стандартами комунікації, які не доступні загальній громадськості або розробникам.

Ці протоколи розробляються та володіються конкретними компаніями або виробниками систем автоматизації розумного будинку. Вони мають обмежений доступ та використовуються виключно з пристроями того ж виробника або в середовищі його екосистеми.

Основна перевага закритих протоколів полягає в тому, що вони забезпечують глибоку інтеграцію та оптимальну взаємодію між пристроями того самого виробника.

Виробник може розробити власний протокол, який оптимізований для роботи з його конкретними пристроями і забезпечує найкращі можливості та функціонал. Це може включати покращену швидкість передачі даних, надійність, безпеку та спеціалізовані функції, які підтримуються лише пристроями виробника.

Однак, використання закритих протоколів може мати деякі недоліки. Залежно від виробника, ви обмежені вибором пристроїв, оскільки вони повинні підтримувати конкретний закритий протокол.

Крім того, інтеграція з іншими системами або сторонніми пристроями може бути обмежена або неможлива через відсутність підтримки стандартів інших виробників.

Приклади закритих протоколів включають Apple HomeKit та Samsung SmartThings. Ці протоколи розроблені конкретними виробниками та спрямовані на їхні екосистеми.

Вони надають глибоку інтеграцію та взаємодію між пристроями в межах екосистеми виробника, але можуть бути обмежені у підтримці сторонніх пристроїв.

Отже, закриті протоколи забезпечують глибоку інтеграцію та оптимальну взаємодію з пристроями виробника, проте вони можуть обмежувати вибір пристроїв та інтеграцію з іншими системами, оскільки підтримуються лише в межах конкретної екосистеми.

Вибір між відкритими та закритими протоколами залежить від потреб користувача. Відкриті протоколи надають більшу свободу вибору пристроїв та можливість інтеграції з різними системами.

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закриті протоколи можуть бути більш стабільними та безпечними, але обмежуються вибором пристроїв і залежать від виробника.

1.3 Підходи до вирішення задачі за темою дослідження

Якщо йдеться про навчальні заклади, система "розумного опалення" може бути кращим варіантом. Завдяки можливості змінювати температуру за бажанням, система може пристосовуватись до різних зон приміщення залежно від потреб користувачів.

Крім того, збереження комфортної температури після виключення системи може бути корисним у навчальних закладах, де розклад уроків може бути нерегулярним. Безшумна робота системи також дозволяє уникати відволікання учнів і забезпечує спокійне навчання.

В цілому, централізована система опалення має свої переваги, але її функціональність та графік роботи не задовольняють потреби. Більше того, прилади вже вичерпали свій ресурс і працюють не належним чином.

Зважаючи на ці фактори, система "розумного опалення" на основі електричних приладів може бути кращим вибором навчальних закладів, забезпечуючи комфорт, енергоефективність та гнучкість у керуванні температурою.

На обігрівальні елементи і вузли опалення можна встановити контролери, пов'язані з температурними датчиками всередині приміщення.

Після цього обігрівальних приладів можна буде задати режим роботи (порядок включення і виключення за часом або при досягненні температурою певної величини).

Більш ефективним рішенням є створення системи обігріву приміщення під управлінням єдиного контрольного блоку, якому можна буде задавати загальний режим роботи (з врахуванням особливостей функціонування для кожної групи обігрівальних приладів окремо).

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також елементи розумної системи працюватимуть за використання відкритих протоколів, тому що це дозволяє мати більше варіантів вибору пристроїв, легко інтегрувати їх з іншими системами та користуватись перевагами активної розробницької спільноти.

Як для простий, так і для об'єднаної системи опалення, вдалим рішенням буде визначити температурні зони, задаючи окремі параметри опалення для кожної з них.

Розумний дім, опалення якого налаштоване подібним чином, буде обігрівати сильніше навчальні приміщення, з меншою активністю давати тепло відведених для інших цілей приміщень (туалетів, технічних приміщень, тощо).

1.4 Висновки. Постановка задачі

Впровадження комп'ютерної системи «розумного опалення» приміщень навчального закладу дозволить:

- 1) встановити індивідуальний мікроклімат для кожного приміщення закладу;
- 2) підтримувати постійний температурний режим у спеціальних приміщеннях: технічні приміщення, підвал, тощо;
- 3) контролювати і регулювати температуру в приміщеннях згідно з прописаним сценарієм залежно від часу доби, наявності людей та ін.;
- 4) за рахунок гнучкого налаштування системи обігріву скоротити витрати на 30-35%;
- 5) забезпечити безпечне електричне опалення закладу. Датчики чітко зреагують на аварійну ситуацію, і при збої в роботі будь-якого нагрівального приладу його відключають. В якості опції є можливість зробити це віддалено.

Отже, комп'ютерної системи «розумного опалення» приміщень навчального закладу є актуальною і важливою темою в сучасних реаліях. Система дозволяє забезпечити комфортну роботу у стінах закладів, підвищити ефективність

використання енергоресурсів, зменшити витрати на опалення приміщень закладу, а також дозволяє уникнути серйозних аварійних ситуацій.

Проектування таких систем вимагає комплексного підходу. Існують різні підходи до реалізації таких систем, кожна з яких має свої переваги та недоліки. Вибір конкретної технології залежить від ряду факторів, таких як розмір будівлі, її стан, характеристики опалювальної системи та інших умов.

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2 ВИБІР КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Аналіз доступних апаратних рішень для систем розумного опалення

У цьому підрозділі мета розглянути різні компоненти, які можуть бути використані в системі розумного опалення навчальних закладів. Огляд різних датчиків, центральних контролерів, актуаторів та мереж зв'язку допоможе визначити відповідні компоненти для реалізації системи.

Датчики – це елементи які сприймають вхідний сигнал, тобто вхідну величину, яка контролюється наприклад тиск, температура, струм, напруга та тощо і перетворюють його в величину зручну для передачі, зберігання, використання у системі керування.

Він містить у своїй конструкції чутливий елемент і перетворювальну частину. Головними характеристиками електронних датчиків є їх чутливість і похибка вимірювання.

Датчики руху є важливою складовою систем розумного опалення, оскільки вони дозволяють виявляти присутність людей або рух у приміщенні. Це має велике значення для ефективного управління системою опалення та забезпечення комфорту користувачів.

Датчики руху використовують різні типи хвильового випромінювання, такі як ультразвукові, інфрачервоні або радіохвилі, для виявлення руху. Вони постійно сканують зону покриття на наявність цих хвиль і відреаговують, коли хвилі виявляються. Робота датчика полягає в переключенні контактів в електричній мережі, в якій він встановлений. Типи датчиків наведено на рисунку 2.1.

Інфрачервоні (PIR) датчики виявляють рух шляхом реагування на зміни інфрачервоного випромінювання, що випромінюється живими організмами. Вони дуже популярні та ефективні для виявлення руху в обмеженому просторі.

Ультразвукові датчики використовують високочастотні звукові хвилі для виявлення руху. Вони працюють на принципі відбивання хвиль від об'єктів у

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщенні. Ультразвукові датчики можуть мати широкий зону дії та високу точність.



Рисунок 2.1 – Типи датчиків руху

Мікрохвильові датчики використовують мікрохвильові радіохвилі для виявлення руху. Вони дуже ефективні для виявлення навіть найменших рухів, але можуть бути більш дорогими.

Комбінований датчик включає в себе два або три типи сенсорів, наприклад, інфрачервоний і ультразвукової, даючи сенсору високу точність і чутливість.

При виборі датчика руху варто враховувати його зону покриття - максимальну відстань та кут виявлення руху. Це залежить від розмірів приміщення та вимог системи розумного опалення. Деякі датчики мають можливість регулювання зони покриття.

Також важливим аспектом є чутливість датчика, яка може бути налаштована для виявлення значних рухів або навіть найменших рухів. Деякі датчики мають можливість налаштування тривалості виявленого руху.

Датчики руху можуть мати різні інтерфейси зв'язку, такі як провідний (наприклад, з'єднання з контролером через провід) або бездротовий (наприклад, використання радіочастотного зв'язку). Бездротові датчики руху можуть бути більш зручними для встановлення, особливо вже існуючих приміщень.

Важливо враховувати монтажні можливості та розташування датчиків руху. Вони можуть бути прикріплені до стін, стель, встановлені в світильниках або вбудовані в інші пристрої. Важливо вибрати датчики, які відповідають вимогам приміщення та можуть бути зручно встановлені.

Температурні датчики є важливим елементом системи розумного опалення. Вони дозволяють вимірювати температуру навколишнього середовища. Для цього використовуються різні типи датчиків. Фото датчиків наведено на рисунку 2.2.

Терморезистори мають високу точність та стабільність. Вони широко використовуються в промисловості та наукових дослідженнях. Терморезистори є досить недорогими та простими у використанні. Одним з недоліків терморезисторів є їх низька лінійність та обмежений діапазон вимірювання. Вони потребують зовнішнього стабілізуючого засобу, такого як вимірювальний пристрій або мікросхема підсилення.

Термопары є дуже стійкими, швидкореагуючими і мають широкий діапазон вимірювання. Вони можуть працювати в екстремальних умовах, включаючи високі температури та агресивні середовища. Термопары не потребують додаткового джерела живлення. Головним недоліком термопар є їх невисока точність порівняно з іншими типами датчиків температури. Також важливо враховувати ефекти термопарного перетину та необхідність компенсації.

Інфрачервоні датчики температури використовують теплове випромінювання об'єктів для вимірювання їх температури без прямого контакту.

Вони є безконтактними, швидкореагуючими та дозволяють вимірювати температуру на великій відстані. Інфрачервоні датчики температури можуть бути чутливими до зовнішніх впливів, таких як вітер або пильова субстанція, що може впливати на їх точність. Вони також можуть бути обмежені вимірюванням певного діапазону температур.



Рисунок 2.2 – Різновиди температурних датчиків

Електричні конвектори є одним із видів актуаторів, які використовуються в системі розумного опалення. Вони є популярним вибором для навчальних закладів, офісів та житлових приміщень, оскільки є ефективними, легкими у встановленні та

економічно вигідними. Нижче наведено детальний опис електричних конвекторів, їх переваги та недоліки.

Електричний конвектор - це пристрій, який використовує електричну енергію для нагрівання повітря в приміщенні. Вони зазвичай складаються з металевого корпусу з вбудованим нагрівальним елементом і вентилятором. Коли нагрівальний елемент активується, він нагріває повітря, яке потім виходить з пристрою через вентиляційні отвори. Фото конвекторів наведено на рисунку 2.3.

Електричні конвектори є дуже ефективними, оскільки вони перетворюють майже 100% електричної енергії в тепло. Немає втрат у процесі спалювання палива, як у газових системах опалення.



Рисунок 2.3 – Різновиди конвекторів

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електричні конвектори нагріваються дуже швидко, тому вони забезпечують швидку реакцію на зміни температури. Це дозволяє швидко регулювати опалювання в окремих зонах навчального закладу.

Електричні конвектори не вимагають складних систем трубопроводів або вентиляції, як газові або центральні системи опалення. Вони можуть бути просто встановлені на стіну і підключені до електричної мережі.

Кожен електричний конвектор може мати свій власний термостат, що дозволяє індивідуально керувати температурою в кожній зоні навчального закладу. Це дозволяє економити енергію та забезпечувати комфорт для користувачів.

Електричні конвектори працюють виключно з електричною енергією, тому вони залежать від стабільного живлення електромережі. В разі відключення електрики вони не зможуть працювати.

Хоча кожен електричний конвектор може мати власний термостат, для повної автоматизації системи розумного опалення необхідно додаткове програмне забезпечення або центральний контролер для координування роботи всіх конвекторів.

Центральний контролер є ключовим елементом системи розумного опалення, він відповідає за керування та координацію всіма компонентами системи. Основна функція центрального контролера полягає в отриманні інформації від датчиків та інших пристроїв, аналізі цих даних і прийнятті відповідних рішень щодо роботи опалювальної системи. Центральний контролер може мати різні функції та можливості, в залежності від конкретної реалізації системи розумного опалення.

Центральний контролер отримує дані від датчиків температури, вологості, руху та інших параметрів опалювальної системи. Він обробляє ці дані для аналізу та виявлення патернів, таких як зміна температури або зайнятість приміщень. Це дозволяє контролеру приймати відповідні рішення щодо роботи системи опалення.

Також центральний контролер відповідає за керування режимами опалення відповідно до заданих налаштувань. Він може включати або вимикати опалення, регулювати температуру в приміщеннях, розподіляти тепло по зонам та

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлювати графіки роботи системи опалення. Приклади центральних контролерів наведено на рисунку 2.4.

Центральний контролер може здійснювати комунікацію з іншими пристроями у системі розумного опалення, такими як термостати, датчики руху, смартфони або комп'ютери. Це дозволяє забезпечити взаємодію та синхронізацію між всіма компонентами системи.



Рисунок 2.4 – Різновиди центральних контролерів

Також він може збирати статистику та історичні дані щодо споживання енергії, температурного режиму та ефективності опалення. Ця інформація може бути використана для аналізу, оптимізації роботи системи та підготовки звітів щодо енергоефективності.

Загалом, центральний контролер є ключовим компонентом системи розумного опалення, який забезпечує керування та контроль опалювальною системою, а також забезпечує взаємодію з іншими пристроями та аналітику щодо роботи системи. Вибір певного центрального контролера залежить від потреб системи, функціональних вимог, масштабу та бюджету проекту.

Такі пристрої, як Arduino, Raspberry Pi або ESP32, можуть використовуватися як центральний контролер системи розумного опалення. Вони надають можливість програмування та керування іншими компонентами системи. При виборі центрального контролера слід враховувати потужність, розширюваність, наявність необхідних інтерфейсів та підтримку програмування.

Для систем розумного опалення існують також готові контролери, спеціально розроблені для цих цілей. Вони можуть мати вбудовані модулі комунікації, інтерфейси для підключення датчиків та актуаторів, а також програмне забезпечення для керування системою.

Мережі зв'язку є необхідною складовою частиною систем розумного опалення для передачі і обміну даними між різними компонентами системи. Давайте розглянемо детальніше види мереж зв'язку, їх застосування і принцип роботи.

Провідні мережі зв'язку:

1. Електричні проводи - це найпоширеніший тип провідного зв'язку, який використовує електричні кабелі для передачі сигналів і даних. Вони надійні і забезпечують стабільний передачу даних. Електричні проводи використовуються для підключення різних пристроїв системи опалення, таких як датчики, актуатори, контролери тощо.

2. Ethernet - стандартна мережа зв'язку, що використовується для передачі даних через Ethernet-кабель. Вона широко використовується в офісних середовищах та будівлях, оскільки забезпечує високу швидкість передачі даних і можливість підключення багатьох пристроїв до однієї мережі.

3. Powerline Communication (PLC) - це технологія, що використовує електричну мережу будівлі для передачі даних. Вона дозволяє використовувати існуючу електричну інфраструктуру для зв'язку між пристроями. PLC є зручним варіантом, оскільки не потребує додаткового проформування або встановлення нових кабелів.

Безпроводні мережі зв'язку:

1. Wi-Fi - це безпроводна мережа, що використовує радіохвилі для передачі даних. Wi-Fi дозволяє підключати пристрої до мережі без необхідності провідного з'єднання. Використання Wi-Fi дозволяє гнучко розміщувати пристрої в будь-якому місці приміщення, що забезпечує зручність в управлінні системою розумного опалення.

2. Bluetooth - це безпроводна технологія, яка використовується для короткодіючих з'єднань між пристроями. Bluetooth зазвичай використовується для підключення мобільних пристроїв, таких як смартфони або планшети, до системи розумного опалення для зручного управління і моніторингу.

Інтернет речей (IoT) мережі:

1) Zigbee - це протокол безпроводної мережі, розроблений для малих, низькопотужних пристроїв, що працюють на батареях. Zigbee використовується в системах розумного опалення для зв'язку між датчиками, актуаторами і центральним контролером. Він дозволяє створювати мережі з багатьма вузлами і забезпечує надійну передачу даних.

2) Z-Wave - це інший протокол безпроводної мережі, який використовується в системах розумного опалення. Z-Wave працює на низькій потужності і дозволяє створювати мережі з великою кількістю пристроїв. Він забезпечує надійну комунікацію і можливість дистанційного керування системою.

Провідні мережі зв'язку мають декілька переваг. Вони володіють високою стійкістю до перешкод і втрати сигналу, високою швидкістю передачі даних та відсутністю інтерференції. Однак, провідні мережі обмежують гнучкість і

мобільність системи через необхідність провідного підключення і можуть вимагати додаткового проводування.

Безпроводні мережі зв'язку, такі як Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee і Z-Wave, надають більшу гнучкість і мобільність. Вони дозволяють підключати пристрої безпроводно, що полегшує їх розташування в будь-якому місці приміщення. Безпроводні мережі також мають велику дальність передачі сигналу і можливість безпроводного керування і моніторингу через мобільні пристрої. Проте, вони можуть бути вразливі до перешкод і втрати сигналу, а також споживати більше енергії.

Інтернет речей (IoT) мережі, такі як Zigbee і Z-Wave, використовуються для підключення великої кількості пристроїв до однієї мережі. Вони мають масштабованість і енергоефективність, а також забезпечують безпеку та конфіденційність даних. Проте, їх розгортання та обслуговування можуть бути вартісними, а стандартизація та взаємодія між пристроями можуть становити труднощі.

Пристрої та датчики Zigbee споживають дуже мало енергії, що забезпечує тривалий час роботи від акумулятора

Пристрої, що використовують протокол Zigbee, підключаються до централі у разі зміни стану за 0,2 секунди. Пристроєм Wi-Fi потрібно близько 5 секунд, щоб підключитися до мережі Wi-Fi після зміни статусу. Пристрої ZigBee мають величезну перевагу в автоматизації розумних правил.

Під час аналізу апаратних рішень для систем розумного опалення в навчальних закладах необхідно враховувати вимоги до системи, бюджет, масштабованість, енергоефективність та сумісність компонентів. Описані компоненти є лише загальними прикладами, і вибір конкретних апаратних рішень повинен залежати від потреб та характеристик самої системи розумного опалення для навчальних закладів.

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Проектування архітектури системи

Реалізація системи розумного опалення в навчальних закладах повинна відповідати певним вимогам. Перш за все, система повинна бути енергоефективною, щоб ефективно використовувати енергію та забезпечувати енергозбереження.

Нагрівальні пристрої відповідають за нагрівання приміщень, такі як радіатори, конвектори або системи підігріву підлоги.

Усі ці компоненти співпрацюють разом для забезпечення ефективного та контрольованого опалення в навчальних закладах.

Крім того, важливо забезпечити комфорт користувачів. Система має забезпечувати комфортні умови опалення в усіх приміщеннях навчального закладу. Це означає, що система повинна швидко реагувати на зміни температури та забезпечувати рівномірне та стабільне опалення.

Інтеграція з існуючою інфраструктурою є ще однією важливою вимогою. Система має бути здатною інтегруватися з існуючими системами контролю доступу, мережевою інфраструктурою та системою керування будівлею, якщо вони вже встановлені.

При реалізації системи слід враховувати також простоту установки та обслуговування. Система повинна бути проєктована з урахуванням легкості установки та доступу до компонентів для заміни та обслуговування.

Надійність та безпека є також важливими вимогами. Система повинна бути захищеною від несанкціонованого доступу та забезпечувати безпеку даних користувачів.

Крім того, система може бути масштабованою для відповіді на змінні потреби навчального закладу. Це означає, що систему можна легко розширювати та змінювати в залежності від зростаючих вимог.

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також важливо, щоб система була здатною до віддаленого керування. Адміністратори повинні мати можливість моніторити та керувати системою з будь-якого місця через мобільні пристрої або комп'ютери.

Загалом, реалізація системи розумного опалення в навчальних закладах повинна враховувати ці вимоги для забезпечення ефективності, комфорту та безпеки.

Для розробки системи опалення слід спершу визначити функції які повинна виконувати система «розумного опалення».

Однією з них є вимір і зчитування температури. Центральний пристрій оснащений датчиками температури, які вимірюють температуру в приміщеннях навчального закладу. Він вимірює температуру та передає дані на контролер. Це дозволяє отримати актуальні дані про температуру в кожному приміщенні.

Наступною функцією є зчитування руху. Центральний пристрій також має датчики руху, які сприймають рух у приміщеннях. Вони дозволяють виявити присутність людей або активність у конкретних зонах.

Ця інформація передається до центрального пристрою для подальшого аналізу та прийняття відповідних рішень.

Не менш важливою функцією є уставнока температури. Користувачі можуть встановлювати бажану температуру за допомогою електричного конвектора. Встановлення пристрою в кожному приміщенні надає можливість вибору і регулювання температурного режиму окремо.

Програмне забезпечення виконуватиме роль центрального концентратора контролерів "розумного опалення" і буде мати всі необхідні функції, які очікувані від сучасної платформи автоматизації для управління системою розумного будинку.

Виходячи з цього переліку можна розробити схематичне представлення системи. Вона продемонстрована на рисунку 2.5.

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

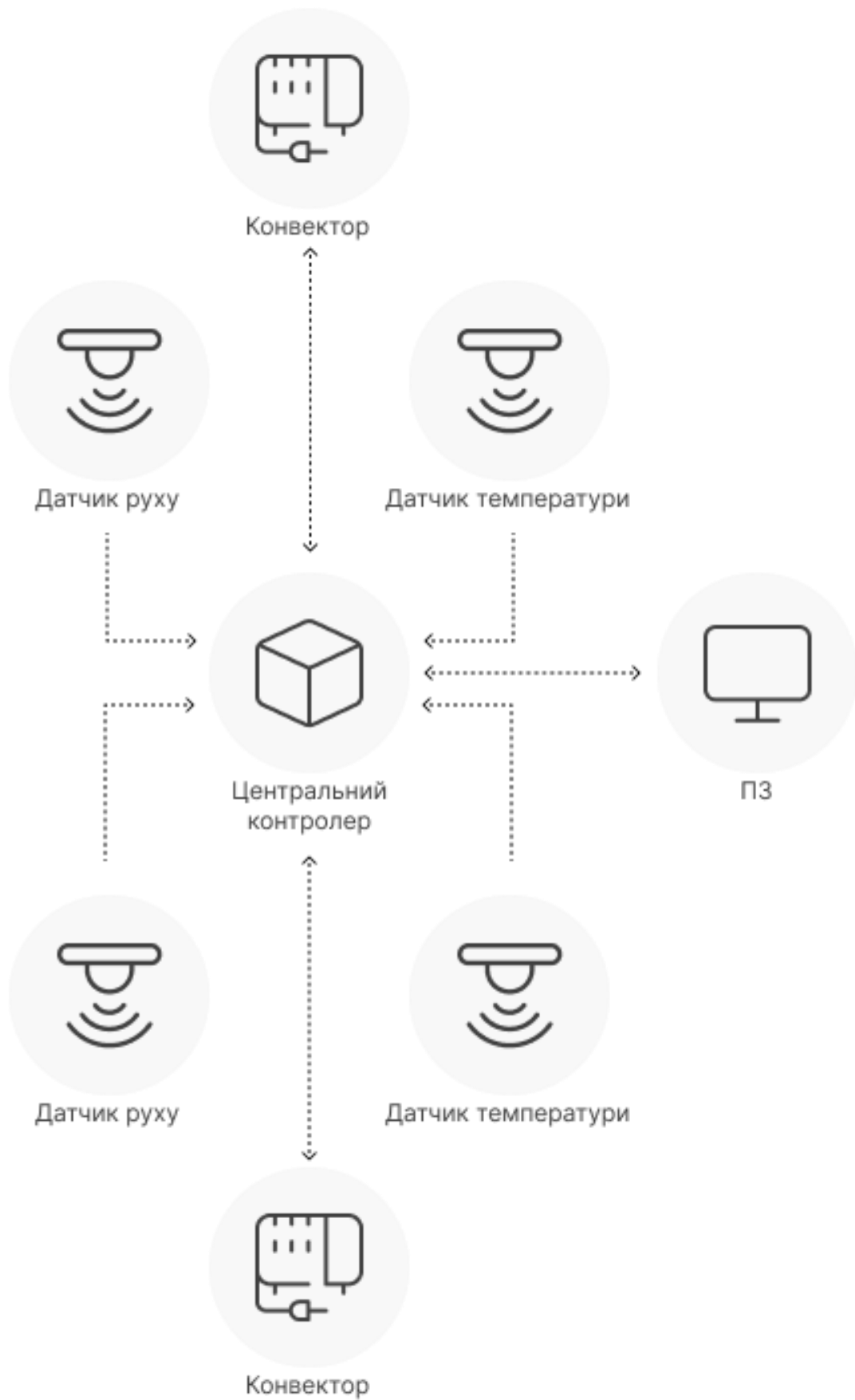


Рисунок 2.5 – Схематичне представлення системи

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Управління та контроль системою "розумного опалення" здійснюється з використанням протоколу ZigBee, який забезпечує надійну передачу даних між компонентами системи.

Для відповідності вимогам щодо функціонування системи, було встановлено можливість підключення керуючого пристрою до локальної мережі кафедри.

Це означає, що вся система працюватиме в бездротовому режимі, а єдиний з'єднаний до джерела живлення керуючий пристрій буде відповідати за взаємодію з усіма компонентами.

Завдяки протоколу ZigBee, система "розумного опалення" здатна передавати дані бездротовим шляхом, що забезпечує зручність та гнучкість у розташуванні компонентів системи.

Керуючий пристрій, підключений до локальної мережі кафедри, буде виконувати роль посередника, забезпечуючи комунікацію між системою опалення та іншими пристроями у мережі.

Цей підхід дозволяє забезпечити зручний доступ до управління системою "розумного опалення" з будь-якого місця в межах локальної мережі кафедри.

Користувачі зможуть встановлювати бажану температуру, контролювати режим роботи пристроїв опалення та отримувати інформацію про стан системи, все це з використанням бездротового з'єднання.

Використання протоколу ZigBee і бездротового способу підключення дозволяє знизити складність встановлення системи "розумного опалення" і забезпечити зручне управління та контроль над нею.

Крім того, цей підхід сприяє економії часу та зусиль при розгортанні системи, оскільки не потребує проведення дротів та кабелів для зв'язку між компонентами.

2.3 Вибір апаратного забезпечення

Для встановлення системи контролю "розумного опалення" необхідно визначити кількість виконуючих пристроїв та датчиків, що будуть використовуватись.

Після проведення аналізу вимог до системи, було обрано певні пристрої, що найкраще відповідають поставленим вимогам.

В загальному система опалення спроектована за допомогою безпроводного управління різними приладами, які працюють по безпроводній мережі зв'язку ZigBee (датчики і хаб) і Wi-Fi (конвектор).

Електричні конвектори відіграють важливу роль в розумній системі опалення навчального закладу. Вони забезпечують комфортну температуру в кожній зоні приміщень навчального закладу, реагуючи на зміни температури та сигнали з центрального контролера.

Кожен конвектор може бути налаштований і керований індивідуально, дозволяючи точно регулювати опалювання в різних зонах. Це забезпечує енергоефективність та комфорт для користувачів.

Для реалізації системи розумного опалення було обрано конвектор Mill 1200W WiFi, що зображений на рисунку 2.6.

Конвектор Mill 1200W WiFi - це електричний обігрівач, який пропонує бездротове підключення до Wi-Fi мережі. Цей конвектор володіє рядом функцій і особливостей, які забезпечують зручне та ефективне опалення приміщень.

Конвектор призначений для опалення приміщень з площею обслуговування до 25 квадратних метрів.

Обігрівач обладнаний датчиком температури, завдяки чому самостійно нагріває кімнату до заданих градусів у налаштуваннях.

Коли бажана температура буде досягнута, нагрівач підтримуватиме її шляхом зниження рівня потужності, що призводить до більш стабільного нагрівання з меншими коливаннями температури.

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обігрівач Mill ефективно використовує потужність 1200 Вт, не витрачаючи зайві гроші та тепло. Економія енергії та засобів до 50% за весь опалювальний сезон.

Конвекційний обігрівач Mill 1200W Wi-Fi не сушить повітря та не спалює кисень у будинку. Це зберігає поточний баланс вологості в кімнаті для комфорту.



Рисунок 2.6 - Конвектор Mill 1200W WiFi

Завдяки монолітному нагрівальному елементу він не створює додаткового шуму при нагріванні і довше зберігає тепло.

Завдяки підключенню до Wi-Fi мережі, конвектор може бути керований віддалено. Це дозволить персоналу навчального закладу контролювати температуру у різних приміщеннях зручним способом.

Наприклад, вони можуть регулювати температуру перед початком занять або програмувати графік опалення відповідно до розкладу навчального закладу.

У ролі центрального контролера було обрано бездротовий контролер Tervix ZigBee Gateway. Бездротовий контролер або шлюз призначений для підтримки 85 пристроїв в системі "розумний будинок". Така продуктивність можлива завдяки технології ZigBee із низьким споживанням електроенергії. Крім того контролер включає WiFi-модуль і PCBA. Зображення пристрою надане на рисунку 2.7.

Контролер запам'ятовує локальні смарт сцени (смарт сцени між пристроями, що додані до цього контролера) та забезпечує їх виконання навіть при відсутності WiFi з'єднання чи інтернету.

Переваги контролера це управління протоколом ZigBee 3.0, бездротове підключення до WiFi роутера 2,4 Гц, радіус стабільної дії 20-25 м, одночасне підключення до 85 пристроїв, керування за допомогою ПЗ, компактні габарити – 6х6 см, індикація статусу підключення, автономне функціонування налаштованої ZigBee мережі - без інтернету та WiFi, запам'ятовує налаштування датчиків та кінцевих пристроїв.



Рисунок 2.7 - Контролер безпроводний Tervix ProLine ZigBee Gateway

Контролер вимагає постійного живлення в мережі 220В, тому в місці його встановлення повинна бути передбачена розетка. Також в місці встановлення

повинен бути стабільний сигнал WiFi, а також інтернет. Рекомендується встановлювати контролер в сухому та чистому місці з мінімальним впливом активних та пасивних перешкод, не ближче, ніж 2 м до роутера.

Спочатку прилад з'єднується з ПЗ, після чого до нього додаються інші ZigBee пристрої для подальшого керування ними, створення смарт сцен, угруповання тощо.

Для визначення температури у приміщенні було обрано датчик ZigBee датчик температури та вологості TuYa с РК дисплеєм. Ця модель була створена після ретельного аналізу відгуків про попередника: компактний пристрій, що працює від однієї батареї протягом 2 років, але позбавлений дисплея. Споживачі відзначали деякі незручності у користуванні таким датчиком. Фото датчика зображено на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 - ZigBee датчик температури та вологості TuYa с РК дисплеєм

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як головна незручність вказували саме на відсутність дисплея. Датчик дуже зручний для контролю за температурою та вологістю в теплицях, льохах, приміщеннях для підрощування птиці та просто житлових приміщеннях. Хотілося, зайшовши до такого приміщення, одразу побачити дані на дисплеї, а не вдаватися до запиту через смартфон.

Наступним недоліком вважали зв'язок через Wi-Fi, який сильно обмежував зону застосування попередників. У датчику температури та вологості ZigBee з РК-дисплеєм зв'язок здійснюється за протоколом ZigBee на відстані до 60 метрів.

Датчик зібраний у білому корпусі із ABS пластику діаметром 63 мм. Крім датчика, комплект поставки входить підставка для установки на горизонтальну поверхню. Передбачений варіант кріплення на стіну за допомогою відрізка двостороннього скотчу.

Режим сполучення дуже простий і детально розписаний в інструкції, яка також входить до комплекту постачання. Виріб використовують у системах «Розумний дім».

Датчик температури та вологості ZigBee з РК-дисплеєм дозволяє автоматизувати управління температурою та вологістю в приміщеннях шляхом підключення/відключення кондиціонерів, конвекторів, зволожувачів.

З метою економії заряду батареї датчик оновлює дані нечасто. Але це лише за стабільних показників. Різкі зміни температури та вологості відображаються миттєво.

Також для реалізації системи розумного опалення було обрано датчик руху. А саме Розумний ZigBee датчик руху Nous E2. Фото датчика зображено на рисунку 2.9.

Розумний датчик Nous Zigbee E2 працює в пасивному інфрачервоному діапазоні PIR. Він дозволяє виявляти рух рухомих людей і великих тварин на відстані до 8 метрів і кутом виявлення 120°.

Коли датчик виявляє рух у своїй зоні покриття, він відправляє відповідний сигнал або повідомлення до центрального контролера системи опалення. Це

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяє системі опалення автоматично реагувати на присутність або відсутність людей і регулювати опалення відповідно.



Рисунок 2.9 - Розумний ZigBee датчик руху Nous E2

Датчик використовує протокол ZigBee для бездротового зв'язку з іншими пристроями в системі розумного опалення. Це забезпечує надійну та ефективну комунікацію між датчиком руху та іншими компонентами системи.

Датчик руху Nous E2 розроблений з урахуванням енергоефективності. Він має низьке споживання енергії, що дозволяє йому працювати тривалий час на батарейках.

Датчик має компактний та естетичний дизайн, що дозволяє легко встановлювати його в різних приміщеннях навчального закладу без привернення зайвої уваги.

2.3 Висновок до розділу

В цьому розділі було проведено аналіз доступних апаратних рішень для систем розумного опалення. Огляд різних датчиків, центральних контролерів, актуаторів та мереж зв'язку допоміг визначити відповідні компоненти для реалізації системи.

Також для проектування архітектури системи було визначено вимоги яким повинна відповідати система розумного опалення. Для розробки системи було визначено функції, які повинна виконувати система «розумного опалення», що в свою чергу дало можливість розробити схематичне представлення системи.

Після проведення аналізу вимог до системи, було обрано певні пристрої, що найкраще відповідають поставленим вимогам, такі як температурні датчики, датчики руху, центральний контролер та конвектор. Кожному пристрою було надано опис і його характеристики.

Отже, в цьому розділі було створено основу для розумної системи опалення навчального закладу. Ця система може ефективно керувати опаленням, враховуючи різні фактори, такі як температура, рух та відсутність людей у приміщенні.

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОЄКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ: АНАЛІЗ ТА ДИЗАЙН

3.1 Опис комп'ютерної системи

Комп'ютерна система - це складова частина інформаційної технології, яка складається з апаратного та програмного забезпечення, що працюють разом для виконання обчислювальних завдань та обробки інформації.

Комп'ютерна система може включати в себе різноманітні пристрої, такі як центральний процесор, пам'ять, диски для зберігання даних, периферійні пристрої (наприклад, монітори, принтери, клавіатури) та мережеві з'єднання.

Апаратна частина комп'ютерної системи включає фізичні компоненти, які виконують обчислювальні операції та забезпечують зберігання та обробку даних.

Програмне забезпечення, у свою чергу, є набором інструкцій та програм, які виконуються на апаратній частині для керування різними операціями, включаючи операційну систему, драйвери пристроїв та програми застосунків.

Комп'ютерні системи можуть бути розроблені для різних цілей, включаючи особисті комп'ютери, сервери, вбудовані системи, мобільні пристрої та багато іншого. Вони є невід'ємною частиною сучасного світу, використовуються в багатьох сферах життя, включаючи бізнес, науку, освіту, медицину, розваги та інші.

Комп'ютерна система розумного опалення навчальних закладів - це інтегрована система, яка поєднує комп'ютерну технологію з системою опалення, щоб забезпечити ефективне та енергоефективне опалення приміщень навчального закладу, таких як школи або університети. Ця система використовує розумні алгоритми для автоматизації та керування процесом опалення.

Переваги комп'ютерної системи розумного опалення навчальних закладів включають енергоефективність, зменшення витрат на опалення, оптимальне розподілення тепла, зручне керування та моніторинг, а також підвищення комфорту для вчителів та учнів. Вона також може бути інтегрована з іншими

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 41
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

системами управління будівлею, що дозволяє забезпечити більшій ефективності та автоматизації всього навчального закладу.

Програмне забезпечення виконує роль центрального концентратора контролерів "розумного опалення" і буде мати всі необхідні функції, які очікувані від сучасної платформи автоматизації для управління системою розумного будинку.

Воно надає можливості для створення правил і сценаріїв автоматизації на основі часу та умов подій, надає можливість перегляду даних з датчиків, а також додавання нових.

Також у ПЗ передбачено можливість об'єднання пристроїв у групи (наприклад аудиторії в яких ці пристрої працюють), для зручнішого моніторингу та використання сценаріїв всередин них.

3.2 Вибір програмних засобів

Сьогодні дизайн UX/UI є невід'ємною частиною процесу розробки програми. Такі інструменти, як Figma не тільки полегшує роботу, але й допомагає постійно надавати найкращі продукти користувачам.

Сьогодні в нашому розпорядженні є море доступних інструментів, щоб зробити UI/UX дизайни. Однак кількість не означає якість, і лише кілька фреймворків достатньо надійні, щоб стати основними інструментами та заслужити довіру та відданість дизайнерів. Одним із таких інструментів є Figma.

Figma — це інструмент для спільного проектування інтерфейсу користувача на основі браузера, який дозволяє користувачам працювати разом для створення яскравих та інтерактивних прототипів.

З моменту випуску в 2016 році Figma стала популярним інструментом як в індустрії веб-дизайну, так і в онлайн-спільнотах. Користувачі можуть співпрацювати та ділитися шаблонами, дизайнами та віджетами з мільйонами користувачів по всьому світу.

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заснована Діланом Філдом та Еваном Уоллесом у 2012 році в Сан-Франциско та випущена в 2016 році, Figma є спільною веб-програмою з орієнтованими на дизайн функціями, яка пропонує широкий спектр інструментів для створення прототипів і редагування, які використовуються для взаємодії з користувачем і дизайну інтерфейсу користувача.

Крім того, Figma також можна використовувати для широкого спектру інших робіт, пов'язаних із графічним дизайном, таких як розміщення публікацій у соціальних мережах і створення каркасів, що робить її ідеальним інструментом для будь-якої дизайнерської діяльності.

Зважаючи на це, одним із найбільш революційних елементів Figma та тим, що відрізняє її від інших інструментів розробки UX/UI, є той факт, що вона працює прямо з браузера. Також є змога отримати доступ до всіх функцій і проектів Figma з будь-якого комп'ютера чи браузера. Завдяки цьому можна швидко працювати з будь-якого місця та будь-коли, не купуючи дорогі ліцензії та не завантажуючи та встановлюючи програмне забезпечення.

Figma дозволяє користувачам співпрацювати в режимі реального часу для створення та створення прототипів інтерфейсів користувача та веб-додатків.

Крім того, оскільки Figma базується на хмарі, будь-яка робота, яка виконується, автоматично зберігається, і нею можна легко поділитися з іншими дизайнерами, просто надіславши їм посилання для доступу до проекту. Але якщо немає підключення до мережі, прогрес зберігається як чернетка й автоматично зберігається, коли отримується доступ до Інтернету.

В результаті, Figma допомагає спростити контроль версій і забезпечує командну роботу та співпрацю над проектом у найбільш можливий безперешкодний спосіб.

Використовуючи інструменти векторної графіки, команди дизайнерів можуть створювати складні каркасні макети для веб-сайтів, розмір яких можна змінювати для оптимізації для екранів будь-якого розміру.

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, користувачі можуть додавати до своїх дизайнів такі інтерактивні елементи, як функції прокручування та наведення вказівника, що дозволяє переконатися, як веб-сторінки виглядають і що мають сучасні дизайни. Це дозволяє користувачам створювати робочі прототипи своїх веб-сторінок, які можна легко протестувати, дозволяючи дизайнерам швидко отримувати відгуки.

Figma навіть дозволяє користувачам експортувати деяку кількість коду з проектів прототипу, щоб передати його розробникам після вдосконалення прототипу.

Крім того, оскільки Figma є таким потужним інструментом для співпраці, існує величезна спільнота дизайнерів і розробників, які постійно створюють нові плагіни, шаблони та віджети для загального використання.

Через веб-сайт Figma та інші форуми користувачі можуть ділитися новими дизайнами, надавати відгуки про шаблони та покращувати функціональність інтерактивних елементів інтерфейсу.

Щодня розробляється все більше нових ресурсів Figma. Ресурси, які розробляються, можуть допомогти користувачам змінювати та перепрофілювати існуючі ресурси, щоб вони краще відповідали своїм потребам.

Завдяки спільноті Figma користувачі можуть не просто співпрацювати зі своєю командою над веб-дизайном, вони можуть співпрацювати з усією спільнотою дизайнерів і розробників Figma над їхнім веб-дизайном.

Figma також має програму, сумісну з Windows та iOS. Її можна завантажити на персональний комп'ютер або смартфон, і використовувати якщо немає підключення до мережі. Однак, якщо дотримуватися версії для браузера, все одно є доступ до всіх тих самих функцій і працювати можна над проектом так само, як і в додатку.

Figma дозволяє створювати бібліотеки повторно використовуваних компонентів, до яких має доступ вся команда. Компоненти дозволяють дизайнерам швидко розпочати роботу з будь-якою наявною системою дизайну, а коли

компонент оновлюється в центральній бібліотеці, ці зміни застосовуються для всіх користувачів.

Для створення прототипів є можливість створювати з'єднання та гарячі точки на дизайні, щоб імітувати, як користувач буде проходити через цей інтерфейс. Для фази кодування Figma може генерувати код SVG, CSS, а також код для iOS і Android.

Загалом, Figma є потужним інструментом для дизайну і прототипування інтерфейсів користувача, який спрощує спільну роботу команди, забезпечує продуктивність та прискорює процес розробки. Його функціональні можливості, спрямовані на співпрацю та ефективність, роблять його популярним вибором серед дизайнерів та розробників.

3.3 Проведення розробки дизайну системи

Спершу було поставлено цілі і задачі які повині бути виконані у дизайн проекті, а саме:

1. Створити інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який дозволяє користувачам легко налаштовувати параметри опалення. Для цього використовувати іконки, піктограми та чіткі мітки для полегшення навігації та розуміння функцій системи.
2. Розробити компактний та привабливий зовнішній вигляд для контролерів та інтерфейсів системи. Забезпечити простоту використання та зручність управління, щоб користувачі могли легко налаштувати температуру та режими опалення.
3. Надати візуальне представлення даних про споживання енергії та температурні параметри. Графіки, діаграми та індикатори можуть допомогти користувачам зрозуміти, як ефективно вони використовують енергію та як можна зменшити витрати.

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Персоналізовані налаштування та сценарії. Надати можливість користувачам налаштовувати температуру та режими опалення відповідно до своїх особистих вподобань і розкладу.

Надалі під час брейншторму було визначено основні сторінки ПЗ для системи розумного опалення та їх зміст (рисунок 3.1).

Основні сторінки включають:

1. Головна. Ця сторінка надасть користувачу інформацію про погодні умови, на ній також відобразатимуться пристрої та сценарії, які поділені на групи (аудиторії).
2. Статистика. Ця сторінка надасть користувачам детальну інформацію про споживання енергії за різні періоди часу. Графіки, діаграми та інші візуалізації допоможуть користувачам зрозуміти ефективність системи опалення.
3. Пристрої. Ця сторінка буде відображати усі пристрої які додані. Також буде можливість перегляду по групах. На цій сторінці можна буде додати новий пристрій.
4. Додавання пристрою. Ця сторінка дозволить користувачам додавати нові пристрої. Відобразатиметься перелік пристроїв поділених на категорії, також буде реалізовано пошук за назвою.
5. Сценарії. Ця сторінка буде відображати усі пристрої які додані. Також буде можливість перегляду по групах. З цієї сторінки буде реалізовано додавання нового сценарію.
6. Додавання сценарію. Ця сторінка буде відображати процес створення сценарію. Буде реалізовано вибір сценарію з категорій, також відобразатиметься умови сценаріїв «якщо» - «тоді». Користувачу буде доступно додавання декількох умов «якщо» і «тоді».

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основна мета цієї сторінки - забезпечити простоту, швидкість та безпроблемну інтеграцію нових пристроїв. Вигляд сторінки зображено на рисунку 3.6.

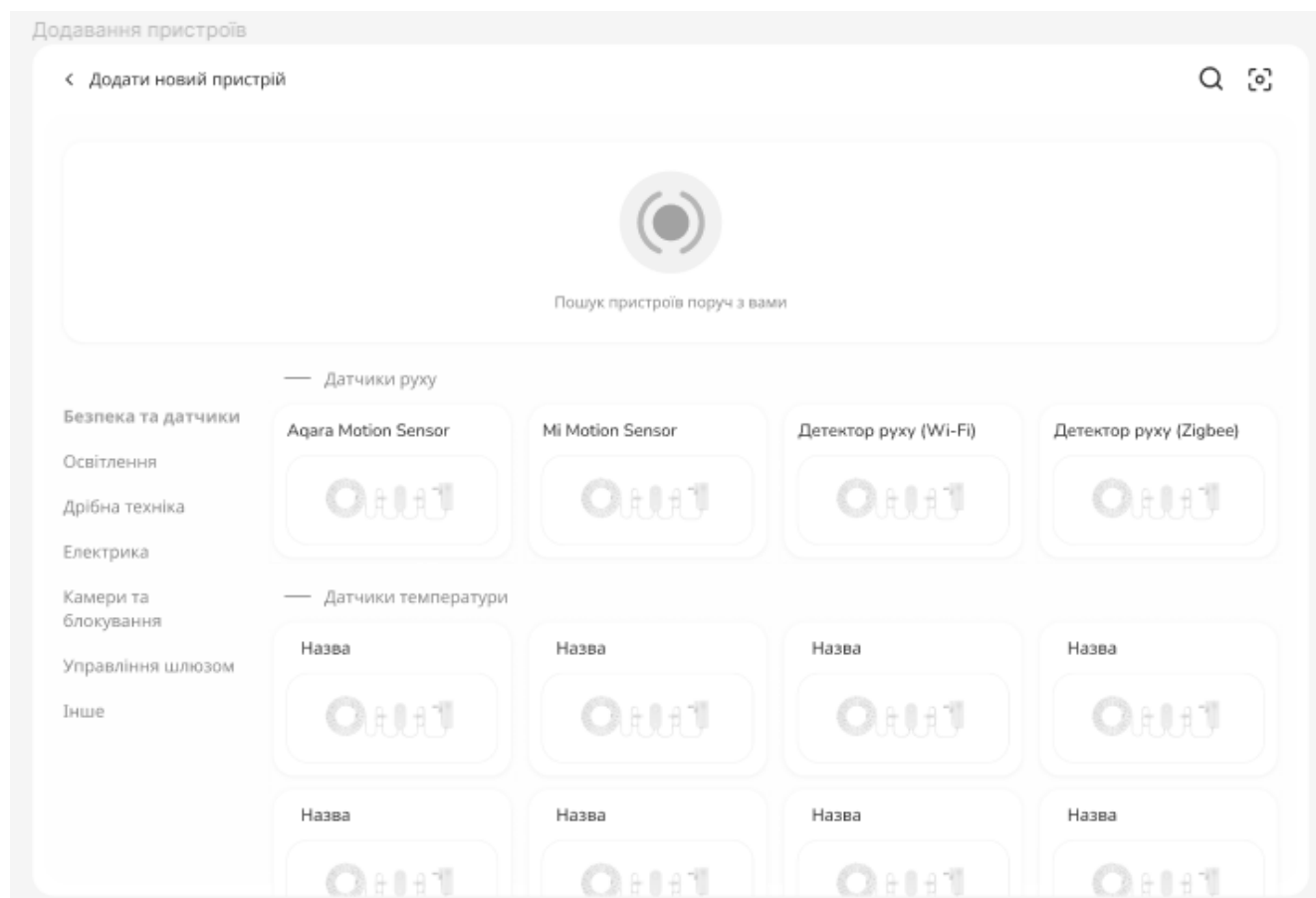


Рисунок 3.6 – Вигляд сторінки додавання пристроїв

В додатку представлені 7 основних категорій приладів:

1. Безпека та датчики. Тут можливо додавати різні датчики, детектори та сигналізацію.
2. Освітлення. Для керування джерелами освітлення, стельовими вентиляторами, гірляндами.
3. Дрібна побутова техніка. Для керування вентиляторами, конвекторами, годинниками та іншою малою технікою.
4. Електрика. Для додавання розеток, подовжувачів, вимикачів, перемикачів та інших приладів.

5. Камери та блокування. В цій категорії можливо налаштувати керування сейфом, сигналізацією різних датчиків та інших приладів для охорони приміщення.
6. Керування шлюзом. Категорія для додавання шлюзів та маршрутизаторів.
7. Та інші прилади.

Сторінка "Сценарії" є важливим компонентом системи розумного опалення, де користувач може переглядати створені сценарії та створювати нові для керування опалювальною системою.

Ця сторінка надає зручність і гнучкість в управлінні опаленням шляхом програмування різних сценаріїв, що відповідають потребам користувача. Вигляд сторінки зображено на рисунку 3.7.

Також у додатку реалізовано можливість створення сценаріїв, що набагато спощує використання функцій розумного опалення. Для прикладу наведено додавання сценарію «Розклад».

Спершу для цього потрібно вибрати розділ створення сценаріїв. Далі з запропонованого списку обрати тип сценарію (миттєвий сценарій, розклад, за зміни погодних умов, за зміни стану пристрою). Інтерфейс вікон створення сценаріїв зображено на рисунку 3.8.

Після обрання смарт-сценарію «розклад», налаштовуємо час сценарію і його періодичність. Наприклад у аудиторії 1-101 в понеділок, середу та п'ятницю є заняття на 8 годину ранку. Тоді можна налаштувати час на 7:40, щоб підвищити температуру в приміщенні завчасно.

Врешті можна побачити умову якщо, тоді. Тобто якщо виконується умова, що сьогодні понеділок і 7 година 40 хв, тоді відбуватиметься доданий сценарій.

Також є можливість додавання декількох умов і налаштування виконання за будь-якої з умов чи за виконання усіх умов.

Наприклад можна додати умову, що датчик руху фіксує присутність людей у приміщенні. Тоді за виконання обох умов виконувати дію «тоді».

3.4 Висновки

В третьому розділі роботи була описана комп'ютерна система розумного опалення, спеціально розроблена для навчальних закладів.

Далі було проведено обґрунтування вибору програмного забезпечення для розробки дизайну системи. Були розглянуто середовище для розробки дизайну, аргументовано його вибір.

Наступним кроком було продемонстровано вигляд додатку системи розумного опалення. На основі попередньо визначених вимог та дизайну було наведено детальний опис сторінок, які входять до складу системи. Кожна сторінка була розглянута окремо, описано її функціональність та призначення, що дозволяє користувачам зручно взаємодіяти з системою.

Наприклад, була описана сторінка статистики, на якій користувач може переглядати дані про ефективність опалювання, температурні показники тощо. Також була описана сторінка пристроїв, де користувач може переглядати всі підключені пристрої та додавати нові. Крім того, була описана сторінка сценаріїв, де користувач може створювати та керувати автоматизованими сценаріями для опалювання.

Окрім опису сторінок, був наведений приклад використання сценаріїв для керування розумним опаленням. Було показано, як користувач може налаштувати автоматичні сценарії залежно від певних умов або за заданим розкладом.

У цілому, розділ надав детальну інформацію про систему розумного опалення, її дизайн та функціональність, що дозволяє зручно та ефективно керувати опалюванням в навчальних закладах.

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи була розглянута комп'ютерна система розумного опалення для навчальних закладів. Було проведено аналіз предметної області, виявлено проблеми та завдання, пов'язані з опаленням приміщень навчальних закладів.

Також було проведено порівняльний аналіз існуючих рішень, виявлено їх переваги та недоліки.

В роботі було розглянуто важливість використання розумних систем опалення в навчальних закладах, зокрема їх можливість забезпечувати комфортну температуру, енергоефективність та зниження витрат на опалення. Були проаналізовані різні методи та технології для реалізації такої системи, включаючи використання датчиків температури, програмованого керування та зв'язку з комп'ютерною мережею.

У роботі були проаналізовані доступні апаратні рішення для систем розумного опалення, а також сформульовані вимоги до реалізації системи розумного опалення. Була розроблена структурна схема системи, в якій були визначені основні компоненти та їх взаємозв'язки. Також було обрано відповідне апаратне забезпечення для реалізації системи.

На етапі проектування системи було описано комп'ютерну систему, її роль та призначення. Було розглянуто середовище для розробки дизайну, аргументовано його вибір.

В роботі продемонстровано вигляд додатку системи розумного опалення. Кожна сторінка розглянута окремо, описано її функціональність та призначення, що дозволяє користувачам зручно взаємодіяти з системою. Було показано, як користувач може налаштувати автоматичні сценарії залежно від певних умов або за заданим розкладом.

У висновку дипломної роботи було підкреслено, що комп'ютерна система розумного опалення є ефективним інструментом для забезпечення комфортних

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умов опалення в навчальних закладах. Вона дозволяє знижувати витрати на енергію, забезпечувати оптимальну температуру в приміщеннях і забезпечує зручний інтерфейс для користувачів.

Однак, важливо враховувати вимоги та потреби конкретного навчального закладу під час проектування та впровадження системи розумного опалення. Також слід забезпечити надійність та безпеку системи, а також розглянути можливість подальшого розширення та інтеграції з іншими системами автоматизації навчального закладу.

Усі ці аспекти розглянуті в дипломній роботі дають змогу зрозуміти важливість та переваги комп'ютерної системи розумного опалення для навчальних закладів та надають підґрунтя для подальших досліджень та впровадження таких систем.

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/osnovne-pro-opalennya-u-zakladah-vishoyi-osviti-ta-yihni-mozhливosti-planuvati-navchannya-tak-abi-pozaauditorna-robota-pripadala-na-zimovij-period> (дата звернення: 12.04.2023).

2. Центр аналітично-методичного та матеріально-технічного забезпечення розвитку освітніх закладів області. Енергоефективність: як розумно споживати електроенергію в закладі освіти? URL: <https://cutt.ly/I8U9Xu7> (дата звернення: 12.04.2023).

3. Розумне опалення будинку - способи організації роботи системи. URL: <http://stroyka-gid.com.ua/roboty-po-domys/3274-rozumne-opalena-bydynky.html> (дата звернення: 12.04.2023).

4. Автоматизація опалення із системою «Розумний дім». URL: <https://smarttech.com.ua/ru/avtomatizacziya-opalennya-iz-sistemoyu-rozumnij-dim/> (дата звернення: 12.04.2023).

5. Розумний будинок: опалення. URL: <https://unidim.com.ua/ua/blog/umnyy-dom-otoplenie> (дата звернення: 12.04.2023).

6. Розумне опалення Вашого будинку. URL: <https://gre4ka.info/zhyttia/66658-rozumne-opalennia-vashoho-budynku> (дата звернення: 12.04.2023).

7. Смоляр В. Г. [та ін.]. Способи розпізнавання та рекомендації щодо локалізації електромагнітних завод в системі «розумний дім». *Новітні інформ. системи та технології*. Полтава: ПНТУ. 2017. № 8. С. 8. URL: <https://u.to/HnJMGw>

8. Гаваньо Б. І. Проблеми конфіденційності та безпеки в кіберфізичних системах інтелектуальних будинків. *Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка». Комп'ютер. системи та мережі*. 2018. № 905. С. 49-55. URL: <https://u.to/eXFMGw>

9. Білова А. О., Онищенко В. В. Методи забезпечення безпеки розумного будинку. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2019. № 2. С. 134-141.

					КвРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Базилевич В. М., Мальцева М. В., Петренко Т. А. Захищена система розумного будинку з використанням Internet of Things. *Техн. науки та технології*. 2020. № 2 (20). С. 218-228.

11. Атоян А. С., Голубєв Л. П., Атоян А. С. Дослідження вразливостей автоматизованих систем «Розумний будинок». *Вісн. Київ. нац. ун-ту технологій та дизайну. Серія: Техн. науки*. 2015. № 3. С. 57-60. URL: <https://u.to/InFMGw>

12. Юрчак І. Ю. Вишинський П. С. Застосування алгоритмів нечіткої логіки в системах розумного будинку. *Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка». Комп'ютерні системи та мережі*. 2018. № 905. С. 142-148. URL: <https://u.to/VPtLGw>

13. Чижевська М. А. Параметри інформаційної системи «Розумний будинок». *Наук. зап. УкрНДІ зв'язку*. 2019. № 4. С. 61-67.

14. Хлапонін Ю., Сєлюков О. Застосування смарт-технологій в будівництві. *Transfer of Innovative Technologies*. 2020. Т. 3, № 1. С. 121-123.

15. Тєслюк В. М., Казарян А. Г. Вибір оптимального типу штучної нейронної мережі для автоматизованих систем «розумного» будинку. *Наук. вісн. НЛТУ України*. 2020. Т. 30, № 5. С. 90-93. URL: <https://u.to/XXVMGw>

16. Срібна І. М., Александров А. Ю. Інтерактивна автоматична система «Розумний будинок». *Зв'язок*. 2019. № 3. С. 55-58. URL: <https://u.to/-hlHGw>

17. Монастирський Л. С. [та ін.]. Обробка даних системи цифрових сенсорів температури з метою оптимізації енерговитрат «розумного» будинку. *Сенсор. електроніка і мікросистем. технології*. 2018. Т. 15, № 3. С. 74-81.

18. Тєслюк В. М. [та ін.]. Метод проектування систем «розумного» будинку з використанням архітектурного шаблону Redux. *Наук. вісн. НЛТУ України*. 2019. Вип. 29.7. С. 146-150. URL: <https://u.to/fhdHGw>

19. Дуднік А. С. Застосування датчиків вимірювання механічних величин в комп'ютерній мережі «Розумний дім». *Метрологія та прилади*. 2017. Вип. 5. С. 106-110.

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Бойко А. М., Дроменко В. Б. Моделювання автоматизованої системи оперативного управління параметрами «розумного будинку» в середовищі PROTEUS. *Технології та дизайн*. 2020. № 2. URL: <https://u.to/2vdLGw>

21. Deschamps-Sonsino A. Smarter Homes. *Apress Berkeley*. CA. 2018. С. 168.

22. Злотенко Б. М., Стаценко Д.В. Комп'ютерна енергоефективна система керування опаленням та гарячим водопостачанням будівель. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*. 2019. № 4. С. 34-41.

23. Полив'янчук А. П. [та ін.]. Комплексне оцінювання економічної та еколого-енергетичної ефективності використання технологій «розумний будинок» в системах опалення закладів освіти. *Комун. госп-во міст. Серія: Екон. науки*. 2019. Вип. 2. С. 53- 57. URL: <https://u.to/aHdGGw>

24. Федоров Д. Збільшення комфорту життя за допомогою інтелектуальних машин «Безпечний будинок». *Наук. зап. Малої акад. наук України. Серія: Пед. науки*. 2018. Вип. 12. С. 179- 185. URL: <https://u.to/CPZGGw>

25. Слюсарь І. І. [та ін.]. Огляд джерел електромагнітних завад та методів їх локалізації в системі «Розумний будинок». *Проблеми інфокомунікацій* : матеріали І всеукр. наук.-техн. конф., м. Полтава, 14-15 листоп. 2017 р. Полтав. нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка [та ін.]. Полтава, 2017. С. 30-31.

26. Палян Г. В. Реалізація сервісних і охоронних функцій у сучасному цифровому будинку. 2020. С. 89. URL: <https://u.to/ZXRGGw>

27. Бобровнікова К. Ю., Товстуха Е. В. Методи забезпечення енергоефективності та енергозбереження в системі розумного будинку. *Комп'ютер. системи та інформ. технології*. 2020. № 1. С. 54-59. URL: <https://u.to/RTBNGw>

28. Полив'янчук А. П., Романенко С. В., Семененко Р. А., Семененко Л. В., Жидкова І. Є. Підвищення раціональності використання теплової енергії системами опалення будівель впровадженням в них технології «розумний будинок».

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

29. Полив`янчук А.П., Каслін О.І., Скурідіна О.О., Кулік А.С., Щербак О.М. *Збірник наукових праць XVII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки»*. Кременчук. 2019. С. 68–73.

30. Шерстюк Д. М. Обґрунтування структури та параметрів комп'ютерної системи «розумного опалення» приміщень навчального закладу. 2020.

31. Стаценко Д. В. Керування мікрокліматом у приміщеннях з системою "Розумний будинок". 2022.

32. Дідківський О.О. Підвищення енергоефективності приміщень цивільних будівель шляхом розробки інтелектуальної системи керування «розумний будинок». 2021.

33. Денисюк, О. П., Федірко М. М. Апаратне забезпечення погодного управління систем централізованого опалення. 2019.

34. Макеєв С., Вировець С. Сучасна апаратура та обладнання систем «розумний будинок». *Вісник НТУ «ХП»*. Серія: Проблеми удосконалювання електричних машин і апаратів. Теорія і практика. 2020. № 2. С. 16-20.

35. Глибовець А.М., Моголівський В.О. Аналіз програмних систем підтримки розумного будинку. *Control systems and computers*. 2019. № 3. С. 30-37

36. Цмоць І.Г., Карпинець Р.М., Сидоренко Р.В. Структури та алгоритми роботи підсистем управління мікрокліматом і освітленням розумного будинку. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28, № 1. С. 108-111.

37. Чижевська М.А. Параметри інформаційної системи «розумний будинок». *Наукові записки УНДІЗ*. 2019. № 4(56). С. 61-67.

38. Безрук В.М., Базалій М.В. Порівняльний аналіз технологій бездротового доступу мережі управління розумним будинком. 2019.

39. Залогіна А. С., Варич Г. С. Розумний будинок-житло майбутнього. 2020.

40. Купіна О. А., Лорія М. Г., Целіщев О. Б. Порівняльний аналіз існуючих методів підвищення показників енергозабезпечення будівель. *Вісник Східноукраїнського Національного Університету імені Володимира Даля*. № 1. С. 49-54.

					КВРКІ.190139.19.01.23 ПЗ	Арк. 62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

41. Галичак Н. Система «розумний будинок» як спосіб енергозбереження. *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції „Формування механізму зміцнення конкурентних позицій національних економічних систем у глобальному, регіональному та локальному вимірах “*. 2020. С. 113-115.

42. Клопотюк М. М., Дуда С. П. Розробка автоматизованої системи керування «Розумний дім». *Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*. 2018. С. 78.

43. «Розумний будинок»: примха багатих чи необхідність для якісного життя? URL: <http://stb.sumy.ua/neruhojist/rozumnij-budinok-primxa-bagatix-chi-neobxidnist-dlyayakisnogo-zhittya.html> (дата звернення: 01.05.2023).

44. Волосова, Т. А. Технологія «Розумний дім»: майбутнє вже поруч. 2017.

45. Алексов С. В., Дідик, А. В. Перспективи впровадження системи «розумний дім» у заклади освіти. *Трансформаційна економіка*. № 2(02). 2023. С. 5-9.

46. Auffenberg F., Snow S., Stein S., Rogers A. A comfort-based approach to smart heating and air conditioning. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*. 2017. № 9(3). С. 1-20.

47. Stojkoska B. L. R., Trivodaliev K. V. A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions. *Journal of cleaner production*. 2017. № 140. С. 1454-1464.

48. Gram-Hanssen K., Darby S. J. “Home is where the smart is”? Evaluating smart home research and approaches against the concept of home. *Energy Research & Social Science*. 2018. №37. С. 94-101.

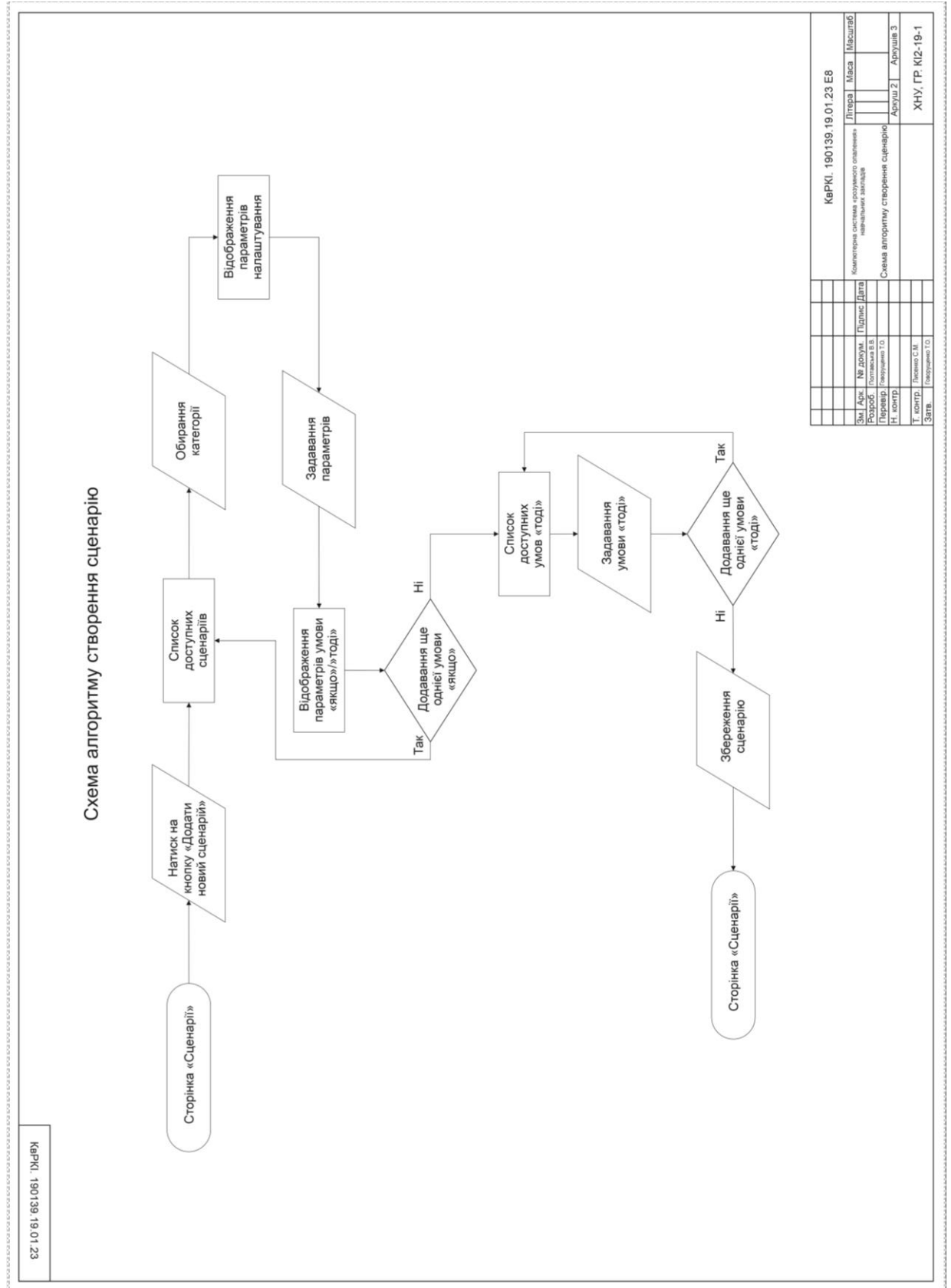
49. Wilson C., Hargreaves T., Hauxwell-Baldwin R. Benefits and risks of smart home technologies. *Energy Policy*. 2017. №103. С. 72-83.

50. Sovacool B. K., Del Rio D. D. F. Smart home technologies in Europe: A critical review of concepts, benefits, risks and policies. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2020. №120. С. 1-22.

51. Obaid A. J. Assessment of Smart Home Assistants as an IoT. *International Journal of Computations, Information and Manufacturing (IJCIM)*. 2021. № 1(1).
52. Nicholls L., Strengers Y., Sadowski J. Social impacts and control in the smart home. *Nature Energy*. 2020. № 5(3). С. 180-182.
53. Nikou S. Factors driving the adoption of smart home technology: An empirical assessment. *Telematics and Informatics*. 2019. № 45.
54. Mulcahy R., Letheren K., McAndrew R., Glavas C., Russell-Bennett R. Are households ready to engage with smart home technology?. *Journal of Marketing Management*. 2019. № 35(15-16). С. 1370-1400.
55. Sorknæs P., Lund H., Skov I. R., Djørup S., Skytte K., Morthorst P. E., Fausto F. Smart Energy Markets-Future electricity, gas and heating markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2020. №119.
56. Злотенко Б. М., Стаценко Д.В. Комп'ютерна енергоефективна система керування опаленням та гарячим водопостачанням будівель. Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. 2019. № 4. С. 34-41.
57. Маслов М. «Розумний будинок»: бібліографічний покажчик. *Від. наук. інформації та бібліографії. КЗ «ЗОУНБ» ЗОР*. 2021. 76 с. URL: <https://zounb.zp.ua/wp-content/uploads/2021/07/Rozumnij-budinok-pokazhchik-6.04.21-s-oblozhkoj.pdf> (дата звернення: 10.05.2023).

Додаток Б (обов'язковий)

Копія креслення «Схема алгоритму створення сценарію»

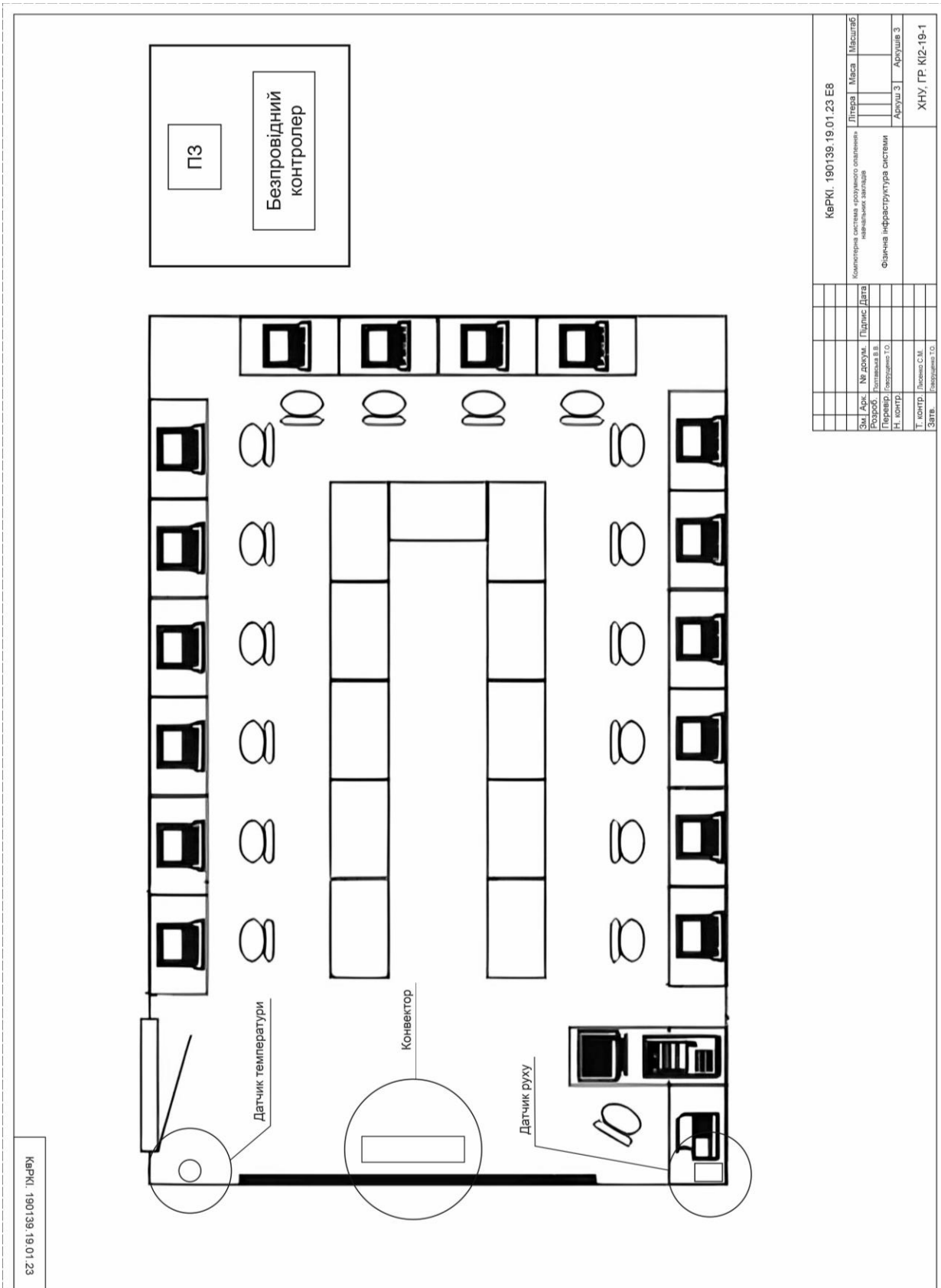


КерКІ. 190139.19.01.23

КерКІ. 190139.19.01.23.Е8		Літера	Маса	Масштаб
Комп'ютерна система зрозумілого описання навчальних завдань				
Дат.	Кри.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Проєктант	Перевір.	Проєктував	Г.О.
Н. вистр.				
Т. контр.	Ліценз. С.М.			
Затв.	Проєктував	Г.О.		
Схема алгоритму створення сценарію		Аркуш 2	Аркуш 3	
ХНУ, ГР. КІ2-19-1				

Додаток В (обов'язковий)

Копія креслення «Схема фізичної інфраструктури системи»



КАРКІ. 190139.19.01.23

КАРКІ. 190139.19.01.23 ЕБ		Пітера	Маса	Місцеліт
Комп'ютерна мережа, система опалення, вентиляційний захист				
Фізична інфраструктура системи				
		Аруш 3	Аруш 3	Аруш 3
		ХНУ, ГР КІ2-19-1		
Зм. Арк.	№ доум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Попович В.В.			
Перевір.	Козарченко Т.О.			
Н. контр.				
Т. контр.	Дікуненко С.М.			
Затв.	Козарченко Т.О.			

Ім'я користувача:
Кафедра КІ

Дата перевірки:
24.06.2023 19:49:26 EEST

Дата звіту:
24.06.2023 19:51:02 EEST

ID перевірки:
1015687559

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005591

Назва документа: Полтавська_Комп'ютерна система «розумного опалення» приміщень навчального закладу

Кількість сторінок: 63 Кількість слів: 11064 Кількість символів: 85169 Розмір файлу: 1.46 MB ID файлу: 1015331559

3.17% Схожість

Найбільша схожість: 0.81% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1011224357)

2.81% Джерела з Інтернету

57

Сторінка 65

1.26% Джерела з Бібліотеки

81

Сторінка 65

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Посилання

1

Сторінка 65

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

9

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 7%

ID: 118012 Назва: БКР Комп'ютерна система «розумного опалення» приміщень навчального закладу Додано в БД: 2023-06-24 Автора: В.В. Полтавська Керівники: Т.О. Говорушенко Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	77635	682	2142 (3%)	26 (4%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Полтавська Валерія Василівна

Тема: Комп'ютерна система «розумного опалення» приміщень навчального закладу

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 45

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є розроблення комп'ютерної системи «розумного опалення» приміщень навчального закладу.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота відповідає поставленому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі кваліфікаційної роботи виконано дослідження предметної області. Крім цього, в першому розділі виконано постановку задачі подальшого дослідження. В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено вибір апаратного та програмного забезпечення для реалізації комп'ютерної системи «розумного опалення» приміщень навчального закладу. В третьому розділі кваліфікаційної роботи виконано проектування комп'ютерної системи «розумного опалення» приміщень навчального закладу.

4. Позитивні сторони роботи: Висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи:

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 достатньому інженерно-технічному рівні.

8. Інші зауваження: _____

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

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

Бармак О.В., д.т.н., проф., зав.каф. КН

"26" 06 2023 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри КІС
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Полтавської Валерії Василівни
ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-19-1

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 плагіат оповіщений(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 (Unicheek 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.

23.06.2023



РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Комп'ютерна система «розумного опалення» навчальних закладів

Автор: Полтавська Валерія Василівна

Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Говорущенко Татяна Олександрівна, д.т.н, проф.

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 та 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.	

Підтвердження:

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

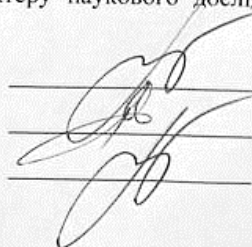
- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними фразами або виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з 10-30 джерелами на один фрагмент речення;

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 3.17% і адресується до 138 першоджерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІІС



Т. О. Говорущенко

С.М. Лисенко

Т. О. Говорущенко