

Детектор Плагиата v. 2961 - Отчёт оригинальности: 14.06.2026 11:40:14

Проанализированный документ: Возняк_диплом.docx Лицензия: ВОЛОДИМИР МАТІЄВСЬКИЙ

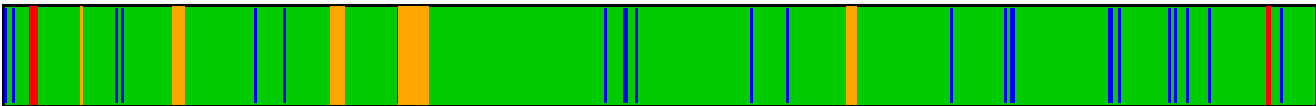
- ? Тип поиска: Поиск переписанного ? Язык: Uk
- ? Тип проверки: Интернет
- ТЕЕ и кодировка: DocX n/a

Детальный анализ тела документа:

? Диаграмма соотношения частей:



? Граф распределения зон:



? Источники плагиата: 3

	→ 0,7%	438	1. https://essuir.sumdu.edu.ua/items/98da3c06-07e7-484e-970f-f046a5427719
	→ 0,4%	269	2. https://repo.btu.kharkiv.ua/bitstreams/b2658523-5cf4-409a-9e06-5c83f9570165/download
	→ 0%	25	3. https://repo.btu.kharkiv.ua/bitstreams/b4a64654-4e63-48e4-98e1-e679a05c54de/download

? Детали обработанных ресурсов: 135 - ОК / 9 - Ошибка

? Важные замечания:

Википедия:	Google Книги:	Сервисы платных работ:	Античит:
[не обнаружено]	[не обнаружено]	[не обнаружено]	[не обнаружено]

? Античит-отчет UACE:

1. Статус: Анализатор Включен Нормализатор Включен сходство символов установлено на 100%
2. Обнаруженный процент загрязнения UniCode: 3,2% с лимитом: 4%
3. Документ не нормализован: процент не достигнут 5%
4. Все подозрительные символы будут отмечены фиолетовым цветом: Abcd...
5. Найдены невидимые символы: 0
Рекомендации по оценке: Никаких особых действий не требуется. Документ в порядке.
Алфавитная статистика и анализ символов:

 Активные ссылки (URL-адреса, извлеченные из документа):

URL не найдены

 Исключённые ресурсы:

URL не найдены

 Включённые ресурсы:

URL не найдены

Детальный анализ документа:

Міністерство освіти і науки України ДЗ

Цитування: 0,01%

id: 1

«луганський Національний університет імені тараса шевченка»

Факультет технологій та інформаційних систем (назва факультету, інституту)
Інформаційних технологій та систем (назва кафедри) Пояснювальна записка до
дипломного проєкту (роботи) БАКАЛАВРА (освітньо-кваліфікаційний рівень) на тему:
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА НА ПЛАТФОРМІ ARDUINO КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯ ТА
ОПАЛЕННЯ ПОБУТОВОГО ПРИМІЩЕННЯ Виконав: студент 4 курсу, групи __ напрямку
підготовки (спеціальності) 123

Цитування: 0%

id: 2

«Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності) Возняк С. В. (прізвище та ініціали)
Керівник Донченко В. Ю. (прізвище та ініціали) Рецензент __ Козуб Ю. Г. (прізвище та
ініціали) Лубни – 2026 року ЗМІСТ Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 2 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ
Розроб. Возняк С.В. Керівник Донченко В.Ю. Реценз. Козуб Ю.Г. Н. Контр. Зав. каф. Семенов
М.А. ЗМІСТ Літ. Акрушів 1 ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ . ВСТУПЗ РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ ПРИМІЩЕННЯМИ 1.1. Сучасні системи керуванням
світлом та опаленням 1.2. Порівняння контролерів для побудови систем керування
освітленням та опаленням і обґрунтування вибору платформи Arduino 9 Висновки до
розділу 14 РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ

Обнаружен Плагиат: 0,09%

id: 3

АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ ТА ОПАЛЕННЯМ 16 2.1. Постановка
задачі та опис функцій системи 16 2.2. Алгоритм роботи системи 17 2.3. Вибір та
характеристика основних компонентів системи 22 2.4 Структурна схема системи 29
Висновки до розділу 31 РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ 33 3.1. Структура
програмного забезпечення 33 3.2. Проектування схеми в Arduino IDE 36 3.3. Алгоритм
автоматичного керування освітленням і опаленням

42 3.4. Розробка користувацького інтерфейсу (Bluetooth / веб-керування) 44 3.5. Тестування
та результати роботи системи 50 Висновки до розділу 53 ВИСНОВКИ 55 СПИСОК
ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 57 ДОДАТОК А. Код Sketch.ino 59 ДОДАТОК Б. Код diagram.json 64
ДОДАТОК С. libraries.txt 69 ВСТУП Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій,
цифрової автоматизації та мікроконтролерних систем відкривають нові можливості для
підвищення комфорту та енергоефективності побутових приміщень. Зростання вартості
енергоресурсів, потреба в раціональному використанні електроенергії та тепла, а також
вимоги до безпеки життєвого середовища обумовлюють актуальність розробки розумних
систем керування. Одним із найбільш доступних і гнучких рішень у сфері домашньої
автоматизації є системи, побудовані на платформі Arduino, яка завдяки простоті
програмування, широкий підтримці сенсорів і модулів та невисокій вартості дозволяє
створювати функціональні та масштабовані проєкти. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 3
ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ Розроб. Возняк С.В. Керівник Донченко В.Ю. Реценз. Козуб Ю.Г. Н. Контр.
Зав. каф. Семенов М.А. ВСТУП Літ. Акрушів 4 ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ . Особливої уваги
потребують невеликі приватні будинки та квартири, де відсутні дорогі комерційні рішення
з управління температурою та освітленням, але існує потреба в підвищенні енергетичної
ефективності та комфорту. Типовий український одноповерховий двокімнатний будинок,
що має вісім вікон і складається з вітальні, спальні, кухні, коридору та ванної кімнати,
становить реалістичну модель середньостатистичного житла, де автоматизація дозволяє
значно зменшити витрати на електроенергію та опалення.
У роботі розглядається задача створення комплексної автоматизованої системи, яка на
основі даних температурних датчиків, датчиків освітленості та датчиків присутності
здатна автономно керувати освітленням і опаленням будинку, а також забезпечувати
дистанційний контроль через Wi-Fi. Система має реагувати на зміну зовнішніх умов,
оптимізувати роботу освітлювальних приладів і обігрівачів, підтримувати комфортний
мікроклімат та мінімізувати споживання енергії.

AI generated text detected: ChatGPT 5.3, : 55,3%

id: 4

Використання Arduino як центрального контролера забезпечує можливість швидкої

інтеграції, модифікації та подальшого розвитку системи відповідно до потреб користувача.

Запропонований комплекс автоматизації вирізняється доступністю, простотою реалізації та можливістю встановлення у звичайних побутових умовах без значних фінансових затрат. Актуальність дослідження зумовлена також тим, що впровадження розумних систем є важливою складовою розвитку енергоефективного житла та шляхом до зменшення залежності від традиційних систем керування. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 4 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Таким чином, створення автономної системи керування світлом і температурою на базі [Arduino](#) є не лише технічним завданням, а й практично важливим інструментом підвищення якості життя, рівня комфорту та енергоефективності житлових будівель. Саме це визначає необхідність детального дослідження принципів побудови, алгоритмів роботи та технічних рішень для впровадження системи у реальних умовах. Автоматизація побутових процесів є одним із ключових напрямів розвитку сучасних технологій. У контексті підвищення вартості енергоресурсів та зростаючої потреби в енергоефективності системи розумного керування побутовими приладами набувають особливої ваги. В Україні значна частина житлового фонду представлена невеликими приватними будинками та квартирами, які не обладнані сучасними системами автоматизації. Розробка доступної системи на базі [Arduino](#) дає змогу підвищити енергозбереження, комфорт і безпеку житла, не потребуючи значних фінансових інвестицій. Таким чином, тема роботи відповідає сучасним тенденціям розвитку

” Цитування: 0%

id: 5

"Smart Home"

та є соціально й економічно значущою. Оскільки, метою роботи є розроблення та практична реалізація автоматизованої системи керування освітленням та опаленням у типовому одноповерховому двокімнатному будинку, заснованої на платформі [Arduino](#). Для досягнення мети необхідно виконати такі завдання: Проаналізувати існуючі рішення комерційних та [DIY](#) систем

” Цитування: 0%

id: 6

“розумного дому”

; Визначити функціональні вимоги системи; Розробити структурну схему та алгоритм роботи системи; Підібрати оптимальні апаратні компоненти ([Arduino IDE](#), датчики, модулі реле, [Wi-Fi](#) тощо); Створити програмне забезпечення для збору даних, обробки сигналів та керування; Реалізувати систему та протестувати її в умовах реального або модельованого середовища; Оцінити ефективність роботи та можливості масштабування; Під час виконання проекту у роботі було використано методи: Аналітичний - для дослідження існуючих систем автоматизації; Порівняльний - для вибору технічних компонентів; Методи моделювання - для тестування логіки роботи системи; Інструментальні методи - для вимірювання параметрів мікроклімату та навантажень. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 5 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Практичне значення роботи полягає у створенні доступної та функціональної системи автоматизації, яка може бути встановлена у звичайному побутовому будинку без необхідності залучення дорогих комерційних рішень. Розроблений комплекс дозволяє зменшити споживання електроенергії, забезпечити комфортне освітлення та підтримання температури, а також підвищити рівень безпеки житла. Система може бути масштабована, доповнена новими датчиками або інтегрована в ширші [IoT](#)-архітектури. РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ ПРИМІЩЕННЯМИ 1.1. Сучасні системи керування світлом та опаленням Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 7 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ Розроб. Возняк С.В. Керівник Донченко В.Ю. Реценз. Козуб Ю.Г. Н. Контр. Зав. каф. Семенов М.А. РОЗДІЛ І. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ ПРИМІЩЕННЯМИ Літ. Акрушів 10 ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ . Системи керування освітленням та опаленням є важливою частиною сучасних автоматизованих систем житлових приміщень. Вони забезпечують централізований контроль роботи освітлювальних приладів та систем обігріву, що дозволяє підвищити рівень комфорту проживання та оптимізувати використання енергоресурсів. Основою таких систем є контролер, який взаємодіє з датчиками, виконавчими пристроями та засобами керування. Автоматизовані системи освітлення дозволяють регулювати рівень освітленості приміщень залежно від умов навколишнього середовища. Для цього використовуються датчики освітленості, які вимірюють інтенсивність природного світла. Отримані дані передаються до контролера, який приймає

рішення щодо вмикання або вимикання освітлювальних приладів.

 AI generated text detected: ChatGPT 5.3, : 62,94%

id: 7

Завдяки цьому забезпечується ефективне використання електроенергії та підтримується необхідний рівень освітлення в приміщенні. У сучасних системах освітлення також широко застосовуються датчики руху. Вони дозволяють автоматично вмикати світло при появі людини у приміщенні та вимикати його після завершення активності. Такий підхід значно знижує споживання електроенергії та підвищує зручність користування освітлювальними приладами. Особливо ефективним є використання подібних систем у коридорах, сходових клітинах та допоміжних приміщеннях, але додають зручності та комфорту і в житлових кімнатах. Системи керування опаленням призначені для підтримання комфортного температурного режиму у житлових приміщеннях.

Основними елементами таких систем є температурні датчики, контролер та виконавчі пристрої, які керують роботою нагрівальних елементів або систем опалення. Температурні датчики постійно вимірюють температуру повітря у приміщенні та передають ці дані до контролера. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 7 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ На основі отриманих даних контролер визначає необхідність увімкнення або вимкнення системи опалення. Якщо температура знижується нижче заданого рівня, система автоматично активує нагрівальні елементи. У разі досягнення встановленої температури опалення вимикається. Такий принцип роботи дозволяє підтримувати стабільний мікроклімат у приміщенні та уникати надмірного використання енергії. Рис. 1.1. Приклад функціоналу розумної системи Додатковою перевагою сучасних систем є можливість програмування температурних режимів. Користувач може задавати різні температурні значення для різних періодів доби або окремих приміщень. Наприклад, у нічний час температура може бути знижена, а перед поверненням мешканців додому система автоматично підвищує її до комфортного рівня. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 9 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Поєднання систем керування освітленням та опаленням дозволяє створити ефективну автоматизовану систему управління житловим приміщенням. Використання датчиків, контролерів та виконавчих пристроїв забезпечує автоматичне реагування на зміни умов середовища та потреб користувачів. У результаті підвищується енергоефективність будівлі, зменшуються витрати електроенергії та створюються комфортні умови проживання. Отже, сучасні системи керування освітленням та опаленням є важливим напрямом розвитку автоматизації житлових будівель. Вони дозволяють реалізувати ефективний контроль енергоспоживання, автоматизувати процеси підтримання освітлення та температури, а також підвищити загальний рівень комфорту та безпеки у приміщенні. Тепер детальніше розглянемо переваги та недоліки розумних систем. Таблиця 1.1. Огляд розумних систем

Переваги	Недоліки
1. Енергозбереження - автоматичне вимкнення освітлення, оптимізація опалення зменшує споживання електроенергії та тепла.	1. Висока початкова вартість - встановлення обладнання та налаштування може бути дорогим, залежно від призначення та масштабування.
2. Зручність користування - можливість дистанційного керування освітленням, температурою, технікою через смартфон чи комп'ютер.	2. Складність налаштування - вимагає технічних знань для інтеграції різних пристроїв і протоколів.
3. Підвищення безпеки - контроль доступу, оповіщення про несправність чи проблему з температурами.	3. Залежність від інтернету - при відсутності мережі деякі функції можуть бути недоступні.
4. Комфорт і автоматизація - система самостійно підтримує оптимальні умови в приміщенні.	4. Можливі збої або конфлікти пристроїв - при оновленнях чи збоях у мережі.
5. Гнучкість і масштабованість - можна додавати нові модулі (датчики, реле, контролери) без повної заміни системи.	5. Ризики безпеки даних - при некоректному налаштуванні існує ймовірність несанкціонованого доступу.
6. Моніторинг у реальному часі - користувач може переглядати стан приміщення будь-коли.	6. Залежність від електроживлення - у разі відключення електрики система може стати неактивною.
7. Підвищення вартості нерухомості - будинки з	

 Цитування: 0%

id: 8

«розумними»

системами мають більшу привабливість. 7. Потреба в регулярному обслуговуванні - оновлення програмного забезпечення, заміна датчиків. 1.2. Порівняння контролерів для побудови систем керування освітленням та опаленням і обґрунтування вибору платформи [Arduino](#) Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 10 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ

НАЗВА ДОКУМЕНТУ Сучасні системи автоматичного керування освітленням та опаленням будуються на базі мікроконтролерних платформ, які виконують функції центрального контролера. Такі контролери забезпечують обробку сигналів від датчиків температури, освітленості та руху, а також керують виконавчими пристроями, зокрема реле або електронними ключами. Вибір апаратної платформи є важливим етапом проєктування системи, оскільки від характеристик контролера залежить стабільність роботи, можливості розширення та складність реалізації алгоритмів керування. Однією з відомих платформ для створення систем автоматизації є [Arduino](#). Дана платформа базується на мікроконтролерах сімейства [AVR](#) та використовує власне програмне середовище [Arduino IDE](#). Основною перевагою [Arduino](#) є відкритість архітектури та простота програмування. Проте обмежена обчислювальна потужність та відсутність вбудованих засобів мережевої взаємодії роблять її менш ефективною для сучасних концепцій

Цитування: 0%

id: 9

"розумного будинку",

де ключовою вимогою є дистанційний моніторинг та керування через інтернет. Рис. 1.2. Мікроконтролер [Arduino](#) Найбільш перспективним рішенням для побудови подібних систем є використання контролерів на базі платформи [ESP32](#). Ці мікроконтролери мають значно більшу обчислювальну потужність, ніж класичні плати [Arduino](#), а також вбудовані модулі бездротового зв'язку [Wi-Fi](#) та [Bluetooth](#). Працює мікроконтролер на [C/C++](#), в сукупності, це дозволяє створювати високоефективні системи керування, які передають дані до хмарних сервісів або взаємодіють з мобільними пристроями в режимі реального часу. Крім того, [ESP32](#) має великий обсяг оперативної пам'яті та значну кількість апаратних інтерфейсів (включаючи велику кількість АЦП та сенсорних пінів) для підключення датчиків і периферійних модулів. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 11 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 12 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 1.3. Мікроконтролер [ESP32](#) Ще одним поширеним рішенням є використання мікроконтролерів [ESP8266](#). Ці контролери також мають вбудований модуль бездротового зв'язку та можуть використовуватися для створення недорогих систем автоматизації. Проте кількість доступних входів і виходів у таких контролерах є обмеженою, а наявність лише одного ядра знижує стабільність роботи при одночасному виконанні алгоритмів керування та підтримці мережевого з'єднання. Рис. 1.4. Мікроконтролер [ESP8266](#) Порівнюючи наведені платформи, можна зазначити, що саме контролер [ESP32](#) забезпечує найкращий баланс між продуктивністю та функціональністю. Він ідеально підходить для складних систем, які потребують постійного підключення до мережі та швидкої обробки великих масивів даних від багатьох датчиків. На відміну від базових плат [Arduino](#), [ESP32](#) дозволяє реалізувати повноцінний [IoT](#)-функціонал без використання додаткових громіздких модулів зв'язку. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 13 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ У сучасних умовах платформа [ESP32](#) має ряд критичних переваг. Вона дозволяє створювати системи керування, які поєднують автономну логіку з можливостями глобального керування через веб-інтерфейси. Велика кількість входів і виходів [ESP32](#) є достатньою для підключення датчиків температури, освітленості, руху та багатоканальних модулів реле.

AI generated text detected: ChatGPT 5.3, : 54,04%

id: 10

Завдяки наявності двох ядер, одне з яких може бути виділене суто під завдання зв'язку, забезпечується висока надійність функціонування системи без "зависань" основного алгоритму. Важливою перевагою [ESP32](#) є підтримка сучасних стандартів безпеки передачі даних, що є критичним для систем домашньої автоматизації. Висока тактова частота дозволяє використовувати складніші методи обробки сигналів, наприклад, цифрову фільтрацію даних з датчиків для усунення хибних спрацьовувань. Це забезпечує точніше регулювання температури та ввімкнення освітлення лише за необхідності, що веде до суттєвої економії енергоресурсів. Таким чином, аналіз сучасних мікроконтролерних платформ показує, що для побудови систем керування освітленням та опаленням найбільш доцільним є використання контролера [ESP32](#).

Він поєднує в собі високу продуктивність, вбудовані мережеві інтерфейси та широкі можливості розширення. Саме тому платформа [ESP32](#) є оптимальним вибором для реалізації автоматизованої системи керування освітленням та обігрівом у даному проєкті. Таблиця 1.2. Порівняння мікроконтролерів Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 14 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Контролер Коротка

характеристика Переваги Недоліки [Arduino Uno](#) Мікроконтролер [ATmega328P](#), 16 МГц, 14 цифрових входів/виходів, 6 аналогових входів Простота використання, велика кількість бібліотек, стабільна робота без мережі, доступна ціна, велика спільнота користувачів Обмежена обчислювальна потужність, невеликий обсяг пам'яті, відсутність вбудованого бездротового зв'язку [ESP8266](#) Мікроконтролер з вбудованим [Wi-Fi](#), тактова частота до 80 МГц Вбудований бездротовий зв'язок, більша продуктивність ніж [Arduino Uno](#), можливість створення мережесистем Обмежена кількість входів і виходів, складніша конфігурація, більша чутливість до стабільності живлення [ESP32](#) Двоядерний мікроконтролер до 240 МГц, [Wi-Fi](#) та [Bluetooth](#) Висока продуктивність, велика кількість периферійних інтерфейсів, підтримка бездротового зв'язку Складніше програмування, вища вартість, надлишкова продуктивність для простих систем Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 15

ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Висновки до розділу У першому розділі було розглянуто сучасні підходи до побудови систем автоматичного керування освітленням та опаленням у житлових приміщеннях. Встановлено, що автоматизація даних процесів дозволяє підвищити рівень комфорту проживання, забезпечити раціональне використання електроенергії та створити стабільний мікроклімат у приміщеннях. Використання датчиків освітленості, температури та руху дає можливість системі автоматично реагувати на зміни умов навколишнього середовища та відповідно керувати освітлювальними приладами і системами обігріву. Проведений аналіз показав, що для реалізації подібних систем можуть використовуватися різні мікроконтролерні платформи. Найбільш поширеними серед них є [Arduino](#), [ESP8266](#) та [ESP32](#). Кожна з цих платформ має свої технічні особливості, які визначають сферу їх використання. Проте саме контролери сімейства [ESP32](#) відзначаються найвищою продуктивністю, наявністю вбудованих модулів бездротового зв'язку [Wi-Fi](#) та [Bluetooth](#), а також підтримкою сучасних протоколів безпеки, що є критично важливим для інтеграції у сучасні екосистеми

Цитування: 0%

id: 11

"розумного будинку".

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк.

AI generated text detected: ChatGPT 5.3, : 64,61%

id: 12

14 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Разом з тим для створення систем керування освітленням та опаленням у сучасних проєктах ключовими вимогами є не лише локальна автоматизація, а й можливість дистанційного моніторингу та хмарного керування. У цьому випадку платформа [ESP32](#) має суттєві переваги над застарілими аналогами, оскільки вона забезпечує стабільну мережеву взаємодію без використання додаткових громіздких модулів, має більший обсяг пам'яті для реалізації складних алгоритмів та підтримує багатопотоковість завдяки двоядерній архітектурі. Також важливою характеристикою платформи [ESP32](#) є велика кількість універсальних портів введення-виведення з розширеним функціоналом. До контролера можуть безпосередньо підключатися цифрові та аналогові датчики температури, освітленості, руху, а також виконавчі реле. Наявність вбудованих сенсорних інтерфейсів та ємнісних каналів дозволяє розширювати можливості системи, створюючи сучасні панелі керування та інтегруючи велику кількість виконавчих елементів без суттєвого ускладнення апаратної частини. Таким чином, проведений аналіз сучасних рішень для побудови систем автоматизації показав, що для реалізації системи керування освітленням та опаленням доцільно використати мікроконтролерну платформу [ESP32](#). Вона поєднує в собі високу обчислювальну потужність, вбудовані засоби бездротового зв'язку та широку функціональність, що робить її оптимальною основою для розробки сучасної інтелектуальної системи керування освітленням та обігрівом житлового приміщення. Змн. Арк. № докум.

Підпис Дата Арк. 17 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ ТА ОПАЛЕННЯМ 2.1. Постановка задачі та опис функцій системи Метою розробки є створення автоматизованої системи керування освітленням та опаленням житлового приміщення на базі мікроконтролерної платформи [ESP32](#). Система повинна забезпечувати підтримання комфортного рівня освітлення та температури у типовому житловому приміщенні, а також сприяти зменшенню споживання електроенергії та теплових ресурсів завдяки можливостям дистанційного моніторингу через інтернет. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 18 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ Розроб. Возняк С.В. Керівник Донченко В.Ю. Реценз. Козуб Ю.Г.

Н. Контр. Зав. каф. Семенов М.А. РОЗДІЛ II. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯ ТА ОПАЛЕННЯ Літ. Акрушів 18 ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ . У типовому житловому будинку часто виникають ситуації неефективного використання освітлення та систем опалення. Освітлювальні прилади можуть залишатися увімкненими у приміщеннях, де немає людей, а система опалення може працювати навіть після досягнення необхідного температурного режиму. Це призводить до зайвих витрат енергії та підвищення експлуатаційних витрат. Основною задачею розроблюваної системи є створення автоматизованого IoT-рішення ([Internet of Things](#)), яке забезпечить контроль параметрів освітлення та температури у приміщенні з можливістю автоматичного та дистанційного керування виконавчими пристроями. Для реалізації поставленої задачі система повинна виконувати низку функцій: автоматичне керування освітленням залежно від рівня природного освітлення та наявності людини у приміщенні; автоматичне керування системою опалення на основі показників температурних датчиків; підтримання заданого температурного режиму шляхом вмикання та вимикання нагрівальних елементів; автоматичне вимикання освітлення у разі відсутності руху у приміщенні протягом визначеного часу; можливість дистанційного керування освітленням та опаленням користувачем через мобільний додаток; Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 19

ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ збір, обробка та передача даних з датчиків температури, освітленості та руху до хмарного сервісу для візуалізації та керування. Для реалізації зазначених функцій система передбачає використання центрального контролера [ESP32](#), до якого підключаються сенсори та виконавчі модулі. Основними елементами системи є: датчики температури для контролю температурного режиму у приміщенні; датчики освітленості для визначення рівня природного освітлення; датчики руху для визначення присутності людини у кімнаті; релейні модулі для керування освітлювальними приладами та елементами системи опалення. Використання такої структури системи дозволяє забезпечити автоматичне інтелектуальне керування освітленням та опаленням житлового приміщення. Завдяки застосуванню датчиків та сучасного мікроконтролера з вбудованим [Wi-Fi](#) модулем, система може самостійно приймати рішення щодо активації ресурсів та інформувати користувача про стан середовища. Це сприяє підвищенню комфорту проживання та суттєвому зменшенню енергоспоживання.

2.2. Алгоритм роботи системи Алгоритм роботи автоматизованої системи керування освітленням та опаленням на базі платформи [ESP32](#) передбачає послідовну взаємодію між апаратними компонентами, хмарним сервісом та мобільним додатком користувача. Програмна частина реалізує логіку обробки даних та прийняття рішень щодо керування приладами. Основною метою системи є поєднання автономності роботи з можливістю повного контролю через мережу інтернет. Ініціалізація системи Після подачі живлення мікроконтролер [ESP32](#) виконує процедуру ініціалізації, під час якої відбувається підготовка системи до роботи. На цьому етапі виконуються такі дії: запуск програмних бібліотек для роботи датчиків, дисплея та стеку [Wi-Fi](#); Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 20

ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ встановлення з'єднання з бездротовою мережею та авторизація на IoT-платформі ([Blynk](#)); налаштування цифрових та аналогових ([ADC](#)) входів і виходів контролера; завантаження встановлених користувачем порогових значень температури та освітленості з пам'яті або хмарного сервера. Після успішного підключення до мережі система переходить до основного циклу роботи. Збір і обробка даних з датчиків Контролер постійно зчитує дані з усіх підключених сенсорів: датчик руху визначає активність у приміщенні; датчик освітленості визначає рівень природного світла (з високою точністю завдяки 12-бітному АЦП [ESP32](#)); датчик температури вимірює поточний тепловий стан повітря. Отримані значення передаються до алгоритму керування та миттєво відправляються на сервер для відображення у додатку користувача. Прийняття рішень Програмна логіка аналізує отримані дані. Основні умови роботи системи такі: якщо зафіксовано рух і рівень освітленості нижчий за норму, активується реле освітлення; Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 21

ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ якщо рух не фіксується протягом заданого інтервалу, освітлення вимикається для економії; якщо поточна температура нижча за встановлений поріг, вмикається реле опалення; якщо температура досягла заданого значення, нагрівання припиняється. Крім автоматичного режиму, система підтримує пріоритетне ручне керування через фізичні кнопки або віртуальні кнопки у мобільному додатку. Моніторинг та контроль роботи системи Під час кожного циклу контролер перевіряє стан підключення до мережі [Wi-Fi](#). У разі втрати зв'язку система переходить в автономний режим роботи, продовжуючи керувати

пристроями на основі локальних даних датчиків. Стан усіх виконавчих пристроїв відображається на [LCD](#)-дисплеї та у інтерфейсі користувача. Енергозбереження та режими роботи Завдяки енергоефективній архітектурі [ESP32](#), система може оптимізувати власне споживання енергії. Основні методи економії: автоматичне вимкнення світла за відсутності людей ([Presence Detection](#)); точне підтримання температури без перегріву приміщення; можливість віддаленого переведення системи в економний режим під час тривалої відсутності мешканців. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 22 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Безпека та стабільність роботи Алгоритм передбачає захист від збоїв: перевірка цілісності даних від датчиків (захист від помилкових спрацювань); автоматичне вимкнення нагрівачів у разі виходу показників температури за критичні межі; використання [Watchdog](#)-таймера для автоматичного перезавантаження контролера у разі програмного зависання. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 23 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 2.1. Алгоритм роботи Отже, алгоритм роботи системи на базі [ESP32](#) забезпечує інтелектуальну взаємодію між середовищем, контролером та користувачем, що гарантує високий рівень комфорту та безпеки при мінімальних витратах ресурсів. 2.3. Вибір та характеристика основних компонентів системи Для створення системи на базі платформи [ESP32](#) обрано апаратні компоненти, що працюють з логічними рівнями 3.3 В та підтримують високу швидкість обміну даними. Контролер [ESP32](#) [ESP32](#) – це потужна апаратна платформа з вбудованими модулями [Wi-Fi](#) та [Bluetooth](#), яка спеціально розроблена для створення пристроїв інтернет-речей. Вона складається з двоядерного мікропроцесора та розвиненої периферії. На відміну від застарілих рішень, [ESP32](#) пропонує значно вищу тактову частоту (до 240 МГц) та обсяг оперативної пам'яті, що дозволяє виконувати складні задачі без затримок. Основним елементом системи є плата [ESP32 DevKit](#), яка має велику кількість цифрових та аналогових входів/виходів, вбудований роз'єм [USB](#) для програмування та стабілізатор напруги. Саме ця модель є оптимальною для побудови сучасних автоматизованих систем керування з можливістю хмарної інтеграції. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 24 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ [ESP32 DevKit](#) - це базова модель для розробки, що має стандартні роз'єми для підключення до макетних плат, вбудований регулятор напруги та інтерфейс [USB-UART](#). [ESP32-S](#) - компактні версії модулів, призначені для інтеграції в готові друковані плати, де велику роль грає саме розмір. [ESP32-WROOM/WROVER](#) - потужні модифікації з додатковою пам'яттю ([PSRAM](#)), які мають велику кількість підключень та обчислювальних ресурсів. Ці плати інтегрують у складні проекти з великою кількістю модулів, де потрібна обробка аудіо, зображень або складне криптографічне шифрування даних. Сфера використання цих плат - робототехніка, промислова автоматизація та професійні системи

Цитування: 0%

id: 13

"розумного дому".

Переваги [ESP32](#): понад 20 цифрових входів/виходів, значна кількість аналогових входів (АЦП) - цього більш ніж достатньо для підключення всіх необхідних сенсорів та реле; робоча напруга 3.3 В, що є сучасним стандартом для енергоефективних електронних модулів; наявність двох ядер, що дозволяє розділяти завдання керування датчиками та підтримку мережевого з'єднання; Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 25 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ вбудовані модулі [Wi-Fi](#) та [Bluetooth \(Classic + BLE\)](#), що виключає потребу у додаткових комунікаційних платах; підтримка сучасних середовищ розробки, включаючи [Arduino IDE](#), та сумісність із потужними бібліотеками для [IoT](#). [ESP32](#) забезпечує стабільну роботу в умовах домашньої мережі, підтримує режими глибокого сну ([Deep Sleep](#)) для економії енергії та дозволяє гнучко змінювати логіку системи через хмарні оновлення. Завдяки функціональності

Цитування: 0%

id: 14

"все в одному",

цей контролер є оптимальним варіантом для реалізації повноцінної системи

Цитування: 0%

id: 15

«розумного дому».

Рис. 2.2. Піни [ESP32](#) Таблиця 2.1. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 26 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Перелік виходів [ESP32](#) Група / Назва піна Технічні характеристики Опис та приклади функціонального призначення 3V3 Вихід регулятора (3.3

В) Живлення малопотужної периферії. Наприклад, датчиків [DHT22](#), [LDR](#) або [PIR](#). 5V (Vin) Вхід/Вихід живлення (5 В) Пряме живлення від [USB](#) або зовнішнього джерела. Наприклад, для модулів реле. [GND](#) Спільний вивід (0 В) Спільна точка (

Цитування: 0%

id: 16

«земля»

) для вирівнювання потенціалів усіх компонентів схеми. [GPIO](#) 34, 35, 36, 39 АЦП ([ADC1](#)); Тільки вхід Аналогові входи. Наприклад, для зчитування фоторезисторів ([LDR](#)) чи датчиків вологості. [GPIO](#) 32, 33 [ADC1](#); [Touch](#); [Crystal Osc](#) Підключення зовнішнього кварцу або сенсорів. Наприклад, для годинника реального часу ([RTC](#)). [GPIO](#) 21 ([SDA](#)) Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 27 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Цифровий [I/O](#); [I2C Data](#) Лінія даних послідовної шини. Наприклад, для підключення дисплеїв [LCD](#) 1602. [GPIO](#) 22 ([SCL](#)) Цифровий [I/O](#); [I2C Clock](#) Лінія тактування шини [I2C](#). Наприклад, для синхронізації передачі даних з [OLED](#)-екраном. [GPIO](#) 2, 4, 12-15 Цифровий [I/O](#); [PWM](#); [ADC2](#) Універсальні виходи. Наприклад, для керування модулями реле або яскравістю світлодіодів. [GPIO](#) 25, 26 ЦАП ([DAC](#)); [ADC2](#); [PWM](#) Генерація аналогового сигналу. Наприклад, для відтворення звуку або керування напругою. [GPIO](#) 27 Цифровий [I/O](#); [ADC2](#); [Touch](#) Універсальний пін. Наприклад, як вхід для ємнісної сенсорної кнопки на корпусі пристрою. [GPIO](#) 0, 2, 5, 12, 15 [Strapping Pins](#) Системні піни. Наприклад, [GPIO](#) 0 визначає режим прошивки при завантаженні контролера. [GPIO](#) 18, 19, 23 [Hardware SPI](#) ([SCK](#), [MISO](#), [MOSI](#)) Швидкісна шина даних. Наприклад, для підключення [SD](#)-карт або зовнішніх [Ethernet](#)-модулів. [TX](#) / [RX](#) ([GPIO](#) 1, 3) [Hardware UART](#) Інтерфейс зв'язку. Наприклад, для прошивки чипа та виводу налагоджувальної інформації. [GPIO](#) 6 – 11 Внутрішня шина [Flash](#)-пам'яті Зарезервовані. Наприклад, для внутрішнього зв'язку з пам'яттю; не для зовнішнього використання. [EN](#) ([Reset](#)) Вхід ([Pull-up](#)) Скидання системи. Наприклад, для підключення фізичної кнопки перезавантаження пристрою. Датчики температури та освітленості Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 30 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Для контролю температури обрано датчик [DHT22](#) або [DS18B20](#). [DHT22](#) (модернізована версія [DHT11](#)) забезпечує вищу точність та ширший діапазон вимірювання температури і вологості. [DS18B20](#) забезпечує виняткову точність ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), цифровий вихід та можливість підключення кількох датчиків по шині [OneWire](#), що зручно для контролю температури у різних зонах будинку. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 29 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Для вимірювання рівня освітленості використовується фоторезистор ([LDR](#)) - аналоговий датчик, який змінює свій опір залежно від інтенсивності світла. [ESP32](#) зчитує ці зміни через високоточний 12-бітний АЦП та визначає необхідність увімкнення штучного освітлення. Цей датчик є недорогим, надійним та забезпечує миттєву реакцію системи на зміну зовнішніх умов. Модулі реле Виконавчі елементи системи представлені багатоканальними модулями реле, які дозволяють керувати подачею живлення до освітлювальних приладів і систем опалення. Кожне реле має гальванічну розв'язку між низьковольтною частиною ([ESP32](#)) та силовим колом 220 В, що забезпечує безпечну роботу. Модулі реле дозволяють: дистанційно вмикати/вимикати прилади через хмарний інтерфейс; автоматично реагувати на зміну показників датчиків за програмним алгоритмом; працювати в режимі реального часу з відображенням статусу пристрою в додатку. Реле є критично важливими елементами, оскільки вони виконують фізичну комутацію навантаження, перетворюючи логічні сигнали контролера на реальні дії. Комунікаційні можливості Однією з головних переваг обраної платформи є вбудована підтримка бездротових протоколів. На відміну від [Arduino Uno](#), [ESP32](#) не потребує зовнішніх модулів типу [HC-05](#) чи [ESP8266](#). Вбудований [Wi-Fi](#) дозволяє підключити систему безпосередньо до домашнього роутера, забезпечуючи зв'язок із сервером [Blynk](#) або іншими [IoT](#)-платформами. Це створює можливість керування системою з будь-якої точки світу через мобільний додаток. Крім того, наявність [Bluetooth](#) дозволяє здійснювати локальне налаштування системи навіть у разі відсутності інтернет-з'єднання. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 29 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Таблиця 2.2. [Bluetooth](#) та [Wi-Fi](#) в [ESP32](#) Характеристика [Bluetooth](#) (Вбудований) [Wi-Fi](#) (Вбудований) Дальність зв'язку до 15-20 м до 100 м (залежно від роутера) Швидкість передачі даних до 2-3 Мбіт/с до 150 Мбіт/с Підключення до Інтернету Відсутнє (пряме з'єднання) Є (через точку доступу) Можливість віддаленого доступу Лише в межах приміщення Доступ з будь-якої точки світу Сумісність з мобільними додатками Висока (для локального контролю) Повна (хмарна інтеграція) Енергоспоживання Низьке (особливо [BLE](#) режим) Середнє (активний обмін даними) Безпека з'єднання Стандартне парування

Шифрування [WPA2/WPA3](#), [SSL/TLS](#) Перевага Локальне керування без мережі Повна [IoT](#)-функціональність та хмари 2.4 Структурна схема системи Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 31 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Автоматизована система керування освітленням та опаленням побутового приміщення побудована на базі мікроконтролера [Arduino](#) і призначена для забезпечення комфортних умов у типовому українському одноповерховому двокімнатному будинку, який включає вітальню, спальню, кухню, коридор та ванну кімнату. Основна ідея полягає у створенні єдиної інтелектуальної системи, здатної автоматично реагувати на зміну зовнішніх умов і потреб користувача, керуючи освітленням та опалювальними приладами. Нижче наведено блок-схему взаємодії системи. Рис. 2.3. Блок-схема системи Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 32 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ У структурі системи виділяються чотири основні підсистеми: сенсорна, виконавча, керуюча та комунікаційна. Центральним елементом є контролер [ESP32](#), який виступає

Цитування: 0%

id: 17

«МОЗКОМ»

системи. Він здійснює обробку сигналів від датчиків, приймає рішення відповідно до алгоритму роботи та керує виконавчими пристроями через модулі реле. Контролер також взаємодіє з комунікаційним модулем, забезпечуючи обмін даними з мобільним додатком або веб-інтерфейсом користувача. [ESP](#) розміщується у зручному місці біля електрощита або в окремому корпусі, що забезпечує захист від механічних пошкоджень і стабільне живлення. Сенсорна підсистема системи складається з кількох типів датчиків. Датчики температури розташовуються у кожному приміщенні для контролю мікроклімату. Вони дозволяють системі автоматично вмикати або вимикати опалення при досягненні заданих порогових значень температури. Датчики руху ([PIR](#)) дозволяють виявляти присутність людей у приміщеннях, що робить систему енергоефективною - світло активується лише тоді, коли користувач знаходиться у кімнаті. Виконавча підсистема включає модулі реле, які керують живленням освітлювальних приладів і нагрівальних елементів. Кожен канал реле може бути прив'язаний до окремої групи освітлення чи опалювального пристрою. Наприклад, одне реле керує світлом у вітальні, інше - у спальні, третє - електронагрівачем або конвектором. Для безпеки реле підключаються через гальванічну розв'язку, а лінії живлення захищаються плавкими запобіжниками або автоматами. Комунікаційна підсистема базується на модулі [Wi-Fi](#) ([ESP8266](#) або [ESP32](#)), який дозволяє контролеру обмінюватися даними з користувачем через мережу. Модуль з'єднаний з [Arduino](#) через інтерфейс [UART](#) і забезпечує двосторонній зв'язок: користувач може дистанційно переглядати поточні параметри системи, а також надсилати команди для керування освітленням чи температурою. Це дає можливість інтеграції з мобільними додатками або хмарними платформами, такими як [Blynk](#) чи [ThingSpeak](#), що дозволяє створити повноцінний інтернет-керований

Цитування: 0%

id: 18

«розумний дім».

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 33 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Інформація від усіх сенсорів надходить до [Arduino](#) через аналогові або цифрові входи. Контролер періодично опитує датчики, обробляє отримані дані та формує керуючі сигнали для реле. Ці сигнали активують або деактивують відповідні пристрої - лампи, нагрівачі чи інші елементи побутової інфраструктури. Одночасно дані можуть передаватися до [Wi-Fi](#) модуля для відображення в інтерфейсі користувача. Живлення системи організовано двома рівнями: 5 В постійного струму для електронних компонентів ([Arduino](#), [Wi-Fi](#) модуль, датчики) та 220 В змінного струму для силових пристроїв (реле, освітлення, опалювальні елементи). Для безпеки в систему інтегровані елементи електрозахисту - розмикачі, УЗО та запобіжники. Таким чином, структурна схема системи демонструє взаємодію між усіма її складовими: сенсори передають дані до контролера, [Arduino](#) аналізує інформацію та формує сигнали на модулі реле, які вмикають або вимикають побутові прилади. Через [Wi-Fi](#) модуль користувач може спостерігати за станом системи, змінювати параметри та керувати функціями дистанційно. Така архітектура забезпечує надійну роботу, модульність, простоту інтеграції та можливість подальшого розширення системи - наприклад, додавання функцій вентиляції, контролю доступу чи енергомоніторингу. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 34 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Висновки до розділу У другому розділі було проведено

детальну постановку задачі та описано функціональні можливості системи автоматизованого керування побутовими пристроями на базі мікроконтролерної платформи [ESP32](#). Як об'єкт дослідження було обрано типовий український двокімнатний одноповерховий будинок, для якого розроблено концепцію інтелектуальної системи керування освітленням, температурним режимом і безпекою. Було визначено основні завдання системи, серед яких - автоматичний контроль температури, регулювання рівня освітлення, виявлення руху в приміщеннях та дистанційне керування пристроями через вбудований модуль [Wi-Fi](#). Сформовано алгоритм роботи системи, що включає етапи зчитування даних із датчиків, обробку отриманої інформації потужним двоядерним мікроконтролером [ESP32](#) та формування відповідних керуючих сигналів для виконавчих елементів (реле, лампи, нагрівачі тощо) з можливістю одночасної передачі даних у хмарне сховище. Вибрано та охарактеризовано основні компоненти системи: центральний контролер [ESP32](#) [DevKit](#), датчик температури та вологості [DHT22](#), датчик освітленості [LDR](#), інфрачервоний датчик руху [PIR](#), а також модулі реле для керування силовими навантаженнями. Завдяки наявності вбудованого в контролер модуля [Wi-Fi](#), було обґрунтовано відсутність потреби у додаткових комунікаційних платах, що спрощує апаратну архітектуру та підвищує надійність системи.

 AI generated text detected: ChatGPT 5.3, : 57,13%

id: 19

Проведено аналіз бездротових можливостей платформи, у результаті чого зроблено висновок про перевагу використання інтегрованого [Wi-Fi](#) стеку для забезпечення стабільного дистанційного доступу з будь-якої точки світу. На основі проведеного аналізу було розроблено структурну схему системи, яка відображає взаємозв'язок між усіма компонентами: датчиками, контролером, виконавчими пристроями та мобільним додатком користувача на базі [IoT](#)-платформи. У підсумку, другий розділ сформував повне уявлення про архітектуру майбутньої системи, принципи її функціонування та технічну базу.

Отримані результати створюють підґрунтя для розробки програмного забезпечення, налагодження зв'язку між компонентами та реалізації експериментального зразка на наступному етапі роботи. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 36 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ 3.1. Структура програмного забезпечення Для розробки й тестування програмної частини дипломного проєкту доцільно використовувати онлайн-емулятор [Wokwi](#) – веб-платформу, яка дозволяє моделювати роботу плат [Arduino](#), [ESP32/ESP8266](#) і низки периферійних пристроїв прямо в браузері. [Wokwi](#) дає змогу швидко прототипувати алгоритми, перевіряти логіку взаємодії з датчиками та відлагоджувати послідовну діагностику без фізичного монтажу, що пришвидшує розробку й зменшує ризики на етапі проєктування. Також платформа надає найважливішу перевагу – перевірка правильності підключення та реакції на різні критичні ситуації без шкоди для самої системи. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 37 ІТС.4КІ.0325.03-ПЗ Розроб. Возняк С.В. Керівник Донченко В.Ю. Реценз. Козуб Ю.Г. Н. Контр. Зав. каф. Семенов М.А. РОЗДІЛ III. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ Літ. Акрушів 24 ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ. Першим та основним елементом платформи є вікно симуляції. Це основне робоче поле де додаються, розміщуються та під'єднуються компоненти. Компоненти підтягуються з загального сховища, або ж їх можна додати з великої кількості сторонніх бібліотек. Для підключення компонентів необхідно використовувати сокети та піни що знаходяться на платі. Рис 3.1. Вікно симуляції [Arduino](#) Живлення на плату [ESP32](#) подається у стандартному режимі [5V](#) через роз'єм [Micro-USB](#) або [USB-C](#) (залежно від версії плати), після чого вбудований регулятор напруги знижує її до робочих [3.3V](#). Другим елементом роботи з [ESP32](#) є вікно редактора коду. Найчастіше для цього використовується середовище [Arduino IDE](#) або [VS Code \(PlatformIO\)](#). Редактор коду - це головний інструмент для задання логіки мікроконтролера; він дозволяє редагувати, компілювати та завантажувати програми (скетчі) у внутрішню пам'ять плати. Алгоритми взаємодії з датчиками, обробка сенсорних даних та миттєве реагування на події реалізуються саме за допомогою програмної логіки. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 38 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ З'єднання елементів відбувається у вікні діаграм – це програмований [JSON](#) файл конфігурації, який дозволяє вручну реалізовувати з'єднання, прописувати пристрої та унікальні ідентифікатори. Тобто цей файл – альтернатива малюванню схеми за допомогою графічного інтерфейсу, а також візуалізація схеми у вигляді коду. Як було вказано в першому розділі, програмування [ESP32](#) базується на мовах [C/C++](#), що в поєднанні з двоядерною архітектурою забезпечує надзвичайно швидко

обробку даних, стабільну роботу мережевих протоколів та можливість виконання фонових завдань без зупинки основного циклу керування. Рис. 3.2. Вікно редактора коду [Arduino](#) Останнім елементом інтерфейсу емулятора є [debug](#) меню. Консольний інтерфейс дозволяє відстежувати коректність програмної частини схеми та роботи компонентів, а також керувати апаратною частиною за допомогою команд. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 39 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.3. Вікно [debug](#) меню Недоліком проектування в межах онлайн платформи є неможливість точного розрахунку довжини реле, кабелів та маршрутів, але для розгляду та моделювання в рамках можливостей платформи це не потрібно. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 40 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ 3.2. Проектування схеми в [Arduino IDE](#) Першочергово я знаходжу та підключаю необхідні бібліотеки компонентів для заданого функціоналу, тобто бібліотеки для [IOT](#) взаємодії, бібліотеки датчиків температури, освітлення та реакції на рух. Серед великої кількості бібліотек я надавав перевагу ресурсам за виробництвом [Adafruit](#). Раніше мені доводилось працювати з різними бібліотеками [Adafruit](#) і головними перевагами їх є уніфікована система стандартів, яка ліквідує розбіжності та баги на етапі розробки схем, а також дозволяє змінювати деякі елементи без впливу на ефективність системи. Також вони додають велику кількість документації, що ідеально підходить для студентів та людей з невеликим досвідом. Проте, якщо не вдавалось знайти бібліотеки виробництва [Adafruit](#), я використовував перевірені часом популярні бібліотеки, оглядаючи відгуки в онлайн-ресурсах. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 41 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Найважливішою бібліотекою мого проекту можу сміливо назвати

Цитирования: 0%

id: 20

«[Blynk](#)»,

оскільки, саме вона відповідає за надсилання інформації на телефон та надання можливості дистанційного регулювання середовища. Рис. 3.4. Список використаних бібліотек Другим етапом розробки є додання на робоче поле елементів схеми та створення з'єднань між ними. Оскільки [wokwi](#) надає можливість керувати елементами да підключеннями, як через вікно моделювання, так і через файл [JSON](#) – я використовував обидва методи, а саме додавав елементи та виконував з'єднання вручну, а додаткові налаштування ідентифікаторів та кольорів робив в самому файлі. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 43 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.5. Проектування схеми Як видно на рис. 3.5, поточна схема складається з 11 компонентів: Таблиця 3.1. Опис елементів схеми Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 43 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ

Номер	Компонент	Призначення у схемі
1	ESP32 DevKit-C V4	Головний мікроконтролер, що зчитує дані з датчиків, обробляє логіку та керує Wi-Fi зв'язком.
2	DHT22	Цифровий датчик для точного вимірювання температури та вологості повітря.
3	PIR Motion Sensor	Інфрачервоний датчик для фіксації руху людини в зоні моніторингу.
4	LDR Sensor Module (ldr1)	Чотирипіновий модуль фоторезистора для вимірювання рівня світла через аналоговий вихід AO .
5	LCD1602 (I2C)	Дисплей для локального виводу інформації про стан системи та показники датчиків.
6	Relay Module (Heater)	Електромагнітне реле для дистанційного керування живленням обігрівача.
7	Relay Module (Light)	Електромагнітне реле для автоматичного ввімкнення та вимкнення освітлення.
8	Blue LED (Heat)	Світлодіодний індикатор синього кольору для візуалізації роботи режиму опалення.
9	Yellow LED (Light)	Світлодіодний індикатор жовтого кольору для візуалізації роботи ламп освітлення.
10	Resistor (res1)	Обмежувальний резистор на 220 Ом для безпечного підключення синього світлодіода.
11	Resistor (res2)	Обмежувальний резистор на 220 Ом для безпечного підключення жовтого світлодіода.

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 44 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис.3.6. [DHT22](#) Рис. 3.7. [Pir Motion Sensor](#) Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 45 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 45 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рисунок 3.8. [LDR Sensor Module](#) Розглянемо як виглядають всередині [JSON](#) файлу компоненти та підключення на прикладі одного з компонентів. Для розгляду я обрав датчик температури [DHT22](#). Спочатку компонент вказується в масиві

Цитирования: 0%

id: 21

«[parts](#)»,

що дає емулятору зрозуміти додання нового елементу на робочому полі. В цьому масиві

вказується назва елементу, призначається унікальний [id](#), координати на робочому полі та задається базовий атрибут(параметр температури який буде йти стандартом при завантаженні системи до отримання перших даних). Рис. 3.9. [DHT22](#) – [parts](#) Всі з'єднання та їх подробиці знаходяться в масиві

Цитування: 0%

id: 22

«[connections](#)».

В цьому масиві записи йдуть у форматі

Цитування: 0,01%

id: 23

«початковий пін з'єднання кінцевий пін колір з'єднання тип з'єднання».

Рис. 3.10. [DHT22](#) – [connections](#) 3.3. Алгоритм автоматичного керування освітленням і опаленням Алгоритм системи керування базується на циклічному опитуванні пристроїв та автоматичному порівнянні отриманих даних із заданими вручну константами. Для керування мікрокліматом контролер кожні дві секунди зчитує показники температури з датчика [DHT22](#) і, у разі їх падіння нижче встановленого порогу, активує реле обігрівача через цифровий вихід [GPIO](#) 2. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 46 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Паралельно реалізована логіка інтелектуального освітлення, яка використовує датчик руху [PIR](#) та фоторезистор для аналізу навколишнього середовища. Система фіксує момент останньої активності людини та підтримує живлення ламп на піні 4 протягом заданої кількості секунд, проте автоматично блокує ввімкнення світла, якщо рівень природної освітленості перевищує межу в 2000 одиниць. Усі поточні параметри, включаючи статус руху та фактичні значення сенсорів, у реальному часі виводяться на [LCD](#)-дисплей для локального моніторингу стану об'єкта. Розглянемо як я це реалізував у коді. Спочатку ініціалізую константи які будуть орієнтиром для системи керування. Рис. 3.11. Задання констант Як ми бачимо на рис. 3.11, для температури я використовую значення [float](#), для можливості гнучко налаштовувати температурні параметри, для світла ж береться ціле число, булева змінна виконує функцію перемикача розумного режиму освітлення, для тестування реакції освітлення я встановив час 15 секунд. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 47 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ В подальшому для користувача надається можливість змінювати константи за допомогою програмного засобу на телефоні, що робить систему керування надзвичайно зручною. Рис. 3.12. Логіка розумного керування Як видно на рисунку, за допомогою команди [print](#) я можу редагувати повідомлення які ми будемо отримувати як на фізичному дисплеї, так і всередині системи емулятора. Опалення реалізоване за дуже простою схемою – якщо значення яке отримує система від [DHT22](#) нижче заданої константи, то подається живлення на реле опалення, інакше живлення вимикається. Така проста схема є надзвичайно ефективною, оскільки система кожні 2 секунди перевіряє приміщення і це допомагає уникнути надлишкової ефективності системи. Керування світлом реалізоване декілька складніше, оскільки окрім константи може орієнтуватись на рух, за умови перемикачання розумного режиму. Тобто окрім постійної перевірки значень, як в керуванні опаленням, також встановлена перевірка на перемикач режиму роботи та реакція на [PIR](#) сенсор. 3.4. Розробка користувацького інтерфейсу ([Bluetooth](#) / веб-керування) При виборі технології зв'язку між [Bluetooth](#) та веб-керуванням через [Wi-Fi](#) було віддано перевагу останньому через низку суттєвих переваг. Технологія [Bluetooth](#) обмежує радіус дії системи кількома десятками метрів і вимагає постійної прямої видимості або близькості до контролера, що нівелює концепцію віддаленого моніторингу. Веб-керування через [Wi-Fi](#) дозволяє інтегрувати пристрій у глобальну мережу, забезпечуючи доступ до керування з будь-якої точки світу, де є інтернет. Крім того, протоколи передачі даних через [Wi-Fi](#) є більш масштабованими, дозволяють одночасне підключення кількох користувачів та забезпечують стабільне зберігання історії показників на хмарних серверах. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 48 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 49 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Для реалізації цього проекту було обрано платформу [Blynk](#), оскільки вона пропонує найбільш збалансоване поєднання функціональності та швидкості розробки. [Blynk](#) надає готовий набір графічних віджетів, що дозволяє створити професійний інтерфейс користувача без написання складного коду для мобільних додатків [Android](#) або [iOS](#). Важливою перевагою є наявність надійного хмарного сервера, який бере на себе обробку пакетів даних між [ESP32](#) та смартфоном, гарантуючи мінімальну затримку відгуку. Вибір цієї платформи обумовлений також її високою сумісністю з екосистемою [Arduino](#), що

дозволило легко реалізувати дворівневу логіку керування: стабільну автономну роботу алгоритму на рівні мікроконтролера та гнучке корегування параметрів через віртуальні піни хмарного інтерфейсу. [Blynk](#) надає можливість організації дистанційного проектування та керування, як з телефону так і з комп'ютеру, але я буду використовувати його виключно на телефоні. На початку, необхідно встановити застосунок на телефон та зареєструватись як базовий користувач. Рис. 3.13. Встановлення [Blynk IoT](#) Далі я створюю новий проект під назвою

Цитування: 0%

id: 24

«[System](#)»,

він буде відповідати за моніторинг та керування світлом та опаленням. Для отримання та передачі даних на [ESP32](#) я додаю [Template](#)

Цитування: 0%

id: 25

«[System](#)»

6 нових елементів в [Datastreams](#). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 50 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Після створення темплейтів [Datastreams](#), потрібно на робочому полі додати відповідні віджети для відображення отриманих даних та задання нових значень в систему [ESP32](#). Таблиця 3.2. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 51 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Список компонентів

Цитування: 0%

id: 26

«[System](#)»

Номер ([Pin](#)) Призначення Опис функціоналу Віджет в [Blynk V0](#) Поточна температура Передача реальних показників з датчика [DHT22](#) для відображення на віджеті. [Labeled Value V1](#) Освітленість ([LDR](#)) Передача аналогового значення з фоторезистора (0-4095) для відстеження рівня світла в приміщенні. [Gauge V2](#) Уставка температури Отримання значення від користувача через віджет [Slider](#) або [Step Control](#) для встановлення порогу нагріву ([targetTemp](#)). [Vertical Step Slider V3](#) Поріг освітленості Налаштування чутливості автоматичного світла. Визначає, при якій темряві системі дозволено вмикати лампи. [Vertical Step Slider V4](#) Автоматичний режим Віртуальний перемикач ([Switch/Button](#)), що активує або деактивує інтелектуальну логіку керування світлом за датчиками. [Switch V5](#) Статус освітлення Зворотний зв'язок від системи. Відображає реальний стан реле світла (ввімкнено/вимкнено) на індикаторі [LED](#) у додатку. [Led](#) Нижче наведено рисунок як це виглядає всередині інтерфейсу [Blynk](#). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 52 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.14. Інтерфейс темплейту в [Blynk](#) Після цього необхідно згенерувати індивідуальний токен автентифікації ([Auth Token](#)). У особистому кабінеті копіюю токен, отриманий 32-символьний код є ключем доступу, який дозволяє конкретній моделі в [Wokwi](#) підключитися до мого особистого кабінету в [Blynk](#) і обмінюватися даними в реальному часі. Наступним кроком я готую програмне забезпечення в симуляторі. Я копіюю отримані ідентифікатори ([ID](#), [Name](#) та [Token](#)) і вставляю їх у перші рядки файлу [sketch.ino](#). Це критично важливий момент, оскільки без цих констант бібліотека [Blynk](#) не зможе ініціалізувати мережевий стек. Також у налаштуваннях [WiFi](#) я вказую [Wokwi-GUEST](#), який симулятор використовує для виходу в реальний інтернет. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 53 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.15. Підключення [Blynk](#) до [ESP32](#) Як видно на рисунку 3.15, спочатку відбувається ініціація токенів для [Blynk](#), далі йдуть бібліотеки підключені до проекту, після цього призначення пінів та [SSID](#) для підключення до віртуального роутера [Wokwi](#). Розглянемо як відбувається передача даних з [Blynk](#) на мікроконтролер на прикладі змінення рівню температури. Рис. 3.16. Взаємодія [Blynk](#) з мікроконтролером За отримання даних відповідає функція

Цитування: 0%

id: 27

«[BLYNK_WRITE\(\)](#)»,

в параметри якої передається відповідний ідентифікатор [Datastream](#), в моєму випадку за повзунок температури відповідає третій ідентифікатор [V2](#). Далі функція [param.asFloat\(\)](#) перетворює отримане значення на дробове число та записує в змінну для відстеження нового рівню температури. Команди типу

Цитування: 0%

id: 28

«Serial»

відповідають за виведення інформації в консоль для відстеження реакцій системи. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 54 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 54 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ 3.5. Тестування та результати роботи системи Завершальним етапом розробки є проведення комплексного тестування апаратно-програмного комплексу в середовищі симуляції [Wokwi](#) з підключенням до хмарної платформи [Blynk](#). Метою тестування є перевірка точності спрацювання логічних алгоритмів та стабільності передачі даних. Спочатку запускаю систему та очікую підключення до мережі для можливості взаємодіяти з [Blynk](#). Рис. 3.17. Запуск системи Завдяки

Цитування: 0%

id: 29

«Serial»

повідомленням ми бачимо, що систем встановила зв'язок, почала передавати значення в консоль з датчиків та знаходиться в режимі очікування руху на [PIR](#)-сенсорі. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 55 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Тепер необхідно підключитись в [Blynk](#) до нашої системи. Рис. 3.18. Робота в [Blynk](#) Як видно на рисунку 3.18, система передає температуру з датчику, рівень освітлення з сенсора, та роботу освітлення в [Blynk](#). Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 56 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 56 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.19. Перевірка роботи датчиків На рисунку 3.19 візуалізовано реакцію схеми відповідно до параметрів – рівень освітлення в кімнаті занадто низький тому йде живлення на реле світла, рівень опалення також занадто низький(в [Blynk](#) я встановив 30 градусів), тому подається живлення на реле опалення. Тепер я зміню параметри для перевірки роботи системи в режимі

Цитування: 0%

id: 30

«очікування».

Рис. 3.20. Тестування системи з різними даними Я додав достатньо освітлення, встановив межу температури в 19 градусів, а температуру в кімнаті на 20. Реакція системи відповідна – живлення не подаються на обидва реле. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 57 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Остання перевірка системи – перевірка розумного режиму освітлення, який реалізований за допомогою [PIR](#)-сенсору. Для цього необхідно переключити режим роботи в [Blynk](#) ([switch](#) на робочому полі) та провести імітацію руху. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 58 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Рис. 3.21. Робота [PIR](#)-сенсору Висновки до розділу У ході виконання третього розділу було проведено повну програмну реалізацію системи автоматизації на базі мікроконтролера [ESP32](#). Основним результатом роботи є створення стабільного алгоритму, який інтегрує локальне керування периферійними пристроями з хмарними сервісами інтернет-речей. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 59 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Проектування структури програмного забезпечення дозволило досягти високої швидкодії системи. Використання неблокуючого забезпечило паралельне виконання завдань: зчитування сенсорів [DHT22](#) та [LDR](#), оновлення інформації на [LCD](#)-дисплеї та підтримку активного [Wi-Fi](#) з'єднання без затримок у роботі основного циклу програми. Розроблений алгоритм автоматичного керування ефективно поєднує дані з декількох джерел. Логіка роботи підсистеми освітлення враховує не лише наявність руху, а й рівень фонові ілюмінації, що є ключовим фактором енергозбереження. У свою чергу, підсистема терморегуляції реалізує функцію прецизійного підтримки мікроклімату на основі динамічних уставок, що передаються з боку користувача. Важливим етапом стала розробка користувацького інтерфейсу на платформі [Blynk](#). Застосування віртуальних пінів ([Virtual Pins](#)) дозволило створити гнучку систему дистанційного налаштування робочих параметрів. Це забезпечило можливість змінювати порогові значення температури та світла в режимі реального часу, що значно підвищує адаптивність системи до умов експлуатації. Етап тестування в середовищі [Wokwi](#) підтвердив технічну справність усіх модулів та коректність логічних переходів у коді. Аналіз результатів симуляції показав стабільну синхронізацію між віртуальною апаратною частиною та мобільним інтерфейсом, що свідчить про готовність розробленого програмного продукту до впровадження в реальні системи автоматизації будівель. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 54 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА

ДОКУМЕНТУ ВИСНОВКИ У ході виконання дипломної роботи було повністю досягнуто поставленої мети - розробки та дослідження інтелектуальної системи автоматизованого керування освітленням та опаленням на базі сучасних IoT-технологій. Результати проведеної роботи дозволяють зробити наступні підсумки: Змн.

 Обнаружен Плагиат: **0,08%**

id: 31

Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 61 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ Розроб. Возняк С. В. Керівник Донченко В.Ю. Реценз. Козуб Ю.Г. Н. Контр. Зав. каф. Семенов М.А. ВИСНОВКИ Літ. Акрушів 4 ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ . На першому етапі було проведено ґрунтовний аналіз сучасних підходів до

автоматизації житлових приміщень. У ході теоретичного дослідження було розглянуто та порівняно існуючі системи керування, що дозволило виявити їхні переваги та недоліки. Особливу увагу приділено вивченню мікроконтролерних платформ, за результатами чого було обґрунтовано вибір контролера ESP32 як найбільш продуктивного рішення, що має вбудовані інтерфейси Wi-Fi та Bluetooth, необхідні для реалізації концепції

 Цитирования: **0%**

id: 32

«розумного будинку».

У процесі проектування було проведено детальне планування архітектури системи для типового житлового об'єкта. Сформовано функціональні вимоги та обрано оптимальний набір сенсорів (DHT22, LDR, PIR), що дозволило створити комплексну систему моніторингу навколишнього середовища. Розроблена структурна схема підтвердила можливість побудови надійної системи з мінімальною кількістю додаткових комунікаційних модулів. Програмна реалізація проекту дозволила втілити розроблені алгоритми в енергоефективний код. Було успішно реалізовано логіку автоматичного підтримання температурного режиму та інтелектуального керування світлом, що базується на комбінованому аналізі присутності людини та рівня природної освітленості. Інтеграція з хмарною платформою Blynk забезпечила виконання завдання щодо створення зручного користувацького інтерфейсу для дистанційного моніторингу та корекції параметрів системи в реальному часі. Експериментальна частина роботи, проведена в середовищі симуляції Wokwi, повністю підтвердила теоретичні розрахунки. Тестування продемонструвало стабільність мережевої взаємодії, точність спрацювання виконавчих реле та коректність відображення даних на локальному дисплеї та в мобільному додатку. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 62 ІТС.4КІ.0126.02-ПЗ НАЗВА ДОКУМЕНТУ НАЗВА ДОКУМЕНТУ Таким чином, усі завдання дипломної роботи виконано в повному обсязі. Розроблена система є функціонально завершеним прототипом, який доводить доцільність використання обраних технічних засобів для створення сучасних, доступних та енергоефективних систем автоматизації будівель.

Заявление об ограничении ответственности:

Этот отчет должен быть правильно истолкован и проанализирован квалифицированным специалистом, который несет ответственность за оценку!

Любая информация, представленная в этом отчете, не является окончательной и подлежит ручному просмотру и анализу. Пожалуйста, следуйте инструкциям: [Рекомендации по оценке](#)

Детектор Плагиата - Ваше право на оригинальность! ☐ SkyLine LLC