

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Приладобудівний факультет
Кафедра автоматизації та систем неруйнівного контролю**

«На правах рукопису»
УДК _____

До захисту допущено:
Завідувач кафедри
_____ Юрій КИРИЧУК
«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні»

зі спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

на тему: «Автоматизована система освітлення котеджу»

Виконав:

студент II курсу, групи ПМ-31мп
Малащенко Д.С. _____

Науковий керівник:

д.т.н., проф., завідувач кафедри АСНК
Киричук Ю.В. _____

Консультант з розділу розробки стартап проекту:

д.е.н., проф., завідувач кафедри економічної кібернетики
Бояринова К.О. _____

Рецензент:

Доцент, к.т.н.
Терещенко М.Ф. _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____ Малащенко Д.С.

Київ – 2024 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Приладобудівний факультет

Кафедра автоматизації та систем неруйнівного контролю

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Юрій КИРИЧУК

«__» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Малащенко Дмитру Сергійовичу**

1. Тема дисертації «Автоматизована система освітлення котеджу», науковий керівник дисертації Киричук Юрій Володимирович, завідувач кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю, доктор технічних наук, доцент затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____
2. Термін подання студентом дисертації _____
3. Об'єкт дослідження: автоматизована система освітлення котеджу, зокрема в межах ванної кімнати та вітальні.
4. Вихідні дані: предметом дослідження є наступні властивості та характеристики автоматизованої системи освітлення котеджу: безпека: система повинна забезпечувати належний рівень освітленості котеджу, особливо в нічний час та в умовах поганої видимості. Це важливо для забезпечення безпеки мешканців котеджу, особливо дітей та людей похилого віку. Економічність: система повинна ефективно використовувати електроенергію. Це важливо для зниження витрат на електроенергію та зменшення викидів парникових газів. Комфорт: система повинна створювати комфортні умови освітлення котеджу, що відповідає індивідуальним потребам та вимогам користувачів.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: провести аналіз проблематики автоматизованих систем освітлення та визначити актуальність їх застосування в

сучасних котеджах. Виконати огляд існуючих аналогів і технологій, доступних для створення автоматизованих систем освітлення. Обґрунтувати вибір комплектуючих для систем освітлення у ванній кімнаті та вітальні. Розробити структурну, функціональну та електрично-принципову схеми для обраних приміщень. Реалізувати програмний код для управління системами освітлення. Забезпечити синхронізацію роботи систем через загальний протокол передачі даних. Розробити захищений корпус для електроніки у ванній кімнаті. Розробити стартап-проект впровадження створених систем у масове виробництво. Виконати оцінку ефективності створених рішень, включаючи економічний, екологічний і технічний аспекти.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 6 плакатів А1.

7. Орієнтовний перелік публікацій: РОЗУМНИЙ КОТЕДЖ: АВТОМАТИЗАЦІЯ ВСІХ АСПЕКТІВ // Малащенко Д.С., Киричук Ю.В. - Збірник праць XVII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених “Погляд у майбутнє приладобудування”, 14-15 травня 2024р. - К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2024. – 261 с. (С. 172 - 175)

8. Консультанти розділів дисертації:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розробка стартап-проєкту	Бояринова К.О. завідувач кафедри економічної кібернетики		

9. Дата видачі завдання 01.09.2024

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів дисертації	Примітка
1	Отримання теми	01.09.2024	
2	Пошук літератури	13.09.2024–19.09.2024	
3	Розробка автоматизованої системи освітлення	20.09.2024–20.10.2024	
4	Розробка структурної схеми системи	20.10.2024–25.10.2024	
5	Розробка функціональної схеми	26.10.2024–02.11.2024	
6	Розробка електричної принципової схеми	03.11.2024–10.11.2024	
7	Розробка програмного коду	11.11.2024–17.11.2024	
8	Розробка стартап-проєкту	18.11.2024–20.11.2024	
9	Підготовка ПЗ	20.11.2024–24.11.2024	

Студент

Дмитро МАЛАЩЕНКО

Керівник

Юрій КИРИЧУК

АНОТАЦІЯ

Актуальність теми

Тема цієї магістерської роботи стосується розробки автоматизованої системи освітлення котеджу, що є актуальною з огляду на потребу в енергоефективності, комфорті та безпеці сучасного житла. Оптимізація освітлення важлива для поліпшення якості життя, раціонального використання енергії та створення привабливого середовища в житлових приміщеннях. Традиційні методи управління освітленням обмежені через низьку ефективність, потребу у ручному керуванні або відсутність адаптації до змінних умов середовища. У зв'язку з цим впровадження інтелектуальних систем освітлення з використанням сучасних датчиків і мікроконтролерів стає важливим завданням.

Розвиток цифрових технологій відкриває нові можливості для створення більш доступних, ефективних та інноваційних рішень в освітленні. У рамках цієї роботи розроблено дві системи автоматизованого освітлення для котеджу: одна для ванної кімнати, інша для вітальні. Ці системи базуються на використанні Arduino, датчиків присутності, рівня освітлення та інших компонентів для автоматизації процесів освітлення, забезпечуючи комфорт і зручність користувачів.

Мета і задачі дослідження

Метою дослідження є створення автоматизованої системи освітлення котеджу, яка забезпечує енергоефективність, комфорт і надійність роботи в умовах житлового середовища.

Для досягнення цієї мети були вирішені наступні завдання:

- Аналіз існуючих систем автоматизації освітлення в котеджах.
- Вибір оптимальних компонентів та сенсорів для реалізації систем освітлення у ванній кімнаті та вітальні.
- Розробка структурної, функціональної та принципової схем систем.
- Написання програмного забезпечення для управління системами освітлення.

Об'єкт дослідження

Процеси автоматизації управління освітленням в житлових приміщеннях котеджу.

Предмет дослідження

Методи автоматизації освітлення за допомогою датчиків, мікроконтролерів і програмного забезпечення для адаптації освітлення до змінних умов середовища.

Методи дослідження

Робота базується на системному аналізі існуючих рішень, електронному проектуванні, програмуванні мікроконтролерів, а також тестуванні розроблених систем у модельних умовах.

Наукова новизна одержаних результатів

- Розроблено дві автоматизовані системи освітлення для різних функціональних зон котеджу (ванної кімнати та вітальні), які забезпечують адаптивне управління освітленням залежно від умов середовища.
- Запропоновано інтеграцію сенсорів руху, рівня освітлення та вологонепроникного корпусу для підвищення надійності в умовах підвищеної вологості.
- Розроблено алгоритм поступового регулювання яскравості LED-стрічок для естетичного та комфортного освітлення.
- Реалізовано систему автоматизованої вентиляції приміщення в залежності від рівня вологості.

Ключові слова: автоматизована система освітлення, Arduino, датчики руху, рівень освітлення, енергоефективність, комфорт, мікроконтролери, адаптивне управління, інтелектуальне освітлення, ванна кімната, вітальня, LED, PIR, I2C.

ABSTRACT

Relevance of the topic

The topic of this master's thesis concerns the development of an automated lighting system for a cottage, which is relevant given the need for energy efficiency, comfort and safety of modern housing. Optimizing lighting is important for improving the quality of life, rationalizing energy use, and creating an attractive environment in residential areas. Traditional lighting control methods are limited due to low efficiency, the need for manual control, or the lack of adaptation to changing environmental conditions. In this regard, the introduction of intelligent lighting systems using modern sensors and microcontrollers is becoming an important task.

The development of digital technologies opens up new opportunities for creating more affordable, efficient and innovative lighting solutions. As part of this work, we developed two automated lighting systems for the cottage: one for the bathroom and one for the living room. These systems are based on the use of Arduino, presence sensors, light levels, and other components to automate lighting processes, providing comfort and convenience to users.

Research goal and objectives

The aim of the study is to create an automated lighting system for a cottage that provides energy efficiency, comfort and reliability in a residential environment.

To achieve this goal, the following tasks were solved:

- Analysis of existing lighting automation systems in cottages.
- Selection of optimal components and sensors for the implementation of lighting systems in the bathroom and living room.
- Development of structural, functional and schematic diagrams of the systems.
- Writing software to control lighting systems.

Object of research

Processes of automation of lighting control in the living quarters of a cottage.

Subject of research

Methods of lighting automation using sensors, microcontrollers and software to adapt lighting to changing environmental conditions.

Research methods

The work is based on a systematic analysis of existing solutions, electronic design, microcontroller programming, and testing of the developed systems in model conditions.

Scientific novelty of the results

- Two automated lighting systems have been developed for different functional areas of the cottage (bathroom and living room), which provide adaptive lighting control depending on environmental conditions.
- The integration of motion sensors, light level, and a waterproof housing is proposed to increase reliability in high humidity conditions.
- An algorithm for gradually adjusting the brightness of LED strips for aesthetic and comfortable lighting has been developed.
- The system of automated ventilation of the room depending on the humidity level is implemented.

Keywords: automated lighting system, Arduino, motion sensors, lighting level, energy efficiency, comfort, microcontrollers, adaptive control, intelligent lighting, bathroom, living room, LED, PIR, I2C.

Зміст

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ТА ІСНУЮЧА ПРОБЛЕМАТИКА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ КОТЕДЖІВ. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ВИДІВ ОСВІТЛЕННЯ КОТЕДЖІВ. АНАЛІЗ АНАЛОГІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ.....	7
1.1. Актуальність теми автоматизованого освітлення котеджу.....	9
1.2. Проблематика теми автоматизованого освітлення котеджу.....	10
1.3. «Розумний» котедж. Визначення всіх аспектів	16
1.3.1. Переваги та недоліки «розумних» котеджів.....	18
1.3.2. Огляд існуючих систем для «розумного» котеджу	20
1.3.3. Прототипи плат та протоколи передачі інформації.....	23
1.4. Аналіз аналогів автоматизованих систем освітлення котеджу.....	26
Висновки до першого розділу.....	38
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ КОТЕДЖУ	40
1.5. Огляд будови приміщень	41
1.6. Вибір комплектуючих автоматизованої системи освітлення котеджу	44
1.6.1. Вибір та огляд основних характеристик мікроконтролеру автоматизованої системи освітлення котеджу.....	44
1.6.2. Вибір та огляд основних характеристик стабілізатора напруги автоматизованої системи освітлення котеджу	50
1.6.3. Вибір та огляд основних характеристик кварцового тактового резонатора автоматизованої системи освітлення котеджу	51
1.6.4. Вибір та огляд основних характеристик МДН-транзисторів автоматизованої системи освітлення котеджу	54
1.6.5. Вибір та огляд основних характеристик датчика рівня освітлення автоматизованої системи освітлення котеджу.....	59
2.2.6 Вибір та огляд основних характеристик PIR-датчиків автоматизованої системи освітлення котеджу	61
2.2.7 Вибір та огляд основних характеристик датчиків руху автоматизованої системи освітлення котеджу	62
2.2.8 Вибір та огляд основних характеристик модуля реального часу автоматизованої системи освітлення котеджу.....	65
2.2.9 Вибір та огляд основних характеристик магнітних датчиків	

автоматизованої системи освітлення котеджу	67
2.2.10 Вибір та огляд основних характеристик датчика вологості автоматизованої системи освітлення котеджу	69
2.2.11 Вибір та огляд основних характеристик витяжного вентилятора автоматизованої системи освітлення котеджу	70
2.2.12 Вибір та огляд основних характеристик твердотільного реле автоматизованої системи освітлення котеджу	72
2.2.13 Вибір та огляд основних характеристик світильних елементів автоматизованої системи освітлення котеджу	73
2.3 Розробка схем автоматизованої системи освітлення котеджу	74
2.3.6 Розробка структурної схеми автоматизованої системи освітлення котеджу	75
2.3.7 Розробка функціональної схеми автоматизованої системи освітлення котеджу	77
2.3.8 Розробка електрично-принципової схеми автоматизованої системи освітлення котеджу	79
2.4. Розробка конструкторської документації проєкту системи автоматизованого освітлення котеджу	81
2.4.1. Розробка та проєктування вологостійкого корпусу для автоматизованої системи освітлення ванної кімнати	83
Висновки до другого розділу	91
Розділ 3. ПРОГРАМНА РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ КОТЕДЖУ	94
3.1 Розробка програмного коду для автоматизованої системи освітлення котеджу	94
3.2 Опис логіки автоматизованої системи освітлення котеджу	98
Висновки до третього розділу	99
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЄКТУ	101
4.1. Опис ідеї проєкту технології	101
4.2. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проєкту	110
4.3. Розроблення ринкової стратегії проєкту	125
4.4. Розроблення маркетингової програми стартап-проєкту	129
4.5. Організація реалізації стартап проєкту	136
Висновки до четвертого розділу	139
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	141

ВСТУП

Сучасні технології автоматизації поступово інтегруються у всі аспекти нашого життя, створюючи більш комфортне, ефективне та безпечне середовище. Однією з найпоширеніших і перспективних сфер застосування цих технологій є автоматизовані системи освітлення, які вже стали невід'ємною частиною розумного котеджу. Автоматизація освітлення забезпечує не лише комфорт, а й значну економію енергії, що робить такі системи особливо привабливими для приватних будинків і котеджів, де освітлення займає важливе місце в архітектурному та функціональному дизайні. У котеджі, як і в будь-якій іншій будівлі, освітлення відіграє ключову роль у створенні атмосфери, забезпеченні зручності та підвищенні якості життя користувачів. Утім, традиційні системи освітлення мають ряд обмежень, таких як потреба в ручному ввімкненні та вимкненні світла, низька ефективність використання енергії та обмежена функціональність. Автоматизована система освітлення, у свою чергу, дозволяє розширити ці можливості, поєднуючи сучасні технології, такі як датчики руху, регулятори яскравості, таймери та бездротові протоколи зв'язку. Завдяки цьому мешканці котеджу можуть насолоджуватися гнучким управлінням світлом, яке адаптується до їхніх потреб і умов. Однією з головних переваг автоматизованих систем освітлення є можливість створення сценаріїв освітлення, які відповідають конкретним ситуаціям. Наприклад, система може автоматично знижувати яскравість у кімнатах у вечірній час для створення затишної атмосфери або вмикати світло в коридорі при виявленні руху вночі. Це не лише підвищує комфорт, але й забезпечує безпеку, оскільки система може миттєво реагувати на присутність людей. Крім того, інтеграція автоматизованого освітлення з іншими компонентами розумного котеджу, такими як системи безпеки або клімат-контроль, дозволяє створити справді інтелектуальне середовище. Технологічний прогрес відкриває широкі можливості для реалізації таких систем. Використання мікроконтролерів, таких як Raspberry Pi та Arduino, дає змогу розробляти доступні та функціональні рішення для автоматизації освітлення. Завдяки бездротовим протоколам, як-от Zigbee та Z-Wave, можна об'єднувати пристрої в одну мережу, яка охоплює весь котедж. Ці технології забезпечують стабільний зв'язок між лампами, датчиками руху, вимикачами та центральним вузлом керування, дозволяючи налаштувати освітлення відповідно до потреб мешканців.

Автоматизована система освітлення котеджу – це сучасне рішення для комфортного життя та інструмент, який допомагає заощаджувати ресурси та підвищувати безпеку. Її впровадження відкриває нові горизонти в управлінні простором, дозволяючи власникам котеджів адаптувати освітлення до своїх потреб, створювати комфортну атмосферу й ефективно використовувати енергоресурси. Це підкреслює важливість і перспективність автоматизації в сучасному світі.

РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ТА ІСНЮЮЧА ПРОБЛЕМАТИКА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ КОТЕДЖІВ. ОГЛЯД ІСНЮЮЧИХ ВИДІВ ОСВІТЛЕННЯ КОТЕДЖІВ. АНАЛІЗ АНАЛОГІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ

У сучасному світі автоматизація систем освітлення в житлових будинках набувала великого значення, особливо в приватних будинках та котеджах. Усвідомлення важливості екологічної відповідальності, оптимізації енергоспоживання та поліпшення якості життя зростає з кожним роком. У цьому контексті технології автоматизації освітлення відіграють вагомий роль, оскільки вони забезпечують не тільки зниження витрат на електроенергію, але й підвищують рівень комфорту, безпеки та функціональності житлових приміщень. Автоматизоване освітлення, що включає сучасні світлодіодні лампи, системи інтелектуального контролю та інтеграцію з датчиками руху, дозволяє створити оптимальні умови освітлення у будь-який час доби, адаптуючись до індивідуальних потреб мешканців.

У цьому контексті технології автоматизованого освітлення відіграють вагомий роль, оскільки вони забезпечують не тільки зниження витрат на електроенергію, але й підвищують рівень комфорту, безпеки та функціональності житлових просторів. Для кращого зрозуміння еволюції освітлювальних технологій наведено ілюстрацію (див. рис. 1.1) шлях розвитку освітлення від відкритого полум'я до сучасних світлодіодних ламп. [1]

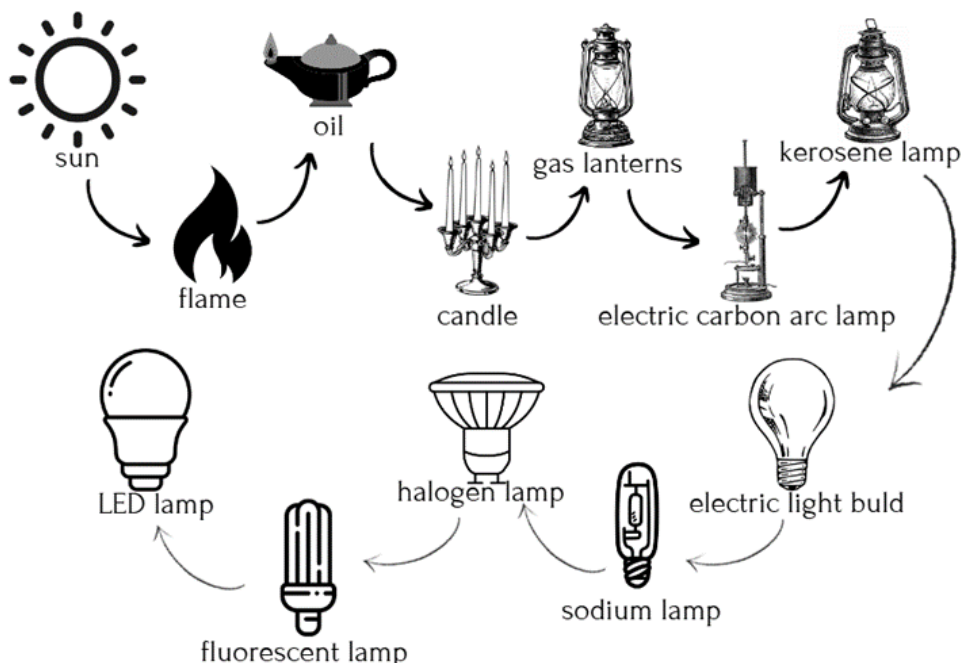


Рис. 1.1 - Ілюстрація еволюції систем освітлення

З огляду на зростання попиту на енергоефективні рішення, розумне освітлення стало ключовою складовою в проектуванні котеджів. Традиційні джерела освітлення, такі як лампи розжарювання, поступово поступаються місцем світлодіодам, що відрізняються значно меншою витратою електроенергії та тривалішим терміном служби. Разом з цим активно розвиваються й технології автоматичного регулювання інтенсивності світла залежно від часу доби, зовнішнього освітлення та присутності людей у приміщенні. Такі рішення не лише підвищують енергоефективність, але й створюють більш комфортну атмосферу в будинку, адже мешканці отримують можливість гнучкого налаштування освітлення відповідно до їхніх потреб.

Окремо варто розглянути важливість автоматизованих систем освітлення для забезпечення безпеки пересування, особливо у складних для освітлення зонах. Безпека пересування в умовах недостатнього освітлення є важливим фактором при проектуванні освітлювальних систем у котеджах. Зокрема, наявність автоматичних систем включення освітлення при виявленні руху дозволяє мінімізувати ризики травм та забезпечити комфортний доступ до різних частин будинку навіть у нічний час.

Розглядаючи існуючі види освітлення, які застосовуються у котеджах, можна

виділити кілька основних напрямків. Перш за все, це загальне освітлення, яке забезпечує базовий рівень видимості у приміщенні. Далі йдуть локальне або акцентне освітлення, що використовується для підкреслення окремих елементів інтер'єру чи функціональних зон. Нещодавно на ринку з'явилися інтелектуальні системи освітлення, які дозволяють програмувати режими освітлення для різних зон будинку з можливістю їх дистанційного керування, що додає ще більше комфорту в користуванні.

Поряд з цим, аналіз сучасних аналогів автоматизованих систем освітлення дозволяє зрозуміти, як вони працюють, їхні переваги та обмеження. Деякі з цих систем мають інтеграцію з мобільними додатками, що дозволяє власникам будинків керувати освітленням на відстані, змінювати налаштування яскравості або встановлювати різні режими відповідно до певних сценаріїв. Інші системи використовують алгоритми машинного навчання, щоб аналізувати поведінку мешканців і автоматично адаптувати освітлення під їхні звички. Подібні рішення дають змогу не лише економити ресурси, але й роблять освітлення по-справжньому інтелектуальним, адже вони постійно підлаштовуються під умови, що змінюються.

Таким чином, автоматизовані системи освітлення у котеджах відкривають широкі можливості для створення комфортного, ефективного та безпечного простору. Це дозволяє не лише економити енергію, але й забезпечувати більш високий рівень безпеки та зручності для мешканців.

1.1. Актуальність теми автоматизованого освітлення котеджу

Актуальність теми автоматизованого освітлення котеджів обумовлена сучасними тенденціями в енергоефективності, зручності управління та покращення безпеки житла. Застосування автоматизованих систем освітлення дозволяє суттєво знизити споживання електроенергії, адже такі системи можуть адаптувати рівень освітлення залежно від часу доби, присутності людей у приміщеннях чи зовнішніх погодних умов. Це не тільки економічно вигідно, але й сприяє охороні довкілля

шляхом зменшення енергетичного сліду.

Окрім того, автоматизація освітлення підвищує комфорт проживання, оскільки системи "розумного будинку" дозволяють керувати світлом віддалено — за допомогою смартфона, голосових команд або через попередньо налаштовані сценарії. Це створює особливо зручні умови для мешканців, які можуть легко змінювати налаштування світла під власні потреби.

Ще один аспект актуальності — підвищення безпеки котеджу. Системи автоматизованого освітлення можуть включати функції імітації присутності, коли мешканці відсутні, що допомагає запобігти несанкціонованим проникненням. Інтеграція освітлення з системами охорони й камерами спостереження також підвищує загальну безпеку будинку.

Таким чином, автоматизоване освітлення є важливим елементом сучасного "розумного" котеджу, яке відповідає тенденціям сталого розвитку, підвищення комфорту й безпеки, що робить його актуальним вибором для власників будинків.

1.2. Проблематика теми автоматизованого освітлення котеджу

Проблематика автоматизованого освітлення котеджу охоплює низку технічних, економічних та нормативних аспектів, що виникають при впровадженні таких систем у житлових будинках. Автоматизація освітлення дозволяє не лише підвищити комфорт та зручність, але й оптимізувати енерговитрати. Проте реалізація такої системи пов'язана з численними викликами, які варто розглянути для глибшого розуміння потенційних проблем і шляхів їх вирішення.

- **Безпека.** Автоматизоване освітлення повинно бути налаштоване таким чином, щоб не створювати загрозу для мешканців будинку. Некоректно налаштовані системи можуть призводити до проблем, таких як ненавмисне залишення світла увімкненим або його включення в непотрібні моменти, що збільшує споживання енергії. Більш того, автоматизація освітлення не повинна впливати на безпеку в нічний час.

Оскільки багато систем дозволяють налаштовувати сценарії для певних періодів часу, важливо, щоб освітлення не ставало перешкодою для нічного відпочинку мешканців і не спричиняло зайвого освітлення вночі. Ще одна проблема безпеки пов'язана з інтеграцією автоматизованих систем освітлення в загальну систему безпеки будинку. Однак, якщо автоматизація освітлення не синхронізується з іншими системами безпеки (охорони, відеоспостереження), це може призвести до вразливості, коли потенційний зловмисник може маніпулювати освітленням для створення враження присутності або відсутності людей у домі.

Однією з основних вимог до систем автоматизованого освітлення є дотримання норм освітленості й кольоропередачі в житлових і загальних приміщеннях. В Україні використовуються норми освітлення "Природне і штучне освітлення" СНіП II-4-79 для проектування нових та реконструйованих будівель і споруд. Однак, ці норми є застарілими і не відповідають сучасним вимогам. Враховуючи це, в кінці 2002 року Міжнародна комісія з освітлення (CIE) випустила міжнародний стандарт освітлення ISO 8995:2003, який докладніше регулює освітлення та встановлює вимоги щодо обмеження неприємного блиску та коефіцієнта передачі кольору. [2]

Стандарти ISO 8995:2003 (див. таблиця 1.1) встановлюють вимоги до рівня освітленості в різних приміщеннях з метою забезпечення комфорту, збереження здоров'я очей та покращення загального самопочуття людей. Для житлових приміщень рекомендований рівень освітленості зазвичай становить від 150 до 300 люксів, залежно від функціонального призначення кімнати. Наприклад, у вітальні освітлення може бути більш розсіяним і менш інтенсивним, тоді як у кухні та робочих зонах необхідний більш високий рівень освітлення для безпечного виконання різних завдань.

Таблиця 1.1 - Норми освітленості і кольоропередачі в загальних і житлових приміщеннях за ISO 8995:2003

Типи приміщень, просторів, видів діяльності	Еср, Лк, мін..	Еср, Лк, макс..	UGRL	Ra
Передпокої	50	100	22	60
Вітальні	100	200	22	80
Коридори	50	100	28	40
Сходові прольоти, ескалатори	50	150	25	40
Столові	100	200	22	80
Кімнати відпочинку	100	100	22	80
Кімнати для фізичних вправ	-	300	22	80
Гардероби, ванні, туалети	50	200	25	80

Варто зазначити, що запропоновані стандарти слугують рекомендаціями, а не обмеженнями. Параметри освітлення можуть бути збільшені або адаптовані у кожному конкретному випадку відповідно до потреб та вимог користувачів будівель. Тим не менш, застосування стандартів ISO 8995:2003 є важливим кроком для підвищення якості освітлення та забезпечення відповідності сучасним вимогам у сфері будівництва і дизайну інтер'єрів.

Також важливо врахувати кольоропередачу світла, яка повинна бути максимально наближеною до природного денного світла, щоб забезпечити комфорт і мінімізувати навантаження на зір. Кольоровий індекс CRI (Color Rendering Index) рекомендується на рівні не нижче 80 для житлових приміщень, що сприяє комфортному візуальному сприйняттю. З огляду на це, автоматизовані системи освітлення мають не тільки відповідати вимогам рівня освітленості, але й забезпечувати стабільні показники CRI, що може ускладнити підбір обладнання. [3]

- Вартість електроенергії.** Вартість електроенергії є одним із найбільш вагомих факторів, що впливають на прийняття рішення щодо впровадження автоматизованих систем освітлення в котеджах. Станом на 2024 рік тарифи на електроенергію в Україні продовжують зростати, що обумовлено як економічними, так і зовнішніми факторами. [4] Це робить оптимізацію споживання енергії надзвичайно актуальною для багатьох домогосподарств. Використання автоматизованих систем освітлення дозволяє значно знизити енерговитрати, адже такі системи можуть автоматично вимикати або знижувати яскравість світильників, коли в кімнаті нікого немає. (див. рис. 1.2)



Рис. 1.2 - Зростання цін на електроенергію за період 1996-2021

Однак початкова вартість встановлення автоматизованої системи може бути високою, що є суттєвим бар'єром для впровадження. Крім того, технічне обслуговування та можливі оновлення програмного забезпечення для забезпечення належної роботи системи можуть також додатково підвищувати загальні витрати. В умовах постійного зростання тарифів на електроенергію витрати на впровадження системи можуть бути компенсовані завдяки скороченню споживання енергії у довгостроковій перспективі, але тільки після певного часу окупності.

- **Енергозбереження.** Автоматизовані системи освітлення сприяють значному зниженню споживання електроенергії. Використання LED-ламп, які є найбільш енергоефективними серед сучасних джерел світла, забезпечує в кілька разів менші витрати електроенергії порівняно з традиційними лампами розжарювання. Наприклад, освітлення рівнем 630 люменів споживає 60 Вт для лампи розжарювання, тоді як LED-лампа забезпечує таку ж яскравість при споживанні лише 7 Вт. (див. рис. 1.3)






 LED WATT	 CFL WATT	 HALOGEN WATT	 INCANDESCENT WATT	 LUMENS (LIGHT)
4	6	18	25	250
5	10	29	40	450
7	14	43	60	630
11	22	53	75	1100
18	26	72	100	1600
22	30	100	125	2000
27	35	140	150	2600

Рис. 1.3 - Порівняння різних видів ламп (ламп розжарювання, галогенових, люмінісцентних та LED ламп)

Система автоматизації може налаштувати світло так, щоб воно максимально використовувало природне освітлення вдень, знижуючи інтенсивність або повністю вимикаючи штучне світло. У нічний час датчики руху забезпечують освітлення лише тоді, коли це необхідно, що зменшує зайві витрати.

Окрім економічних переваг, автоматизовані системи сприяють екологічній стійкості. Завдяки меншому споживанню електроенергії зменшуються викиди парникових газів, пов'язані з виробництвом електрики. Це особливо важливо в умовах глобального потепління та зростаючого попиту на енергоресурси (див. рис. 1.4). [5]

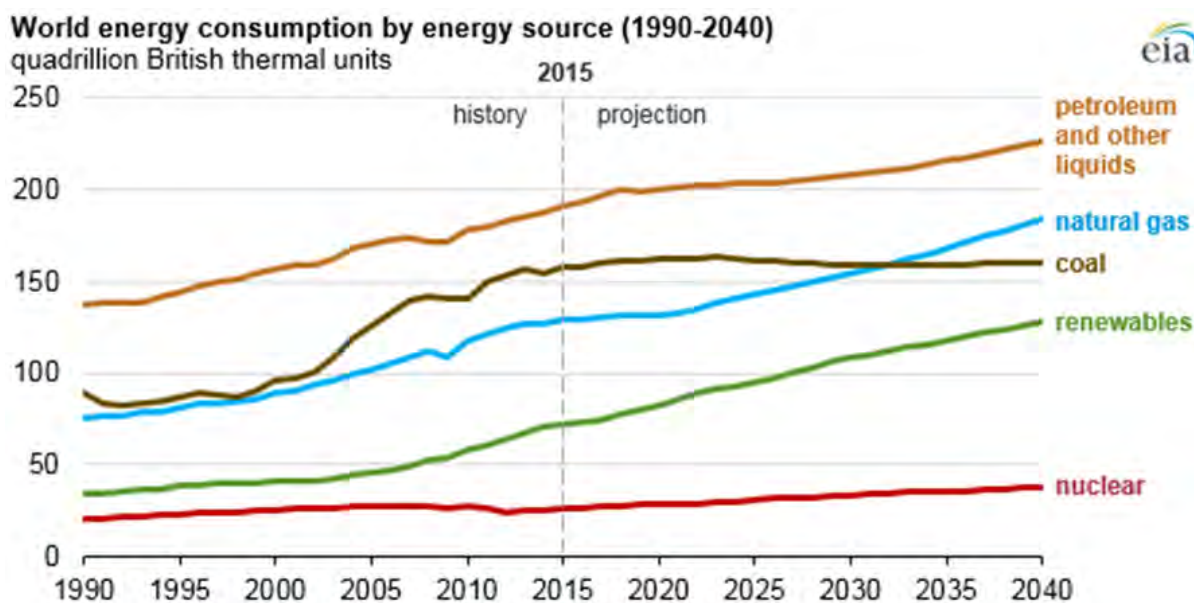


Рис. 1.4 - Графік зростаючого попиту на енергоресурси

- Забезпечення надійності та зручності управління.** Система автоматизованого освітлення має бути простою в управлінні та надійною, щоб користувачі могли ефективно використовувати її функції. Низька зручність налаштувань або складний інтерфейс можуть негативно вплинути на сприйняття системи користувачами, особливо якщо виникають збої або складнощі в програмному забезпеченні. Забезпечення зручного інтерфейсу, або ж взагалі його відсутність, який дозволить легко налаштовувати освітлення за потребою, також є важливим аспектом, адже користувачі можуть швидко втратити інтерес до системи, якщо її управління здаватиметься надто складним.

Отже, проблематика автоматизованого освітлення котеджу охоплює складності дотримання освітлювальних норм, економічні бар'єри через зростання вартості електроенергії та питання надійності й зручності користування системою. Незважаючи на ці виклики, правильний підхід до проектування та налаштування автоматизованого освітлення може допомогти значно покращити якість життя, енергоефективність та комфорт проживання в сучасному котеджі.

1.3. «Розумний» котедж. Визначення всіх аспектів

У сучасному світі, де збереження енергії та підвищення комфорту в приватних будинках є важливими аспектами, автоматизація житлових приміщень стає невід'ємною частиною «розумних» котеджів. Інтеграція різноманітних систем управління — таких як освітлення, обігрів, вентиляція, полив, розумні розетки та ворота — в єдину автоматизовану екосистему дає змогу забезпечити високий рівень комфорту, а також оптимізувати енергоспоживання. Цей підхід дозволяє зробити будинок більш ефективним і зручним, відповідаючи на сучасні вимоги до енергоефективності та технологічних інновацій. Взагалі, «розумний» котедж — це житлове приміщення, яке обладнане спеціальними технологіями, які дозволяють автоматизувати та оптимізувати різні аспекти повсякденного життя, такі як освітлення, опалення, охорона, побутова техніка, система водопостачання, вентиляція та інші елементи домашнього побуту. Такі системи дозволяють користувачеві налаштувати всі системи на автоматичний режим, щоб забезпечити максимальний комфорт при мінімальних витратах на енергію. Наприклад, освітлення може включатися лише тоді, коли хтось перебуває в кімнаті, а система кондиціонування — лише коли температура в приміщенні підвищується до певного рівня.

Система «розумного» котеджу складається з трьох основних типів пристроїв:

- Контролер (хаб), приклад якого зображено на рис. 1.5 — це центральний керуючий пристрій, який забезпечує зв'язок між усіма елементами системи, а також з'єднує її з зовнішнім світом. Контролер відповідає за обробку даних та управління різними пристроями, інколи через бездротові технології або інші протоколи зв'язку.



Рис. 1.5 – Зображення контролера TuYa ZigBee 3.0 Smart Hub

- Датчики (сенсори) — пристрої, які фіксують інформацію про навколишнє середовище. Вони можуть вимірювати температуру, вологість, освітленість, рух, приклад різних датчиків руху зображено на рис. 1.6, рівень газів і багато іншого. Завдяки датчикам система здатна реагувати на зміни в середовищі та адаптувати роботу інших пристроїв відповідно до умов.



Рис. 1.6 – Зображення різних фото-датчиків руху

- Актуатори (виконавчі пристрої) — це пристрої, які виконують конкретні дії за командами контролера. Вони складають найбільшу категорію пристроїв в системі і включають в себе розумні вимикачі, розетки, клапани для труб, сирени, клімат-контролери, автоматичні жалюзі, електронні двері та багато інших пристроїв. Актуатори забезпечують фізичне вплив на об'єкти в будинку, виконуючи задані функції в залежності від команди від хаба чи стану датчиків.

Ці три основні компоненти, коли працюють в повній інтеграції та взаємодії між собою, дозволяють створити ефективну, зручну та інтелектуальну систему, яка автоматизує численні аспекти домашнього господарства.

1.3.1. Переваги та недоліки «розумних» котеджів

Сучасні "розумні" технології кардинально змінюють уявлення про комфорт, безпеку та ефективність управління житлом. У "розумному" котеджі автоматизовані системи дозволяють інтегрувати освітлення, клімат-контроль, безпеку та мультимедіа в єдину екосистему, яку можна контролювати з будь-якої точки світу. Однак, незважаючи на численні переваги, такі технології мають і свої обмеження, які варто врахувати перед впровадженням. Нижче розглянуто ключові переваги та недоліки "розумних" котеджів.

Переваги:

1. **Енергоефективність.** Завдяки системі "розумного" котеджу можна оптимізувати енергоспоживання, автоматичне регулювання освітлення, опалення та кондиціонування повітря. Наприклад, в приміщенні де немає людей світло автоматично вимикається, а "розумний" термостат налаштовує температуру в залежності від часу доби та присутності мешканців. Такі функції дозволяють знизити витрати на комунальні послуги та сприяють екологічній стійкості.
2. **Зручність і комфорт.** Можливість керування через мобільний додаток

чи голосові команди робить використання всіх систем будинку зручним і простим. Мешканці можуть створювати індивідуальні сценарії, наприклад, автоматичне затемнення світла в спальні перед сном або ввімкнення опалення перед поверненням додому. Інтеграція з іншими "розумними" пристроями, такими як кавомашина чи музична система, додає додаткового комфорту.

3. **Безпека.** "Розумні" системи безпеки є одним із найважливіших компонентів таких котеджів. Камери відеоспостереження з функцією нічного бачення, датчики руху, смарт-замки та тривожні кнопки дозволяють захистити будинок від небажаних проникнень. Сповіщення у реальному часі допомагають швидко реагувати на надзвичайні ситуації, наприклад, витoki води чи газу.
4. **Естетика та сучасність.** Автоматизовані системи не лише полегшують життя, але й додають естетичності. Мінімалізм панелей керування, приховані датчики й світильники створюють сучасний вигляд, що відповідає останнім трендам у дизайні житла.

Недоліки:

1. **Висока вартість встановлення.** Інтеграція "розумних" систем потребує значних початкових інвестицій. Вартість обладнання, встановлення та програмування систем може бути високою, що обмежує доступ до цієї технології для багатьох людей. Хоча ціни на "розумні" пристрої знижуються, вони все ще залишаються значною витратою.
2. **Ризики кібербезпеки.** Підключення "розумного" котеджу до мережі Інтернет робить його вразливим до кібер-атак. Зловмисники можуть отримати доступ до даних, відключити сигналізацію або навіть контролювати пристрої. Для зниження ризиків потрібне впровадження додаткових заходів безпеки, таких як шифрування даних та регулярне оновлення програмного забезпечення.

3. **Сумісність пристроїв.** Не всі пристрої різних виробників сумісні між собою, що може ускладнити інтеграцію всіх компонентів у єдину систему. Наприклад, використання різних протоколів зв'язку або платформ управління може створювати технічні труднощі під час налаштування.
4. **Складність управління для літніх людей.** Старше покоління може зіткнутися з труднощами у використанні технологій, особливо якщо системи складні у налаштуванні або потребують певних технічних знань.

Отже, "розумний" котедж поєднує в собі високий рівень комфорту, безпеки, енергоефективності та сучасності. Він надає можливість жити в домі, який адаптується до потреб своїх мешканців. Проте впровадження таких технологій вимагає ретельного планування, врахування початкових витрат та потенційних технічних викликів. Баланс між інноваціями та реальними потребами дозволить зробити "розумний" котедж максимально функціональним та зручним.

1.3.2. Огляд існуючих систем для «розумного» котеджу

Сучасні технології "розумного" котеджу пропонують інноваційні рішення для автоматизації побутових процесів, підвищення енергоефективності та покращення комфорту мешканців. Завдяки широкому вибору систем і пристроїв кожен котедж може бути налаштований відповідно до потреб і стилю життя його власників. Далі будуть розглянуті ключові елементи, які найчастіше інтегруються у "розумний" котедж:

1. **Розумні розетки (див. рис. 1.7).** [6] Ці пристрої забезпечують контроль над побутовими приладами за допомогою мобільних додатків або голосових асистентів. Завдяки розумним розеткам можна дистанційно вмикати чи вимикати прилади, налаштовувати графіки роботи, а також автоматизувати відключення техніки, яка не використовується. Наприклад, можна

запланувати вимкнення обігрівача на ніч або дистанційно вимкнути залишену увімкненою праску. Це сприяє зручності, енергоефективності та безпеці.



Рис. 1.7 - Розумна Wi-Fi міні розетка з функцією моніторингу використаної енергії TP-link Tapo

2. **Розумна побутова техніка.** Сучасні прилади, наприклад такі як холодильники, пральні машини, посудомийні машини чи кавоварки, інтегровані в "розумний" котедж, здатні працювати автономно, реагуючи на задані умови. Наприклад, "розумний" холодильник може попередити про закінчення певних продуктів, регулювати температуру в залежності від наповнення чи надсилати сповіщення про відкриті дверцята. Це не лише полегшує побут, але й допомагає уникати зайвих витрат енергії.
3. **Розумний полив (див. рис. 1.8).** [7] Автоматизовані системи поливу дозволяють доглядати за садом чи газоном з мінімальним втручанням людини. Такі системи використовують дані про вологість ґрунту та погодні умови для оптимізації використання води. Наприклад, полив може бути припинений у разі дощу або запущений рано вранці, коли втрати води від випаровування мінімальні. Це сприяє збереженню природних ресурсів і забезпеченню здорового росту рослин.



Рис. 1.8 - Автоматизована система поливу HUNTER

4. **Автоматизоване освітлення.** Освітлення вважається одним із найважливіших елементів "розумного" котеджу, оскільки воно не лише створює комфортну атмосферу, а й сприяє ефективному використанню енергії. Системи автоматизованого освітлення можуть увімкнути світло, коли хтось входить у кімнату, або налаштувати яскравість відповідно до рівня природного освітлення.

Інтеграція таких систем дозволяє створювати сценарії освітлення, наприклад:

- **Режим вечірнього відпочинку,** коли світло приглушене і створює розслаблюючу атмосферу.
- **Режим роботи,** який забезпечує яскраве освітлення робочих зон.
- **Нічний режим,** що передбачає мінімальну яскравість для пересування без напруження очей.

Сучасні технології дозволяють також інтегрувати освітлення з іншими системами. Наприклад, світло може автоматично змінюватися при перегляді фільму, створюючи ефект кінотеатру, або вмикатися у дворик уночі при спрацьовуванні датчиків руху. Саме тому я вважаю, що освітлення котеджу є одним із найважливіших систем, оскільки воно виконує одразу кілька критичних функцій, такі як комфорт, який створює затишну атмосферу, адаптуючись до потреб

мешканців у різний час доби, безпека, економія та естетика.

Отже, освітлення є ключовим елементом "розумного" котеджу, яке поєднує функціональність, зручність, економічність і стиль, що робить життя мешканців більш комфортним та ефективним.

1.3.3. Прототипи плат та протоколи передачі інформації

В сучасних автоматизованих системах для розумних будинків ключовими елементами є апаратні платформи для створення прототипів і протоколи передачі інформації. Ці технології дозволяють забезпечити ефективну взаємодію між сенсорами, пристроями та контролерами, створюючи інтегровану систему управління.

Прототипи плат

1. **Arduino** — це відкрита платформа для розробки прототипів, яка дозволяє створювати різноманітні пристрої для розумних будинків. Завдяки низькій вартості та простоті використання, Arduino є однією з найбільш популярних платформ для створення прототипів автоматизованих систем. (див. рис. 1.9) [8]



Рис. 1.9 - Електронний пристрій Arduino

Arduino є універсальною платформою, здатною керувати широким спектром

периферійних пристроїв, що значно розширює її можливості. Завдяки своїм численним входам і виходам до неї можна підключати такі компоненти, як:

- Кнопки та світлодіоди;
- мікрофони й динаміки;
- електродвигуни й сервоприводи;
- ЖК-дисплеї;
- зчитувачі радіоміток (RFID та NFC);
- ультразвукові й лазерні далекоміри;
- модулі зв'язку (Bluetooth, WiFi, Ethernet);
- зчитувачі SD-карт;
- GPS- та GSM-модулі.

Окрім вище зазначеного, Arduino може працювати з десятками різноманітних датчиків, зокрема:

- Освітленості,
- Магнітного поля,
- Гіроскопів і акселерометрів,
- Датчиків диму, складу повітря,
- Температури й вологості.

Такий широкий набір сумісних пристроїв робить Arduino універсальним ядром будь-якої системи, яке можна налаштувати відповідно до потреб проєкту, створюючи пристрої різного призначення та складності.

Якщо говорити про переваги та недоліки, то до переваг відноситься: доступність, велика спільнота розробників, підтримка безлічі датчиків. До недоліків: обмежена обчислювальна потужність, відсутність вбудованої операційної системи.

2. Raspberry Pi — це міні-комп'ютер, який працює під управлінням операційної системи Linux. Він має більшу потужність порівняно з Arduino, і підтримує більшу кількість пристроїв і додаткових можливостей, таких як підключення до Інтернету та запуск веб-сервісів. (див. рис 1.10) [9]



Рис. 1.10 - Raspberry Pi 4 Model B

Як Raspberry Pi можна інтегрувати в систему "розумного" котеджу:

- Автоматизація освітлення;
- системи безпеки;
- "розумний" термостат;
- управління мультимедіа (медіа-центр для відтворення музики, відео чи фото);
- контроль ірригаційних систем (автоматичний полив саду чи кімнатних рослин);
- система управління побутовими приладами;
- моніторинг енергоспоживання;
- централізований сервер розумного будинку (об'єднання всіх пристроїв і сенсорів в одну систему);
- голосове управління;
- "розумний дзвінок" або домофон (відеозв'язок із відвідувачами або віддалене відкривання дверей).

Переваги системи: потужний процесор, можливість запуску ОС, великий набір вхідних/вихідних портів. Недоліки: вища вартість і більше енергоспоживання.

Протоколи передачі інформації

1. Zigbee – це бездротовий стандарт передачі даних, спеціально розроблений для пристроїв, які споживають мало енергії і не потребують високої швидкості

передачі даних. [10]

Частота роботи: 2,4 ГГц.

Переваги: низьке енергоспоживання, мережа типу "mesh" дозволяє з'єднувати пристрої на великій площі. Недоліки: відносно низька пропускна здатність і ймовірність перешкод через інші пристрої, які працюють на тій самій частоті.

2. Z-Wave – це популярний бездротовий протокол, спеціально розроблений для домашньої автоматизації. Він дозволяє різноманітним пристроям, таким як розумні лампочки, термостати, датчики руху та багато інших, взаємодіяти між собою та з центральним контролером. [11]

Частота роботи: 868 МГц (Європа), 908 МГц (США).

Переваги: стабільний зв'язок, низьке енергоспоживання, зручний для автоматизації побутових пристроїв. Недоліки: менша швидкість передачі даних, обмежене число пристроїв, які підтримують Z-Wave.

3. Інтерфейс I2C (Inter-Integrated Circuit) — це серійний протокол для передачі даних між мікросхемами на невеликій відстані. Використовується для підключення пристроїв на одній платі, таких як датчики, дисплеї, пам'ять, або для з'єднання між собою декількох систем. [12]

Переваги: зменшення кількості проводів: лише два дроти (SCL і SDA), можливість підключення багатьох пристроїв на одну шину, безпечне з'єднання. Недоліки: обмежена відстань між пристроями, невисока швидкість передачі даних (100-400 кбіт/с).

1.4. Аналіз аналогів автоматизованих систем освітлення котеджу

У цьому розділі буде проведено детальний аналіз існуючих аналогів автоматизованих систем освітлення, які можуть бути ефективно застосовані для забезпечення оптимального рівня освітлення в різних приміщеннях котеджу. Метою аналізу є вивчення сучасних технологій і підходів в освітленні, а також оцінка їхніх переваг та недоліків з погляду енергоефективності, комфорту, безпеки і гнучкості

налаштувань.

Для глибшого розуміння доступних можливостей, я провів дослідження аналогів, що охоплюють декілька спеціалізованих рішень: дві системи освітлення для ванної кімнати, одну систему для вітальні, а також керуючу систему управління кількома інтегрованими автоматизованими підсистемами освітлення.

- **Автоматизована система освітлення ванних кімнат «ІКЕА TRÅDFRI SILVERGLANS»** (див. рис. 1.11). [13]



Рис. 1.11 – Зображення автоматизованої системи освітлення ванних кімнат «ІКЕА TRÅDFRI SILVERGLANS»

В комплект до такої автоматизованої системи освітлення ванних кімнат входять контролер для бездротового керування елементами Trådfri Silverglans, що зображено на рисунку 1.12, світлодіодна стрічка довжиною 60 см, з профілем з матованим розсіювачем та датчик руху.



Рис. 1.12 - контролер для бездротового керування елементами Trådfri Silverglans

Контролер має наступні габарити:

- ширина: 350 мм.;
- глибина: 95 мм.;
- висота: 30 мм..

Виготовлений він з високоякісного полікарбонатного пластику. Вхідна напруга складає 24 В. Також хаб має 5 аналогових пінів, тому є можливість інтеграції ще 3 додаткових блоків для більшої автоматизації, наприклад датчики реального часу. Але потрібно враховувати що максимальна потужність яку видає контролер складає 30 Вт, тому загальна потужність споживання всіх елементів не повинна перевищувати її. Для запобігання підвищення порогового значення потужності, на контролері встановлено 2 індикатора у вигляді світлодіодів, а саме жовтого та червоного. Де жовтий світлодіод свідчить про навантаження у 85% максимальної потужності, а червоний – про перевищення порогового значення потужності.

Така автоматизована система освітлення дає м'яке приємне освітлення в ванних кімнатах, реалізоване за допомогою високоякісних світлодіодів. Система Trådfri Silverglans легко інтегрується з іншими системами Ikea Smart Home та легко встановлюється в меблі від цього ж шведського виробника. Дана автоматизована система освітлення є вологостійкою, враховуючи цей фактор та легкість встановлення її можна також використовувати в кухнях, та інших кімнатах котеджу з підвищеною вологістю. Реалізація автоматизованої системи освітлення

ванних кімнат «IKEA TRÅDFRI SILVERGLANS» зображено на рисунку 1.13.



Рис. 1.13 – Візуалізація реалізації автоматизованої системи освітлення ванних кімнат «IKEA TRÅDFRI SILVERGLANS»

До головних переваг цієї системи можна віднести наступні:

- Зручність та гнучкість: основною перевагою є керування освітленням через мобільний додаток, приклад такого керування зображено на рисунку 1.14, дає змогу легко змінювати налаштування з будь-якої точки, де є доступ до Wi-Fi. Це усуває потребу фізичної присутності біля вимикача, що особливо корисно у великих будинках або для керування світлом з іншої кімнати чи на відстані.
- Налаштування під потреби: у додатку зазвичай можна регулювати рівень яскравості, колірну температуру, а також створювати розклад для автоматичного увімкнення та вимкнення світла. Це дозволяє економити енергію, забезпечуючи освітлення лише в потрібний час, і підвищує комфорт, адаптуючи освітлення до різних періодів дня чи діяльності.
- Інтеграція з розумним будинком: система TRÅDFRI може легко інтегруватися не тільки з середовищем Ikea Smart Home, а і з різними

платформами для розумних будинків таких як Apple HomeKit, Google Assistant, Amazon Alexa, що дозволяє керувати світлом голосовими командами та синхронізувати його з іншими пристроями.

- Простота налаштування: додаток має інтуїтивний інтерфейс, який допомагає користувачам налаштувати і керувати освітленням, що робить систему доступною навіть для новачків. ІКЕА спрямовує свої розробки на простоту, що допомагає легко створювати та керувати сценами освітлення.

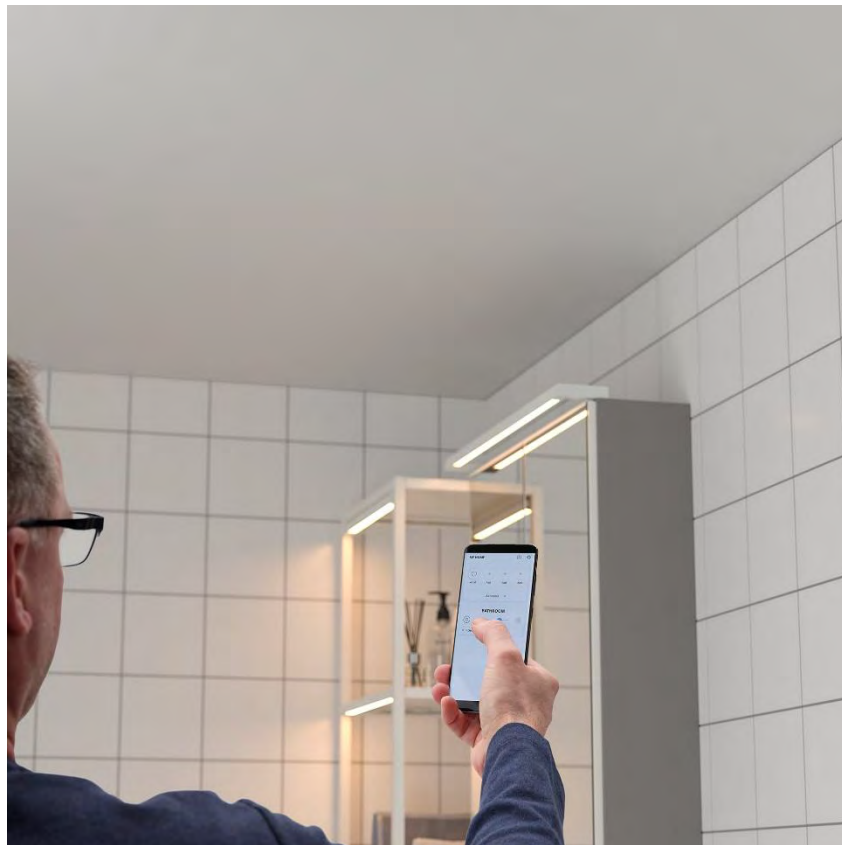


Рис. 1.14 – Зображення керування системою освітлення ванних кімнат «ІКЕА TRÅDFRI SILVERGLANS» за допомогою мобільного додатку

Головним же недоліком такої системи є залежність від Wi-Fi та стабільності додатку. Оскільки система керується через Wi-Fi, будь-які проблеми з мережею можуть порушити її роботу. Крім того, збої чи оновлення додатку можуть вплинути на надійність управління освітленням. Та звичайно ж потрібно враховувати ризики для приватності та безпеки. Використання мобільного додатку з підключенням до інтернету може створити ризики для конфіденційності, оскільки додаток може

збирати особисті дані. Недостатній рівень безпеки також може дозволити несанкціонований доступ до системи освітлення.

Для глибшого розуміння доступних можливостей, я провів дослідження аналогів, що охоплюють декілька спеціалізованих рішень: дві системи освітлення для ванної кімнати, одну систему для вітальні, а також керуючу систему управління кількома інтегрованими автоматизованими підсистемами освітлення.

Приблизна вартість такого комплекту становить від 7000 до 12000 Гривень в залежності від кількості блоків, налаштувань та розширення керування за допомогою декількох девайсів.

- Система автоматизованого освітлення ванних кімнат **Philips Hue Bathroom** (див рис. 1.15). [14]



Рис. 1.15 - Зображення системи автоматизованого освітлення ванних кімнат Philips Hue Bathroom

Philips Hue Bathroom — це інноваційна система освітлення для ванних кімнат, яка об'єднує стильний дизайн, сучасні технології та функціональність. Вона підходить для створення комфортної, має можливість налаштовувати атмосферу у ванній кімнаті завдяки інтеграції LED-світильників і бездротових вимикачів з Bluetooth-з'єднанням, зображення який показано на рисунку 1.16. Також ця система має зручний інтерфейс для керування за допомогою телефону.



Рис. 1.16 - Зображення бездротових вимикачів для автоматизованої системи освітлення ванних кімнат

Комплект автоматизованого освітлення ванної кімнати Philips Hue Bathroom містить усі необхідні компоненти для створення комфортного, настроюваного освітлення. У комплект входить:

- Основний LED-світильник Philips Hue Adore для ванної кімнати — 1 шт.
- Додаткові вологозахищені LED-лампи Philips Hue White and Color Ambiance — 2 шт.
- Бездротовий вимикач Philips Hue Dimmer Switch — 1 комплект.
- Блок живлення та кріплення для монтажу світильників — 1 комплект.

- Bluetooth-модуль для з'єднання з мобільним додатком — інтегрований у систему.

Цей набір забезпечує просте встановлення та налаштування системи, за винятком проводки для підключення до мережі та додаткових кріплень, якщо вони потрібні для специфічних інтер'єрних рішень.

Головною перевагою є зручний застосунок для мобільних телефонів з зрозумілим інтерфейсом, аби користувачі, незалежно від віку, могли керувати освітленням ванної кімнати дистанційно. Ілюстраційне зображення інтерфейсу показано на рисунку 1.17.

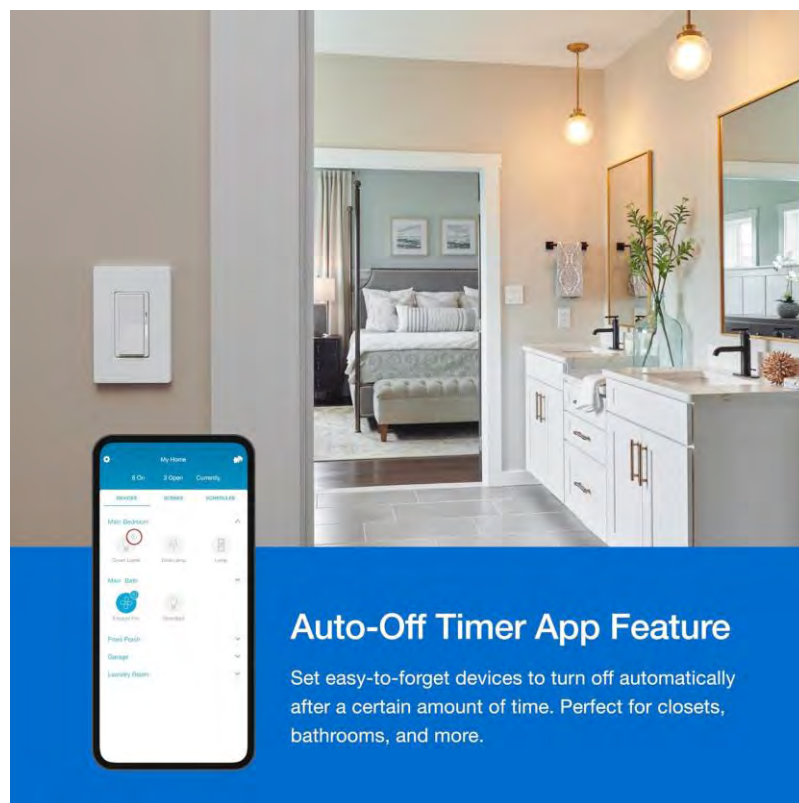


Рис. 1.17 - Зображення інтерфейсу мобільного застосунку автоматизованої системи освітлення ванних кімнат Philips Hue Bathroom

До інших переваг можна віднести:

- Комфорт: можливість налаштовувати освітлення залежно від активності (догляд за собою, відпочинок або прийом ванни).
- Економія енергії: LED-технології споживають значно менше енергії в порівнянні з традиційними джерелами світла.
- Простота встановлення: бездротові вимикачі та Bluetooth-з'єднання

дозволяють швидко і без зусиль інтегрувати систему у ванну кімнату без прокладки додаткових кабелів.

- **Безпека:** світильники адаптовані до умов підвищеної вологості, забезпечуючи безпеку користувача.

Отже, Philips Hue Bathroom — це гарне рішення для сучасних ванних кімнат, яке поєднує технологічність, зручність і стиль. Система не тільки покращує функціональність освітлення, але й сприяє створенню комфортної атмосфери, що відповідає будь-якому настрою чи ситуації. Її простота встановлення, бездротове управління та інтуїтивність роблять Philips Hue Bathroom популярним вибором для тих, хто цінує якість і інновації. Але головним недоліком є ціна такої системи. В залежності від комплектації (кількість світильників та вимикачів) ціна варіюється від 8000 до 19000 гривень.

- **Автоматизована система освітлення котеджу Loxone Smart Home Lighting** (див. рис. 1.18). [15]



Рис. 1.18 - Зображення автоматизованої система освітлення котеджу Loxone Smart Home Lighting

Loxone Smart Home Lighting – це інтегрована система "розумного" освітлення, яка дозволяє повністю автоматизувати освітлення в житлових і комерційних приміщеннях. Система поєднує датчики, освітлювальні елементи та інтелектуальне

управління, забезпечуючи комфорт, енергоефективність та безпеку.

В максимальну комплектацію такої системи входять:

- Loxone Miniserver - центральний блок управління системою розумного дому, зображення якого показано на рисунку 1.19.
- LED Spot RGBW Tree - вбудовані світлодіодні лампи з підтримкою RGBW для кольорового освітлення.
- LED Strip RGBW - гнучка світлодіодна стрічка для декоративного підсвічування стін, меблів або стелі.
- Touch Pure - стильні сенсорні панелі для локального управління освітленням і створення світлових сцен.
- Motion Sensor Tree/Air - датчики руху з інтеграцією освітлення.
- Lux Sensor - датчик рівня освітлення для автоматичного регулювання яскравості залежно від часу доби та зовнішнього світла.
- Loxone Power Supply - блок живлення для всієї системи.

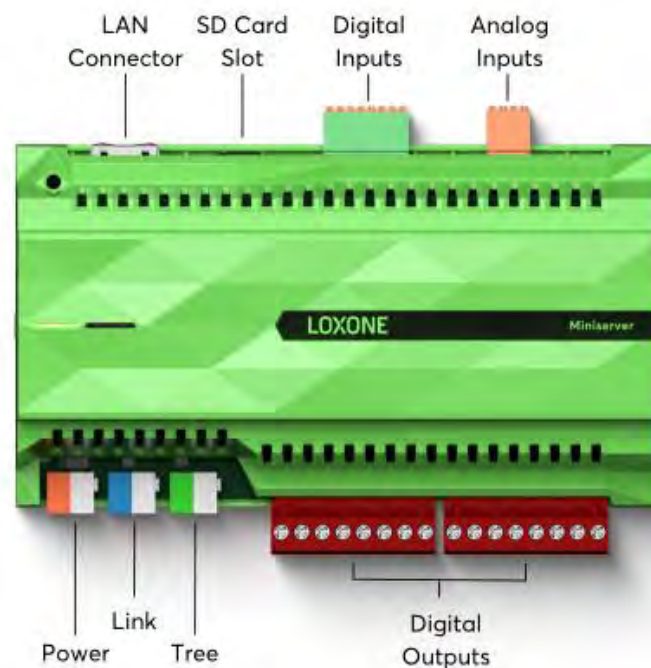


Рис. 1.19 - Зображення хабу Loxone Miniserver з позначенням його входів

Блок управління Loxone Miniserver забезпечує зручність у використанні, оскільки поставляється вже попередньо налаштованим, разом із необхідними

датчиками та високопродуктивним блоком живлення.

До переваг цієї системи можна віднести наступне:

- Інтеграція з іншими системами: освітлення може працювати в комплексі з системами безпеки, клімат-контролем і мультимедіа.
- Інтелектуальне управління: автоматизація освітлення на основі руху, рівня зовнішнього освітлення та часу доби.
- Створення індивідуальних сценаріїв для кожного приміщення
- Енергоефективність: автоматичне вимикання світла за відсутності руху.
- Регулювання яскравості для зниження споживання енергії.
- Гнучкість дизайну: RGBW-освітлення дозволяє створювати будь-які кольорові акценти в інтер'єрі.
- Простота управління: можливість управління через додаток Loxone Smart Home, приклад якого зображено на рисунку 1.20, настінні сенсорні панелі або голосові асистенти (Google Assistant, Alexa).
- Масштабованість: легке додавання нових пристроїв або модулів у систему.

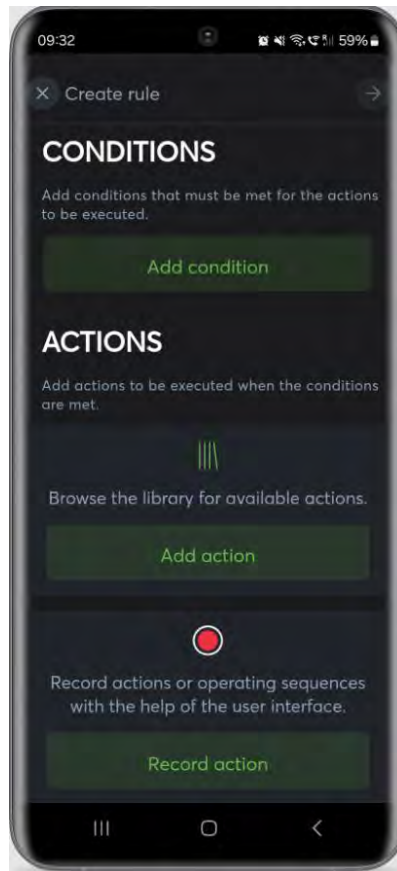


Рис. 1.20 - Зображення мобільного додатку автоматизованої системи освітлення котеджів Loxone Smart Home Lighting

Також вагомою перевагою може бути легке налаштування вхідних параметрів через застосунок який встановлюється на комп'ютер. В ньому можна налаштовувати певні сценарії, яскравість та "теплоту" рівня освітлення. Приклад налаштованих параметрів показано на рисунку 1.21.

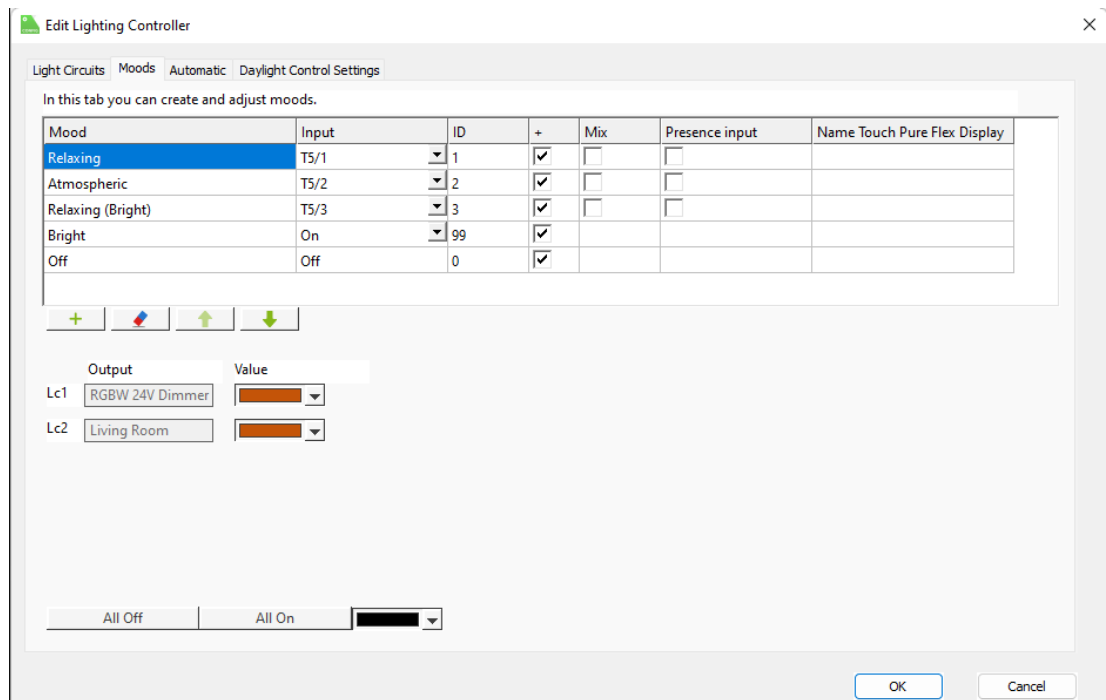


Рис. 1.21 - Налаштування параметрів автоматизованої системи освітлення котеджу через додаток на ПК

Головними недоліками є залежність від хабу Loxone Miniserver. Тобто, якщо він вийде з ладу, або користувач вирішить замінити його на аналог, то жодні з елементів цієї системи такі як датчики, LED-стрічки та вимикачі не будуть працювати. Іншим та найбільш вагомим недоліком є ціна даної системи. В максимальній комплектації, яка розрахована на 4 приміщення, але без індивідуального налаштування ціна складає 82000 Гривень. Індивідуальне налаштування параметрів в залежності від приміщення може складати від 3000 до 7000 Гривень.

Висновки до першого розділу

Автоматизовані системи освітлення в сучасних котеджах набувають дедалі більшого значення, адже вони впливають не тільки на зручність та комфорт проживання, але й на енергозбереження та екологічність. У цьому розділі було проаналізовано актуальність теми, пов'язану з використанням інтелектуальних систем управління освітленням, визначено ключові проблеми і переваги автоматизації освітлення в котеджах. Розглянуто переваги та недоліки концепції

"розумного" котеджу в цілому, а також досліджено прототипи систем автоматизації освітлення, що використовуються в аналогічних проєктах.

Особливу увагу було приділено огляду існуючих рішень для ванних кімнат і житлових приміщень котеджів, які використовують датчики руху, освітленості та інші елементи керування. Аналізуючи аналоги, було встановлено, що сучасні автоматизовані системи освітлення дозволяють досягти значного зниження споживання електроенергії, забезпечуючи зручність користування, автоматичну адаптацію освітлення до зовнішніх умов та створення комфортної атмосфери.

Одним із ключових аспектів дослідження було визначення протоколів передачі даних для інтеграції підсистем освітлення у загальну систему "розумного" котеджу. Було вивчено переваги і можливості протоколу, що використовується для взаємодії між елементами системи, а також реалізовано функції для інтеграції з використанням обраних платформ і технологій.

Крім технічного аналізу, розглянуто економічний аспект, включаючи варіативність цін та можливості адаптації систем до потреб користувача. Виявлено, що автоматизовані системи освітлення можуть бути ефективним рішенням як для енергозбереження, так і для покращення безпеки та естетики приміщення.

На основі проведеного аналізу зроблено висновок, що впровадження автоматизованих систем освітлення в котеджі є раціональним і перспективним кроком. Системи освітлення, що враховують не лише функціональність, але й дизайн, енергоефективність та простоту використання, відповідають сучасним вимогам житлових приміщень. Це забезпечує не лише комфорт і безпеку, але й сприяє розвитку концепції екологічно свідомого житла.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ КОТЕДЖУ

У цьому розділі перейдемо до практичної реалізації концепції автоматизованої системи освітлення для котеджу, яка зосереджена на двох приміщеннях — ванній кімнаті та вітальні. На попередніх етапах роботи було проаналізовано проблематику, обґрунтовано актуальність автоматизації освітлення, а також проведено огляд існуючих рішень та аналогів автоматизованих систем. Далі буде описано обґрунтування вибору типу автоматизованої системи освітлення для кожного приміщення, детальний огляд використаних комплектуючих, розробку структурної, функціональної та принципової схем.

Вітальня. Автоматизована система освітлення вітальні складається з 4 світлодіодних стрічок, розташованих по периметру стелі, які можуть автоматично регулювати яскравість на основі рівня зовнішнього освітлення. Система використовує датчик рівня освітлення для моніторингу умов ззовні, датчик присутності, який кожні 20 хвилин перевіряє чи знаходиться в кімнаті користувач, для активації освітлення під час перебування у приміщенні, а також магнітний датчик на дверях для моментального увімкнення світла в вітальні. Якщо руху немає протягом 1,5 годин, система автоматично вимикає світло. Також задано альтернативне вимикання о 3:00 ночі, якщо рух буде від домашніх улюбленців. Світлодіодні стрічки забезпечують плавний ефект увімкнення, створюючи затишну атмосферу, причому світло послідовно змінюється від одного кінця стрічки до іншого.

Ванна кімната. Система освітлення у ванній кімнаті базується на блоках із LED-стрічок її функціонал розширено за рахунок додаткових сенсорів, таких як датчик вологості та ІЧ фото датчика. Під час використання приміщення світлодіодні стрічки поступово увімкнуться, створюючи м'яке освітлення, яке автоматично вимикається після виходу з приміщення. Крім того, система включає вентиляцію, яка активується при досягненні критичного рівня вологості, забезпечуючи коректну роботу датчиків руху та комфортний мікроклімат у ванній кімнаті.

Для обох приміщень запропоновані рішення базуються на використанні мікроконтролера Arduino Uno, що забезпечує точність і гнучкість у налаштуванні роботи системи.

1.5. Огляд будови приміщень

Перед тим як розроблювати автоматизовану систему освітлювання котеджу, потрібно проаналізувати приміщення в яких вони будуть використовуватись.

Для створення 3D-моделей і технічних креслень приміщень котеджу було обрано програму SketchUp, розроблену компанією Trimble. Це сучасний і зручний інструмент для 3D-моделювання та проектування, який активно використовується в архітектурі, дизайні та будівництві. SketchUp дозволяє створювати концептуальні проєкти, виконувати точне моделювання об'єктів і структур, а також візуалізувати ідеї з високою деталізацією.

Основною перевагою SketchUp є її інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який значно спрощує процес моделювання. Інструменти, такі як Push/Pull («Тягни/Штовхай»), забезпечують швидке створення тривимірних об'єктів, а функції редагування й трансформації дозволяють працювати навіть зі складними геометричними формами. SketchUp підтримує роботу з текстурами, матеріалами та освітленням, що дозволяє досягати реалістичності моделей. Програма також інтегрується з додатковими плагінами, розширюючи свої можливості, і підтримує імпорт та експорт у різних форматах, що полегшує співпрацю з іншими інструментами. [16]

У рамках проєкту було створено тривимірну модель першого поверху котеджу. Ця модель є основою для подальшого аналізу і представлена на рисунках 2.1 та рисунку 2.2.

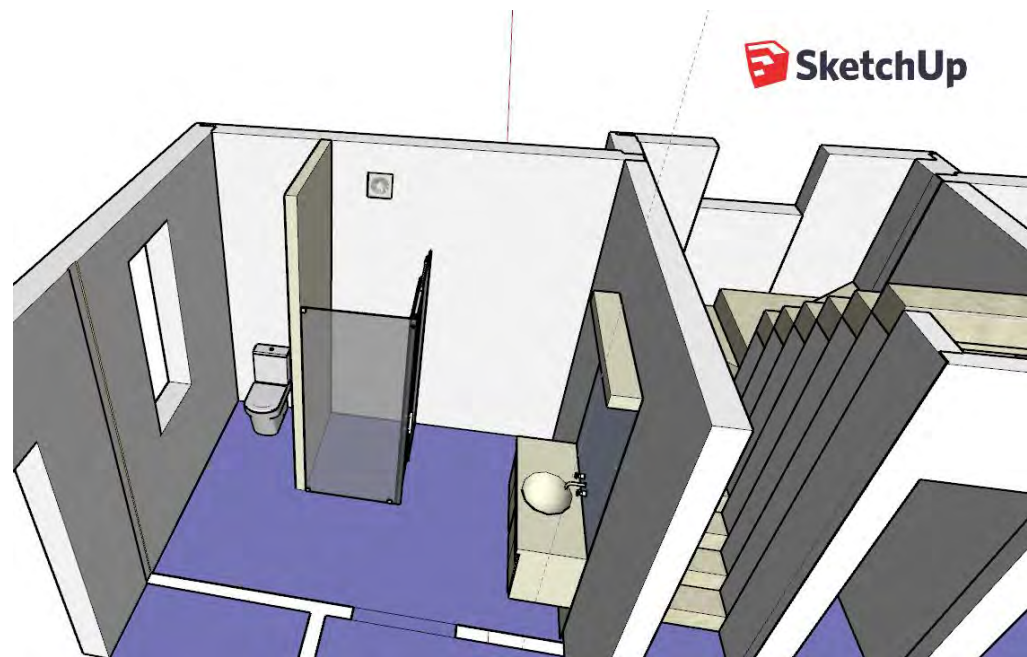


Рис. 2.1 - Тривимірна модель ванної кімнати

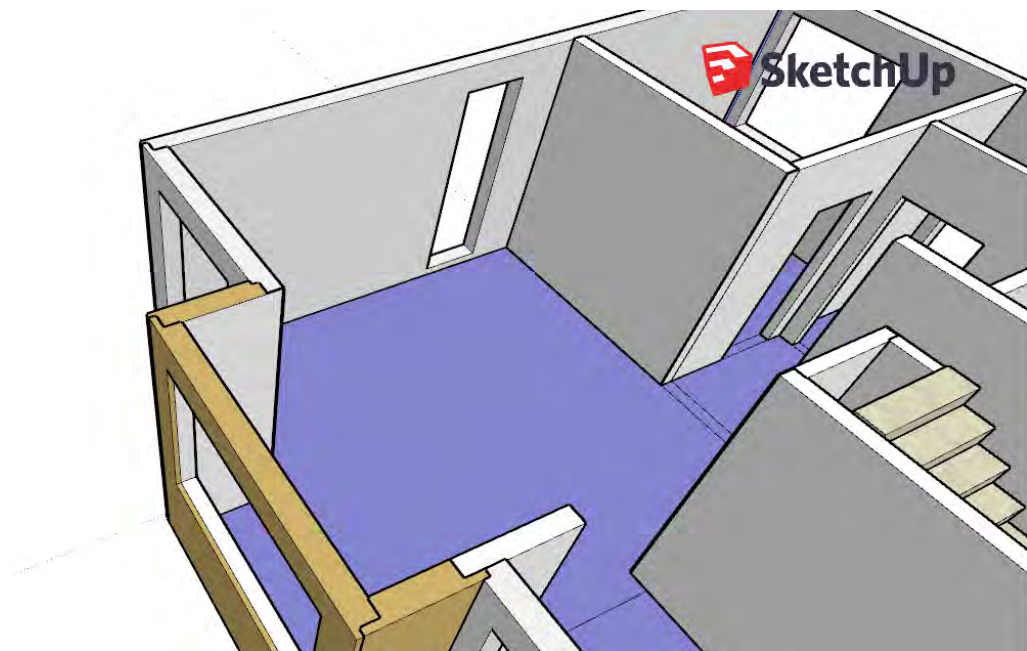


Рис. 2.2 - Тривимірна модель вітальні

Для створення технічних креслень модель перенесено до додатку SketchUp Layout, який дозволяє створювати професійні плани, схеми та документацію. Layout забезпечує додавання тексту, міток, розмірів, символів та інших елементів, необхідних для точного опису технічних рішень. Завдяки цьому було створено кресленик першого поверху, який представлено на рисунку 2.3. Він забезпечує зрозуміле уявлення про геометрію приміщень і є важливим елементом для реалізації системи автоматизованого освітлення.

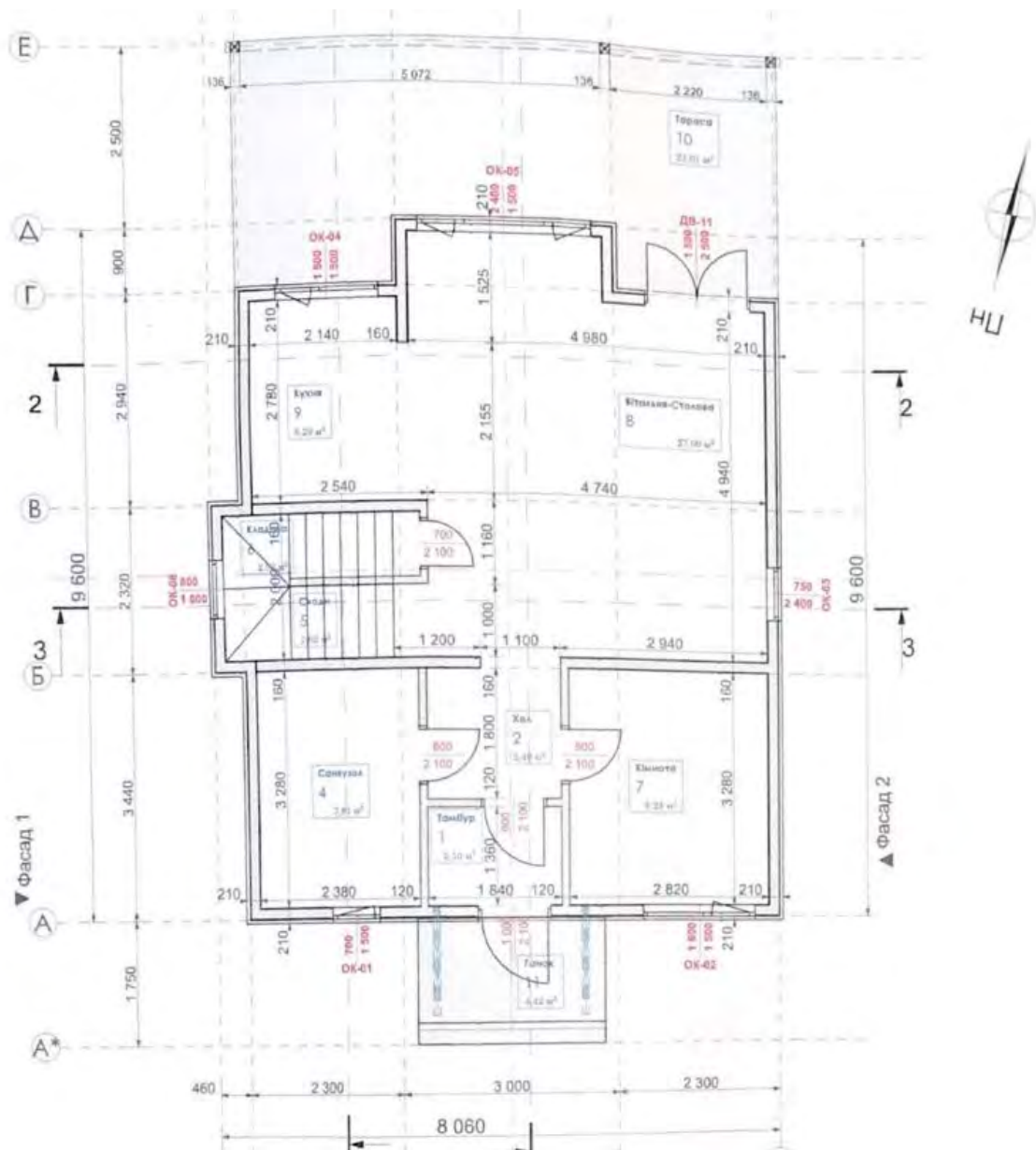


Рис. 2.3 - Кресленик першого поверху котеджу, реалізований в додатку SketchUp Layout

З цих моделей ми можемо зрозуміти майбутні місця розташування датчиків та хабу наших систем. З креслення видно, що наші приміщення мають такі площі: ванна кімната – 7,81 м², а вітальня – 27 м². Знаючи площу та розташування вікон в приміщеннях, ми можемо визначитись з кількістю та довжиною світлодіодних стрічок, для забезпечення комфортного та безпечного освітлення.

1.6. Вибір комплектуючих автоматизованої системи освітлення котеджу

Важливим кроком в реалізації автоматизованої системи освітлення котеджу є правильний підбір компонентів цієї системи. Хоч і підсистеми в різні приміщення мають різну логіку та принцип роботи, але велика кількість компонентів будуть підібрані однаковими. По-перше, це забезпечить коректну взаємодію між системами. По-друге, більшість, підібраних далі, компонентів є універсальними і підходять для реалізації різних автоматизованих систем. По-третє, це спростить закупівлю компонентів та зменшить витрати на реалізацію проєктів.

1.6.1. Вибір та огляд основних характеристик мікроконтролеру автоматизованої системи освітлення котеджу

Мікроконтролери є основою сучасних електронних систем, об'єднуючи обчислювальні потужності, пам'ять і периферійні пристрої в одному компактному модулі. Їх висока інтеграція забезпечує зменшення габаритів та енергоспоживання пристроїв, що робить їх незамінними в багатьох сферах, таких як домашня автоматизація, автомобільні системи, IoT, медичні прилади та промислові рішення. У системах автоматизації освітлення мікроконтролери відіграють роль основного керуючого елемента, обробляючи дані з датчиків (руху, освітленості чи часу доби) і керуючи виконавчими механізмами, як-от реле, LED-драйвери чи регулятори яскравості. Завдяки цьому вони забезпечують комфорт, енергоефективність та розширену функціональність.[17]

Мікроконтролери розрізняються за архітектурою, продуктивністю та областями застосування. ARM-базовані рішення є одними з найпоширеніших завдяки їхній продуктивності, енергоефективності та можливостям інтеграції. Вони широко застосовуються в автоматизації, розумних пристроях та робототехніці завдяки підтримці сучасних інтерфейсів зв'язку. Інші популярні архітектури включають AVR, відомі завдяки Arduino, PIC, розроблені Microchip Technology, та

MSP430, оптимізовані для енергоефективних рішень. Кожна з цих архітектур має свої переваги, що дозволяють обирати оптимальний мікроконтролер залежно від конкретного проєкту.

У системах автоматизації освітлення мікроконтролери відповідають за керування джерелами світла, дозволяючи змінювати яскравість, кольори чи програми освітлення. Завдяки підключенню до датчиків, таких як руху чи освітленості, вони автоматизують процеси вмикання та вимикання світла, що знижує витрати енергії. Наприклад, такі системи здатні автоматично регулювати яскравість відповідно до зовнішніх умов або вимикати світло за відсутності присутності людей, забезпечуючи зручність і економію.

Програмованість мікроконтролерів дозволяє створювати складні сценарії управління, включаючи імітацію природного освітлення, автоматичне ввімкнення за графіком або зміну режимів роботи. Це дозволяє інтегрувати їх із системами «розумного дому» та іншими компонентами. Для реалізації автоматизованої системи освітлення в рамках проєкту був обраний мікроконтролер ATMEGA328P, який забезпечує оптимальне поєднання функціональності, вартості та доступності. Завдяки підтримці платформи Arduino, цей мікроконтролер легко інтегрується в різні системи. Його потужності достатньо для обробки сигналів з датчиків і керування світлодіодними джерелами освітлення, що дозволяє реалізувати всі необхідні функції автоматизації для освітлення котеджу.

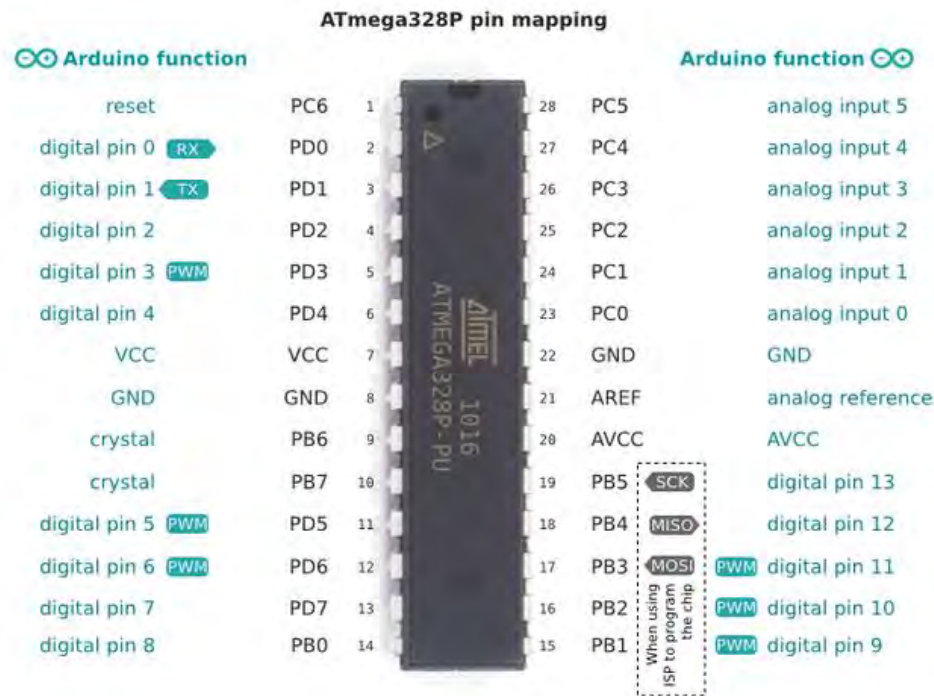


Рис. 2.4 - Ілюстрація мікроконтролера АТМЕГА328Р та опис його контактів і схем підключення.

АТМЕГА328Р є одним із найпоширеніших мікроконтролерів завдяки своїй простоті використання, багатофункціональності та доступній ціні. Його популярність обумовлена широкою базою документації, прикладів застосування та активною спільнотою ентузіастів, які допомагають розробникам знаходити рішення для будь-яких технічних викликів. Це значно прискорює процес створення проектів та інтеграції мікроконтролера в різноманітні системи. Його 8-бітний процесор із максимальною тактовою частотою 20 МГц підходить для виконання задач середнього рівня складності, а універсальні входи та виходи забезпечують легкість підключення різних периферійних пристроїв. Саме тому АТМЕГА328Р часто обирають для реалізації проектів автоматизації освітлення, де потрібна надійність і гнучкість.

Ще однією вагомою перевагою є низьке енергоспоживання мікроконтролера, що робить його ідеальним для енергоефективних рішень. Ця характеристика особливо важлива для систем, які працюють автономно або потребують зменшення витрат на електроенергію. Доступність і відносно низька вартість АТМЕГА328Р, яка становить близько 150-250 гривень, дозволяє створювати функціональні

системи за мінімальних витрат, не жертвуючи якістю та надійністю.

ATMEGA328P підтримує комунікаційні протоколи, такі як UART, I2C і SPI, що спрощує інтеграцію з іншими пристроями, такими як датчики, дисплеї чи модулі зв'язку. Це розширює можливості для створення складних систем із взаємодією багатьох компонентів. Обсяг оперативної пам'яті, флеш-пам'яті, а також кількість портів вводу/виводу роблять цей мікроконтролер ідеальним для управління освітленням, забезпечуючи точність і швидкість обробки даних. Таблиця 2.1 включає ключові технічні характеристики ATMEGA328P, які демонструють його потенціал для використання в розумних системах освітлення, оптимізуючи їхню функціональність та енергоефективність. [18]

Таблиця 2.1 - Основні характеристики мікроконтролера ATMEGA328P

Корпус	DIP28
Флеш-пам'ять	32 Кбайт
Пам'ять ОЗУ (оперативна пам'ять)	2 Кбайт
Пам'ять ПЗУ (енергозалежна пам'ять)	1 Кбайт
Вхідно-вихідні порти	23 (6 з яких є каналами для 10-бітної ADC, каналами аналого-цифрового перетворення)
Тактова частота	20 МГц
Робоча напруга	Від 1,8 В до 5 В

На рисунку 2.5 наведені характеристики змінного струму мікроконтролера ATMEGA328P для діапазону робочих температур від -40°C до 85°C та різних рівнів напруги живлення.

Symbol	Parameter	Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I_{CC}	Power Supply Current ⁽¹⁾	Active 1MHz, $V_{CC} = 2V$		0.3	0.5	mA
		Active 4MHz, $V_{CC} = 3V$		1.7	2.5	
		Active 8MHz, $V_{CC} = 5V$		5.2	9	
		Idle 1MHz, $V_{CC} = 2V$		0.04	0.15	
		Idle 4MHz, $V_{CC} = 3V$		0.3	0.7	
		Idle 8MHz, $V_{CC} = 5V$		1.2	2.7	
	Power-save mode ⁽³⁾	32kHz TOSC enabled, $V_{CC} = 1.8V$		0.8		μA
		32kHz TOSC enabled, $V_{CC} = 3V$		0.9		
	Power-down mode ⁽³⁾	WDT enabled, $V_{CC} = 3V$		4.2	8	
		WDT disabled, $V_{CC} = 3V$		0.1	2	

Рис. 2.5 - Характеристики змінного струму мікроконтролера ATMEGA328P

На рисунку 2.6 поданно характеристики постійного струму мікроконтролера ATMEGA328P для температурного діапазону від $-40^{\circ}C$ до $105^{\circ}C$ та різних значень робочої напруги.

Symbol	Parameter	Condition	Min.	Typ. ⁽²⁾	Max.	Units
I_{CC}	Power Supply Current ⁽¹⁾	Active 1MHz, $V_{CC} = 2V$		0.3	0.5	mA
		Active 4MHz, $V_{CC} = 3V$		1.7	2.5	
		Active 8MHz, $V_{CC} = 5V$		5.2	9.0	
		Idle 1MHz, $V_{CC} = 2V$		0.04	0.15	
		Idle 4MHz, $V_{CC} = 3V$		0.3	0.7	
		Idle 8MHz, $V_{CC} = 5V$		1.2	2.7	
	Power-save mode ⁽³⁾	32kHz TOSC enabled, $V_{CC} = 1.8V$		0.8		μA
		32kHz TOSC enabled, $V_{CC} = 3V$		0.9		
	Power-down mode ⁽³⁾	WDT enabled, $V_{CC} = 3V$		4.2	10	
		WDT disabled, $V_{CC} = 3V$		0.1	5	

Рис. 2.6 - Характеристики постійного струму мікроконтролера ATMEGA328P

На рисунках 2.7–2.8, базуючись на обчисленнях з характеристик вибраного мікроконтролера, будуть продемонстровані залежності між напругою, частотою роботи та струмами, характерними для ATMEGA328P

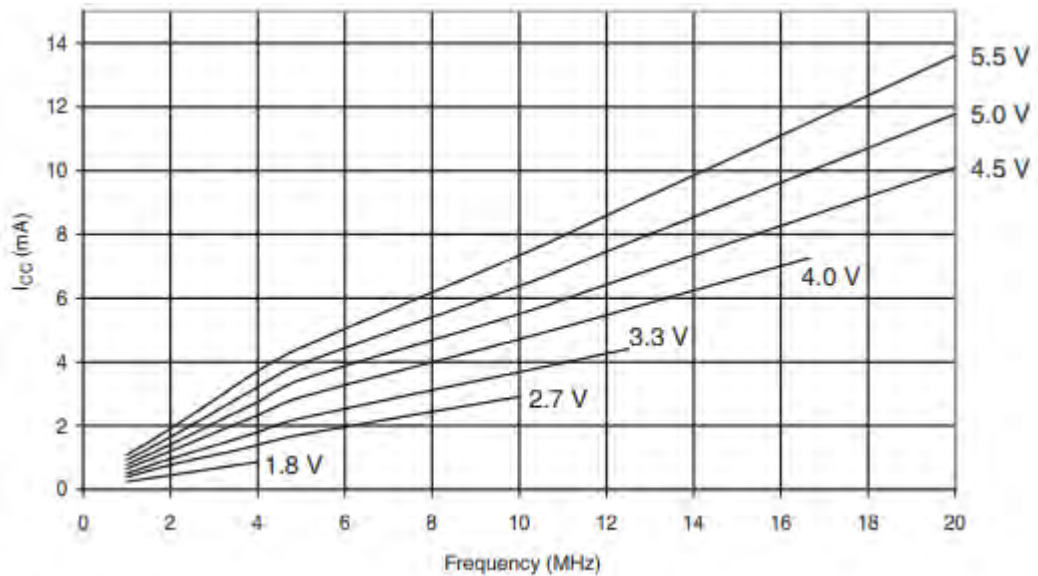


Рис. 2.7 - Графік залежності струму живлення від частоти роботи мікроконтролера ATMEGA328P

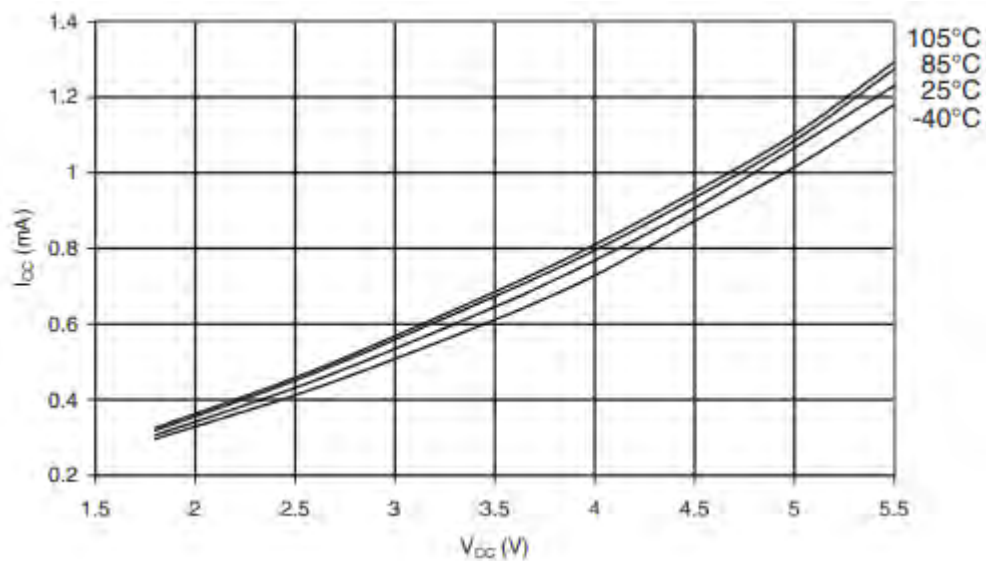


Рис. 2.8 - Графік залежності активного струму живлення від робочої напруги V_{CC} (при роботі RC-генератора з частотою в 128 кГц) мікроконтролера ATMEGA328P

Отже, обраний мікроконтролер ATMEGA328P вирізняється численними перевагами, серед яких популярність, висока функціональність, низьке енергоспоживання, доступна вартість та гнучкі можливості програмування. Його цифрові й аналогові виходи повністю відповідають технічним вимогам автоматизованої системи освітлення котеджу. Даний мікроконтролер підходить до обох підсистем, як для ванної кімнати так і для вітальні

1.6.2. Вибір та огляд основних характеристик стабілізатора напруги автоматизованої системи освітлення котеджу

Стабілізатор напруги — це пристрій, який забезпечує постійну напругу на виході, незалежно від змін у вхідній напрузі. Він складається з таких компонентів, як вхідний і вихідний конденсатори, стабілізуючий транзистор та резистори. Вхідний конденсатор зменшує пульсації вхідної напруги, тоді як вихідний забезпечує стабільність напруги на виході. Цей пристрій широко використовується для живлення електронних схем, які потребують стабільного джерела напруги. [19]

У процесі створення системи автоматизованого освітлення котеджу важливим етапом є вибір компонентів для стабільного живлення. Для цього використовується стабілізатор напруги, здатний забезпечити надійну роботу системи. Було обрано модель LM7805, яка представлена на рис. 2.9. Цей стабілізатор підтримує вихідну напругу 5 вольт, що ідеально підходить для нашої системи. Застосування стабілізатора напруги гарантує стабільну роботу мікроконтролерів, світлодіодів та датчиків, захищаючи їх від перепадів напруги

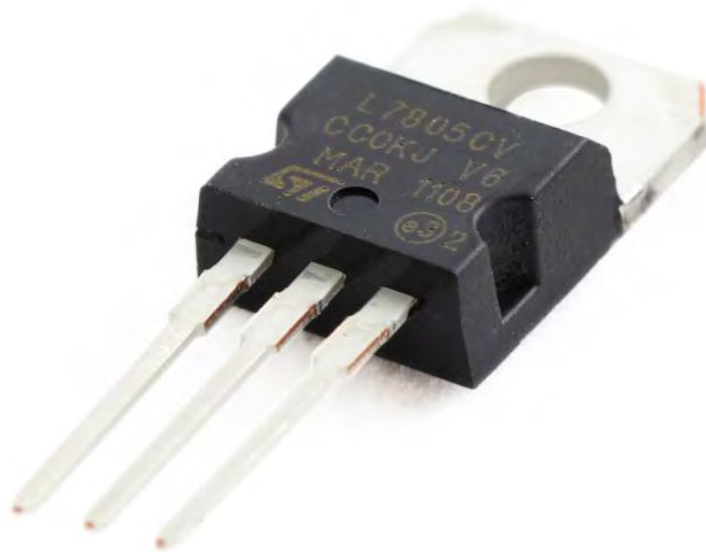


Рис. 2.9 – Зображення стабілізатора напруги LM7805

Використання стабілізатора напруги є надзвичайно важливим у системі автоматизованого освітлення котеджу. Вони гарантують стабільне живлення для

всіх компонентів системи, у тому числі світлодіодів, мікроконтролерів та датчиків. Стабільна напруга впливає на надійність та тривалість роботи системи, а також допомагає запобігти можливим пошкодженням електронних компонентів.

Стабілізатор напруги LM7805 був обраний для автоматизованої системи освітлення ванної кімнати та вітальні завдяки його численним перевагам, які забезпечують стабільну та надійну роботу системи. Цей стабілізатор відзначається високою точністю регулювання напруги та захистом від перенапруги, що є важливими параметрами для тривалої експлуатації електронних компонентів. Він має широкий діапазон вхідних напруг, працює з високою ефективністю та є простим у застосуванні. Для його коректної роботи рекомендується встановлення конденсаторів: на вході – керамічного ємністю 0,1 мкФ, а на виході – електролітичного з ємністю від 100 мкФ до 1000 мкФ. Конденсатори повинні мати номінальну напругу, що перевищує робочу напругу відповідного ланцюга.

LM7805 має доступну вартість, близько 25 гривень, що робить його економічно вигідним варіантом для проєкту. Його основні технічні характеристики включають вхідний діапазон напруг від 7 до 35 В, вихідну напругу 5 В, максимальний вихідний струм до 1 А, а також широкий температурний діапазон роботи від 0°C до 125°C. Завдяки цим параметрам стабілізатор ідеально підходить для забезпечення стабільної роботи автоматизованої системи освітлення котеджу. Цей елемент так само підходить для обох підсистем автоматизованого освітлення.

1.6.3. Вибір та огляд основних характеристик кварцового тактового резонатора автоматизованої системи освітлення котеджу

У проєктах автоматизованих систем освітлення котеджу важливим компонентом є тактовий кварцовий резонатор. У цьому проєкті обрано резонатор ECS-160-20-4X; X1103-ND, який забезпечує високу стабільність та точність, відповідаючи вимогам системи і її технічним характеристикам.

Кварцовий резонатор є пристроєм на основі п'єзоелектричного ефекту, який працює завдяки спеціально обробленій пластинці з кварцу. Кристал, що має

природну резонансну частоту, здатний коливатися під дією прикладеної напруги. Електроди, розташовані на поверхні пластинки, створюють змінне електричне поле, що активує п'єзоелектричний ефект. В результаті пластинка здійснює механічні коливання – згинання, зсув чи стискання залежно від її геометрії. Резонансні частоти кристала забезпечують ефективне підтримання цих коливань з мінімальними затратами енергії, нагадуючи роботу коливального контуру. Відповідність частоти поданого сигналу резонансній частоті кристала гарантує максимальну стабільність коливань. [20]

У системі освітлення резонатор використовується для формування стабільної тактової частоти, яка визначає ритм роботи всіх компонентів. Завдяки цьому досягається точна синхронізація функціонування пристроїв, що критично важливо для безперебійного управління освітленням та ефективного комутаційного процесу. На рисунку 2.10 наведено еквівалентну електричну схему кварцового резонатора, яка ілюструє його взаємодію з іншими елементами схеми.

Застосування кварцового резонатора ECS-160-20-4X; X1103-ND у цьому проєкті підвищує надійність системи та дозволяє реалізувати необхідні функції освітлення із точністю, що відповідає сучасним вимогам автоматизації.

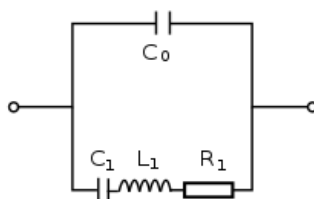


Рис. 2.10 – Зображення еквівалентної схеми кварцового резонатора

Кварцовий кристал можна описати як електричну схему, яка має дві резонансні точки – низькоомну та високоомну, розташовані близько одна до одної. З математичної точки зору, застосовуючи перетворення Лапласа, повний опір такої системи можна виразити у вигляді наступного рівняння:

$$Z(s) = \frac{s^2 + s \frac{R_1}{L_1} + \omega_s^2}{(S \cdot C_0) \cdot \left(S^2 + s \frac{R_1}{L_1} + \omega_p^2 \right)}$$

$$\omega_s = \frac{1}{\sqrt{L_1 \cdot C_1}},$$

$$\omega_p = \sqrt{\frac{C_1 + C_0}{L_1 \cdot C_1 \cdot C_0}},$$

де $s = j\omega$ – комплексна частота, ω_s - послідовна резонансна кутова частота, а ω_p - паралельна резонансна кутова частота.

В обраному резонаторі ECS-160-20-4X; X1103-ND, зображеному на рисунку 2.11, є низка переваг порівняно з іншими подібними пристроями. Цей резонатор характеризується високою стабільністю та точністю, що надзвичайно важливо для забезпечення коректної роботи системи освітлення. До того ж, він функціонує в широкому температурному діапазоні, що робить його придатним для використання у різних умовах експлуатації. Додатковими перевагами є тривалий термін служби і низький рівень енергоспоживання.



Рис. 2.11 – Зображення кварцового резонатор ECS-160-20-4X; X1103-ND

Вартість резонатора ECS-160-20-4X; X1103-ND становить близько 35 гривень, що є вигідною пропозицією з урахуванням його технічних характеристик і якості. Основні параметри пристрою наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Основні характеристики кварцового тактового резонатору ECS-160-20-4X; X1103-ND

Частота робочих коливань	16 МГц
Робоча температура	Від -10°C до 70°C
Стабільність частоти	±50 ppm
Ємність навантаження	20pF
Еквівалентний послідовний опір	40 Ом

Використання кварцового резонатора ECS-160-20-4X; X1103-ND в системі автоматизації освітлення котеджу є оптимальним рішенням, яке гарантує стабільність, точність та високу надійність функціонування усіх компонентів системи. За своїми характеристиками цей елемент підходить для обох підсистем.

1.6.4. Вибір та огляд основних характеристик МДН-транзисторів автоматизованої системи освітлення котеджу

МДН-транзистори, або MOSFET-транзистори, є важливими елементами в електронних схемах, що використовуються для керування струмом у різних електронних пристроях, зокрема в автоматизованих системах освітлення. Вони відіграють ключову роль у комутації великих струмів живлення, забезпечуючи ефективну роботу системи.

Основна будова МДН-транзисторів включає три основні елементи: затвор (gate), стік (drain) і витік (source). Структура n-канального МДН-транзистора схематично представлена на рисунку 2.12. Подаючи напругу на затвор, можна регулювати струм, що протікає між стоком і витіком, що дозволяє управляти енергоспоживанням підключених пристроїв, таких як світлодіоди. [21]

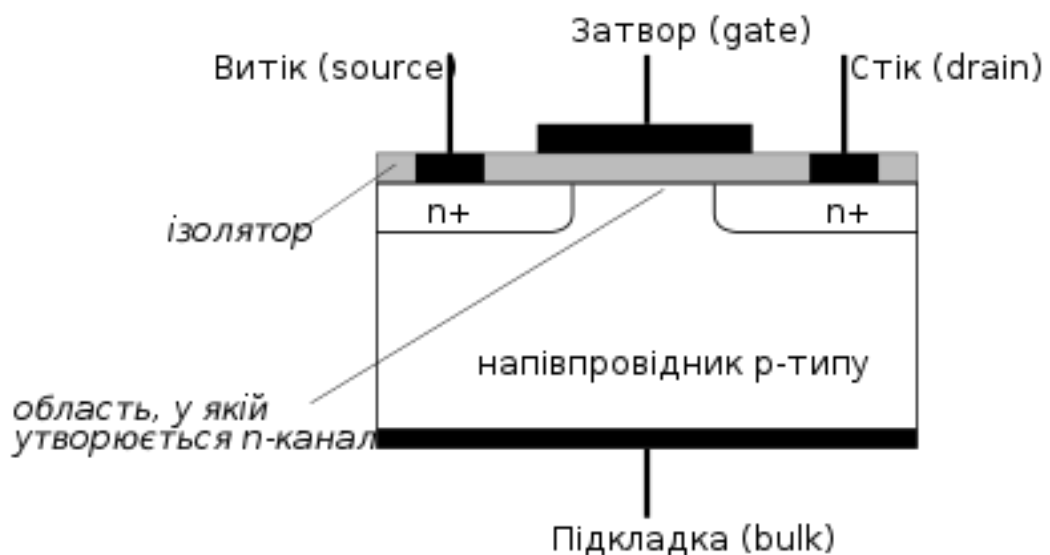


Рис. 2.12 - Поперечний переріз n-канального МДН-транзистора

У системі автоматизації освітлення котеджу МДН-транзистори виконують

функцію комутації струму, що живить світлодіоди. Завдяки цьому забезпечується точний контроль роботи освітлення, змінюючи стан транзисторів, що впливає на рівень струму через світлодіоди. Це дозволяє не лише регулювати яскравість освітлення, а й забезпечити стабільну роботу системи.

Застосування МДН-транзисторів у цій системі є важливим з кількох причин. По-перше, вони дозволяють точно та ефективно керувати струмом, що проходить через світлодіоди, забезпечуючи їх стабільну яскравість та раціональне використання енергії. Це сприяє енергоефективності системи, знижуючи споживання електроенергії. По-друге, обрані для системи транзистори IRLR7843 MOSFET n-канального типу, зображені на рисунку 2.13, демонструють низький опір каналу, що зменшує енергетичні втрати і підвищує ефективність системи. Висока швидкість перемикання цих транзисторів дозволяє швидко включати та вимикати світлодіоди, що є важливим для створення динамічних світлових ефектів і різних режимів освітлення.



Рис. 2.13 – Зображення МДН-транзистора IRLR7843 MOSFET

Серед інших переваг IRLR7843 MOSFET-транзисторів слід відзначити їх високу надійність і довготривалий термін служби. Це гарантує безперебійну роботу системи освітлення, що є критичним для забезпечення безпеки і комфорту користувачів.

Основні технічні характеристики транзистора представлені в таблиці 2.3. [22]

Таблиця 2.3 - Основні характеристики МДН-транзистора IRLR7843 MOSFET

Вага	4 г.
Корпус	TO252 DPAK
Тип каналу	Enhancement
Структура	n-канальний
Схема з'єднання	Одиночна
Напруга пробою стік-витік	30 В
Напруга затвор-витік	± 20 В
Постійний струм стоку при роботі в 25°C	161 А
Постійний струм стоку при роботі в 75°C	113 А
Опір стік-витік відкритого транзистора	0,0033 Ом
Порогова напруга затвор-витік	Від 1,4 В до 2,3 В
Потужність розсіювання при роботі в 25°C	140 Вт
Затримка включення	25 нс
Час наростання при включенні	42 нс
Затримка вимкнення	34 нс
Час спаду при вимкненні	19 нс

Подальший аналіз включатиме розрахунки, засновані на характеристиках обраного транзистора. На рисунках 2.14–2.17 будуть представлені залежності різних параметрів: напруг, температур, робочих струмів, вихідних характеристик, ємності та інших властивостей IRLR7843 MOSFET.

Однак перед тим, як перейти до аналізу графіків, зокрема вольт-амперних характеристик, необхідно визначити базові параметри стокового струму. [23]

У загальному випадку стоковий струм I_D можна математично описати за такою формулою:

$$I_D = Z \int_0^{x_d} j(x, y) dx,$$

де j є густиною струму, а x_d є товщиною інверсійного каналу. Враховуючи, що густина струму може бути виражена як чисто дрейфовий струм, то маємо:

$$j(x, y) = -q\mu_n \frac{dV(y)}{dy},$$

а інверсний заряд апроксимується двовимірним (поверхневим) інверсним

зарядом з ефективною рухливістю:

$$\int_0^{x_d} q\mu_n n dx = \mu_n^* Q_n(y),$$

то маємо:

$$I_D = -\mu_n^* Z Q_n(y) \frac{dV(y)}{dy},$$

де n та μ_n - концентрація електронів та їхня рухливість, відповідно; $Q_n(y)$ - заряд інверсного шару, виражений на одиницю площі; $V(y)$ - потенціал поверхні каналу відносно електрода джерела; Z - ширина каналу. У цьому підході реальна товщина інверсного каналу не береться до уваги, а залежність рухливості від глибини компенсується шляхом використання її ефективного значення.

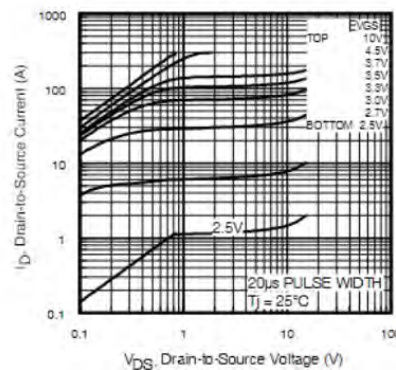


Рис. 2.14 - Вольт-амперна характеристика. Графік вихідних характеристик залежності струму стік-витік від напруги стік-витік при роботі в 25°C МДН-транзистора IRLR7843 MOSFET

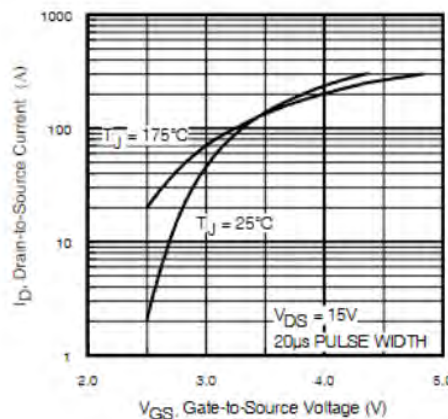


Рис. 2.15 - Вольт-амперна характеристика. Графік залежності струму стік-витік від напруги затвор-витік при напруги стік-витік $V_{DS} = 15$ В та при різних температурах роботи МДН-транзистора IRLR7843 MOSFET

Для того щоб проаналізувати графік, представлений на рисунку 2.16,

необхідно спершу зрозуміти, що саме мається на увазі під температурою переходу транзистора, яку можна визначити як:

$$T_j = T_A + (R_{\theta JA} P_D),$$

де T_A - температура навколишнього середовища (°C); $R_{\theta JA}$ – тепловий опір переходу (°C / W), P_D – втрати потужності (W).

Тепловий опір може бути розрахований за такою формулою:

$$R_{\theta} = \frac{\Delta T}{V_f I_f}.$$

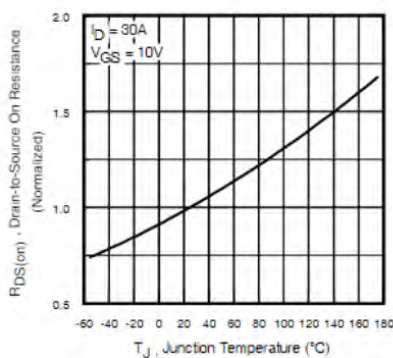


Рис. 2.16 - Графік залежності опору стік-витік від температури переходу при струмі стік-витік $I_D = 30$ А, та при напрузі затвор-витік $V_{GS} = 10$ В МДН-транзистора IRLR7843 MOSFET.

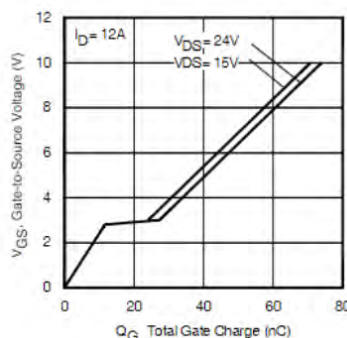


Рис. 2.17 - Графік залежності напруги затвор-витік від ємності затвору, струмі стік-витік $I_D = 12$ А, та при різних напругах стік-витік $V_{DS} = 24$ В та $V_{DS1} = 15$ В транзистора IRLR7843 MOSFET.

Таким чином, вибір МДН-транзисторів є ключовим фактором у створенні ефективної автоматизованої системи освітлення для котеджу. Для цього обрано n-канальні МДН-транзистори IRLR7843 MOSFET, які забезпечують оптимальний контроль струму, відрізняються низкою переваг у порівнянні з іншими моделями, а

також відповідають критеріям ефективності, надійності та економічності. Вартість одного такого транзистора становить приблизно 16 Гривень. Такі МДН-транзистори ідеально підходять для обох підсистеми автоматизованого освітлення котеджу.

1.6.5. Вибір та огляд основних характеристик датчика рівня освітлення автоматизованої системи освітлення котеджу

Одним із ключових компонентів автоматизованих систем освітлення у вітальні є датчики освітленості, що забезпечують контроль рівня освітлення в приміщенні. Ці датчики зчитують показники освітленості навколишнього середовища і передають сигнали до системи управління для автоматичного регулювання освітлення. Вони сприяють раціональному використанню електроенергії та підвищенню комфорту користувачів.

Основна перевага застосування датчиків освітлення полягає у забезпеченні енергоефективності системи. Завдяки таким пристроям освітлення автоматично регулюється залежно від рівня природного світла. Коли рівень освітлення стає недостатнім, система автоматично вмикає світло, забезпечуючи комфорт та зручність для перебування у вітальні. У разі достатнього рівня природного освітлення світло вимикається, що знижує енергоспоживання та скорочує витрати.

Для автоматизованої системи освітлення у вітальні було обрано датчик Light Intensity Sensor Detection Module, побудований на базі фоторезистора GL5528, зображений на рисунку 2.18. Цей датчик має низку важливих характеристик, які роблять його оптимальним вибором для реалізації системи. Він демонструє високу точність вимірювання рівня освітлення, що гарантує надійну роботу. Широкий діапазон вимірювання дозволяє адаптувати систему до різних умов природного освітлення.

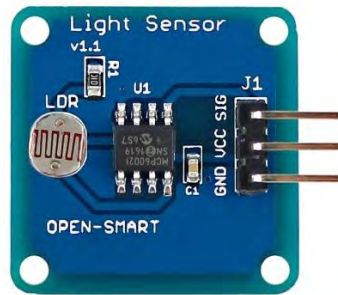


Рис. 2.18 – датчик рівня освітлення Light Intensity Sensor Detection Module на базі фоторезистору GL5528.

Light Intensity Sensor Detection Module GL5528 складається з фотодіода GL5528, який сприймає світло, оптоперетворювача, що генерує відповідний електричний сигнал, та резистора на 10 кОм. До переваг цього датчика належать також низьке енергоспоживання, що сприяє економічній ефективності всієї системи.

Основні технічні параметри датчика наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Основні характеристики датчика рівня освітлення Light Intensity Sensor Detection Module GL5528

Максимальна напруга	150 В
Діапазон робочих температур	Від -30°C до 70°C
Максимальний сприймаючий рівень освітлення	540 лк

Його вартість становить приблизно 35 гривень, що робить його доступним і вигідним варіантом для автоматизованої системи освітлення. Таким чином, датчик Light Intensity Sensor Detection Module GL5528 відповідає ключовим вимогам щодо енергоефективності, надійності та точності. Його застосування дозволить оптимізувати використання електроенергії та забезпечити комфортний рівень освітлення у вітальні. У автоматизованій підсистемі освітлення ванної кімнати особливого сенсу від такого датчику немає, так як вікно має невеликі розміри, що впливає на низький рівень природнього освітлення в приміщенні.

2.2.6 Вибір та огляд основних характеристик PIR-датчиків автоматизованої системи освітлення котеджу

Для забезпечення виявлення присутності користувача в приміщенні ідеально підходять PIR-датчики. PIR-датчики (Passive Infrared Sensors) — це пасивні інфрачервоні датчики, які виявляють рух об'єктів шляхом зміни теплового випромінювання в зоні дії. Вони працюють за принципом виявлення інфрачервоних хвиль, які випромінюють живі істоти. PIR-датчики є пасивними, оскільки самі не випромінюють енергію, а лише реєструють її зміни. Основними перевагами PIR-датчиків є енергоефективність, простота використання та висока чутливість. Їх часто застосовують у системах автоматизованого освітлення, охоронних системах, а також у побутовій техніці. Датчики забезпечують широкий кут огляду та радіус дії, що робить їх універсальними для використання як у великих, так і в компактних приміщеннях. [24]

Для реалізації автоматизованої системи освітлення котеджу було обрано датчик HC-SR501, який зображено на рисунку 2.19.



Рис. 2.19- Зображення PIR-датчика HC-SR501 та його будова

HC-SR501 — це один із найбільш популярних PIR-датчиків для визначення руху, який відмінно підходить для інтеграції в автоматизовані підсистеми освітлення вітальні та ванної кімнати завдяки своїй функціональності, доступності та універсальності. Його висока чутливість і налаштовані параметри дозволяють адаптувати датчик до різних умов, включаючи великі приміщення, як-от вітальня, та невеликі простори, як ванна кімната. Він легко інтегрується з мікроконтролерами

Arduino що робить його ідеальним для автоматизованих систем освітлення.

HC-SR501 працює на основі інфрачервоного сенсора, який виявляє зміну теплового випромінювання в зоні дії. Ця технологія дозволяє датчику розпізнавати рух об'єктів, таких як людина, у радіусі до 7 метрів. Завдяки його компактності та можливості налаштовувати час затримки та чутливість, він добре підходить для умов, де потрібно забезпечити енергоефективну роботу системи освітлення. У вітальні його можна налаштувати для охоплення великої площі, а у ванній кімнаті — для роботи у меншому радіусі.

Основні характеристики HC-SR501 включають регулювання часу затримки сигналу від 5 секунд до 5 хвилин, а також можливість налаштування чутливості, яка визначає радіус дії до 7 метрів. Кут огляду складає 120° , що забезпечує широке покриття зони контролю. Датчик працює у діапазоні вхідної напруги від 4,5 до 20 В, що дозволяє підключати його до різних джерел живлення. Споживання струму в стані очікування становить близько 50 мкА, що робить його енергоефективним.

Технічні характеристики HC-SR501 включають можливість роботи у температурному діапазоні від -20°C до $+85^\circ\text{C}$, що дозволяє використовувати його в різних кліматичних умовах. Він має невеликі розміри (32 мм × 24 мм), що спрощує його встановлення у компактних пристроях або корпусах. Вихідний сигнал представлений у вигляді цифрового рівня (HIGH/LOW), що легко зчитується мікроконтролерами.

Однією з головних переваг HC-SR501 є його доступність. Ціна датчика зазвичай становить приблизно 90 Гривень, що робить його економічно вигідним варіантом для автоматизованих систем освітлення. Незважаючи на низьку вартість, він забезпечує стабільну та надійну роботу.

2.2.7 Вибір та огляд основних характеристик датчиків руху автоматизованої системи освітлення котеджу

Для того аби реалізувати зональне освітлення в ванній кімнаті, окрім PIR-датчика буде використано ще датчик руху на основі випромінювача ІЧ променя та

рефлектора, який його приймає. У цьому проєкті обрано датчики руху моделі E3F3-R11 від бренду Omron, які показано на рисунку 2.20, а їх конструкцію – на рисунку 2.21. Вони повністю відповідають вимогам автоматизації освітлення завдяки високій чутливості, великому діапазону виявлення руху та надійній роботі. Крім того, вони легко монтуються і мають компактний розмір, що дозволяє їх легко і недорого впровадити в систему освітлення



Рис. 2.20 – Зображення датчиків руху E3F3-R11

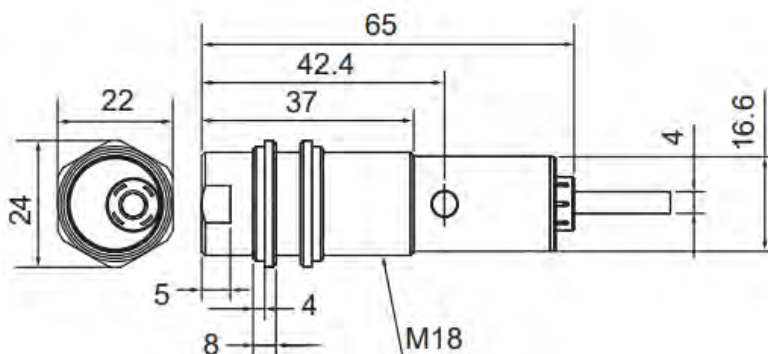


Рис. 2.21 – Кресленик датчика руху E3F3-R11

Вартість одного пристрою становить близько 800 гривень, що робить їх економічно вигідним рішенням.

Характеристики датчика, зазначені у таблиці 2.5, включають відстань виявлення, рівень чутливості, вимоги до живлення та параметри вихідного сигналу. Ці властивості гарантують, що система освітлення ванної кімнати працюватиме ефективно та надійно. [25]

Таблиця 2.5- Основні характеристики датчика руху E3F3-R11

Вид лінзи	Поліметилметакрилат (PMMA)
Відстань спрацювання	3 м (без поляризації під час використання рефлектора E39-R1)
Джерело світла (довжина хвилі)	Червоний світлодіод (680 нм)
Напруга джерела живлення	Від 12 В до 24 В
Споживання струму	Максимум 25 мА
Керуючий вихід	Транзисторний вихід із відкритим колектором
Час спрацьовування	Максимум 1,0 мс
Температура навколишнього середовища Експлуатація	від -25 до 55 °С
Вологість навколишнього середовища Експлуатація	від 45% до 85 %

Далі, на рис. 2.22 – 2.23 будуть представленні графіки які описують різні залежності від основних характеристик датчика руху E3F3-R11.

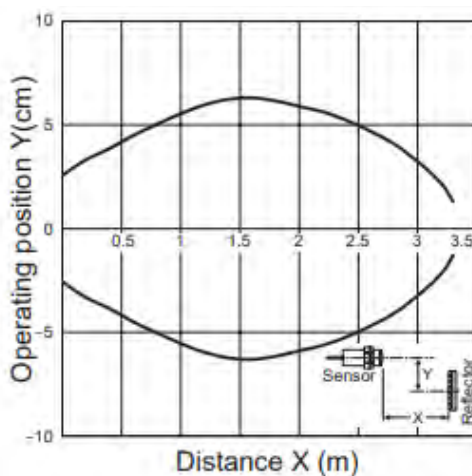


Рис. 2.22 - Графік залежності робочого положення від дистанції

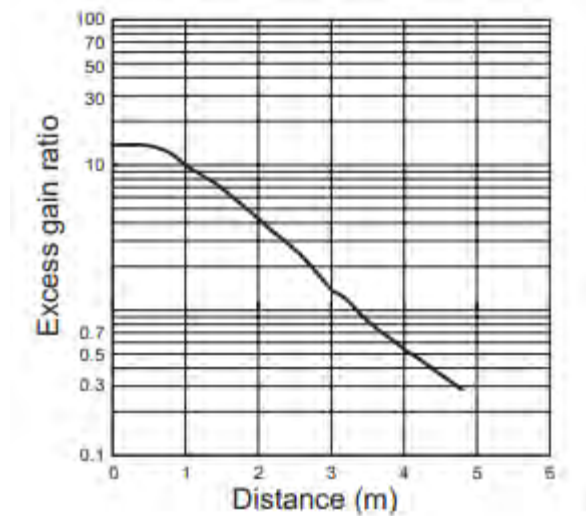


Рис. 2.23 - Графік залежності надлишкового підсилення від дистанції спрацювання

Отже, датчик E3F3-R11 від компанії Omron забезпечує високу точність, довговічність та вигідну ціну, що робить його ідеальним вибором для реалізації зонального освітлення проєкту автоматизованої системи освітлення у ванній кімнаті.

2.2.8 Вибір та огляд основних характеристик модуля реального часу автоматизованої системи освітлення котеджу

У проєктах автоматизованих систем освітлення ванної кімнати та вітальні важливим компонентом є модуль реального часу, який забезпечує точне відстеження часу для виконання заданих сценаріїв роботи. Ідеальним вибором для цих систем є модуль реального часу DS3231, яке зображено на рисунку 2.24. Цей модуль вирізняється високою точністю, надійністю та зручністю інтеграції з мікроконтролерами.



Рис. 2.24 - Зображення модуля реального часу DS3231

DS3231 має вбудований кварцовий генератор та температурну компенсацію, що забезпечує мінімальне відхилення від реального часу навіть за змін температури. Він оснащений акумулятором, який дозволяє зберігати дані про час у разі відключення основного живлення. Це важливо для безперебійної роботи автоматизованих систем. В таблиці 2.6 наведено основні технічні характеристики такого модуля.

Таблиця 2.6 - Основні характеристики модуля реального часу DS3231

Діапазон напруги живлення	2.3–5.5 В
Точність	±2 хвилини на рік (без температурної компенсації) або ±2 секунди на добу (з температурною компенсацією)
Інтерфейс	I ² C, що дозволяє легко підключити модуль до мікроконтролерів
Робочий температурний діапазон	від -40°C до +85°C

Цей модуль також підтримує програмовані сигнали будильника та може слугувати генератором сигналу з частотою до 32 кГц. Його компактний розмір дозволяє легко інтегрувати його навіть у невеликі корпуси. Ціна DS3231 є доступною, зазвичай становить від 50 до 100 гривень, залежно від комплектації (наприклад, із батареєю CR2032 або без). Завдяки своїм характеристикам DS3231 є оптимальним рішенням для синхронізації роботи автоматизованої системи

освітлення в обох приміщеннях, де важливо враховувати час доби, умови освітлення та інші сценарії автоматизації.

2.2.9 Вибір та огляд основних характеристик магнітних датчиків автоматизованої системи освітлення котеджу

Для покращення швидкості вмикання світла в автоматизованій системі освітлення котеджу можна використовувати магнітні датчики такі як геркони. Геркони — це електромеханічні перемикачі, які працюють на основі магнітного поля. Їхня основа — скляна трубка, всередині якої розташовані металеві контакти, що перебувають у вакуумі або заповнені інертним газом для запобігання корозії. У нормальному стані контакти розімкнені або замкнені, залежно від типу геркона. Коли поруч із герконом з'являється магнітне поле, контакти притягуються один до одного (у нормально відкритих герконах) або розмикаються (у нормально закритих герконах), утворюючи або розриваючи електричний ланцюг. Геркони широко використовуються в автоматизації, електроніці та охоронних системах завдяки їхній простоті, надійності й низькому енергоспоживанню.

Для автоматизованої системи освітлення у ванній кімнаті та вітальні було обрано геркони АСМК-1, які зображено на рисунку 2.25, які ідеально підходять для завдань, пов'язаних із детекцією відкриття чи закриття дверей. Ці геркони мають просту конструкцію, високу надійність.



Рис. 2.25 - Зображення геркона АСМК-1

Геркон АСМК-1 характеризується компактністю, стабільністю роботи та доступністю. Завдяки високій чутливості він спрацьовує при невеликих магнітних полях, що дозволяє використовувати магніти малого розміру. Це робить його зручним для інтеграції у системи освітлення як ванної кімнати, так і вітальні. Основні технічні характеристики такого датчика представлені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Основні характеристики геркона АСМК-1

Тип контакту	нормально відкритий (NO)
Максимальна напруга комутації	100 В
Максимальний струм комутації	0,5 А
Опір у відкритому стані	10^9 Ом
Час спрацювання	до 1,5 мс
Робоча температура	від -60°C до $+125^{\circ}\text{C}$

Геркон АСМК-1 має високий рівень герметичності, що дозволяє його використання в умовах підвищеної вологості, наприклад, у ванній кімнаті. Він також демонструє стабільність роботи при зміні температури, що є важливим у приміщеннях із частими перепадами вологості й температури. Завдяки простій конструкції він не схильний до зносу і забезпечує довготривалу експлуатацію. Геркон АСМК-1 є економічно вигідним рішенням, його ціна становить близько 30–

50 гривень, що робить його доступним для інтеграції навіть у бюджетні проекти.

Геркон АСМК-1 є оптимальним вибором завдяки своїй довговічності, здатності працювати у вологих умовах і зручності інтеграції в системи освітлення. Його технічні характеристики відповідають усім вимогам для забезпечення ефективної роботи автоматизованих систем у приміщеннях із різним мікрокліматом.

2.2.10 Вибір та огляд основних характеристик датчика вологості автоматизованої системи освітлення котеджу

Для автоматизованої системи освітлення ванної кімнати важливим елементом є датчик вологості, який відповідає за визначення рівня вологи в повітрі та вмикає вентилятор витяжки при необхідності. Вибір такого датчика має велике значення для підтримки оптимального мікроклімату в ванній кімнаті, адже високий рівень вологості може призвести до утворення плісняви та погіршення умов у приміщенні.

Вибір датчика вологості для цієї системи був зроблений на основі надійності, точності вимірів і можливості інтеграції з іншими елементами системи. Одним із оптимальних варіантів є DHT22, який зображено на рисунку 2.26 — цифровий датчик температури і вологості, який є одним з найбільш точних і популярних варіантів для таких застосувань.



Рис. 2.26 - Зображення датчика вологості DHT22

Основні технічні характеристики такого датчика показані в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Основні характеристики датчика вологості DHT22

Діапазон вимірювання вологості	0-100% RH (відносна вологість)
Точність вимірювання вологості	±2-5% RH
Діапазон вимірювання температури	-40°C до +80°C
Точність вимірювання температури	±0.5°C
Час реакції	~2 секунди
Напруга живлення	від 3,3 В до 5 В
Споживана потужність	1,5 мА при вимірюванні

Цей датчик дуже популярний у роботі з мікроконтролерами завдяки своїй точності, простоті інтеграції та доступній ціні. Завдяки своїм характеристикам, DHT22 забезпечує точне вимірювання вологості та температури, що є важливим для автоматичного включення вентилятора при підвищенні вологості в ванній кімнаті.

Для інтеграції датчика в систему автоматизації, він підключається до мікроконтролера через цифровий пін, і завдяки програмуванню можна налаштувати певні порогові значення вологості, при досягненні яких буде автоматично вмикатися вентилятор. Це дозволяє забезпечити підтримку оптимального рівня вологості, запобігаючи накопиченню вологи в приміщенні.

Ціна датчика DHT22 варіюється від 100 до 200 гривень, що робить його доступним і економічно вигідним рішенням для проекту автоматизованої вентиляції.

2.2.11 Вибір та огляд основних характеристик витяжного вентилятора автоматизованої системи освітлення котеджу

У рамках автоматизованої системи освітлення ванної кімнати важливо правильно підібрати вентилятор витяжки для забезпечення оптимального мікроклімату в приміщенні та належної роботи датчиків. Вентиляція в ванній кімнаті є необхідною для зниження вологості, запобігання утворенню плісняви та підтримки комфортних умов для користувачів. Вибір вентилятора здійснюється на

основі об'єму приміщення, рівня шуму, ефективності роботи, а також можливості інтеграції з автоматизованою системою.

Згідно з нормативами, для ванної кімнати обсягом 27 м³ необхідно забезпечити обмін повітря з розрахунку 6-8 повних обертів повітря на годину, що дозволяє підтримувати належний рівень вологості та покращує циркуляцію повітря. Це означає, що вентилятор має бути здатен забезпечити мінімальний об'єм повітря близько 160-200 м³/год.

Одним із оптимальних варіантів для моєї системи є Vents Quiet Style 150, який зображено на рисунку 2.27 — низькошумний осьовий вентилятор, який підходить для приміщень середнього розміру, таких як ванні кімнати. Він розроблений для ефективного та безшумного видалення вологи з повітря, що є важливим фактором для ванних кімнат. [26]



Рис. 2.27 - Зображення витяжного вентилятора Vents Quiet Style 150

Для підключення цього вентилятора до автоматизованої системи освітлення, необхідно встановити його в вентиляційний канал або на стіну, забезпечивши правильне з'єднання з електричною мережею. Основні технічні характеристики представлено в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 - Основні характеристики витяжного вентилятора Vents Quiet Style 150

Продуктивність	225 м ³ /год.
Робоча напруга	220-240 В
Потужність	18 Вт
Рівень шуму	26 дБ
Тип установки	настінний або в вентиляційну шахту
Діаметр патрубку	150 мм

Ціна вентилятора Vents Quiet Style 150 становить приблизно 1200-1500 гривень, що робить його доступним і економічно вигідним вибором для автоматизованої системи освітлення ванної кімнати.

2.2.12 Вибір та огляд основних характеристик твердотільного реле автоматизованої системи освітлення котеджу

Для автоматизації вмикання і вимикання вентилятора в системі освітлення та вентиляції ванної кімнати, важливим компонентом є реле, яке дозволяє здійснювати контроль за потужним навантаженням вентилятора. Твердотільне реле (або статичне реле) — це електронний компонент, який виконує функцію комутації електричних ланцюгів без використання механічних частин, на відміну від традиційних реле, де комутація здійснюється за допомогою рухомих контактів. Твердотільні реле використовують напівпровідникові елементи (наприклад, транзистори, діоди, тиристори), щоб замикати або розмикати електричний ланцюг. [27]

Для реалізації автоматизованої системи освітлення в ванній кімнаті було обрано реле на основі модуля SSR-25 DA, яке зображено на рисунку 2.28, яке є найкращим вибором для цього типу задач, оскільки забезпечує надійне й безпечне управління вентилятором без потреби в механічних контактних елементах.



Рис. 2.28 - Зображення твердотільного реле SSR-25 DA

Основні технічні характеристики такого реле представленні в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 - Основні характеристики твердотільного реле SSR-25 DA

Тип	статичне реле (SSR) для керування змінним струмом
Напруга керування	3 – 32 В постійного струму
Напруга навантаження	24 – 380 В змінного струму
Максимальний струм навантаження	25 А
Потужність навантаження	до 6000 Вт (при 240 В)
Тип вихідного транзистора	TRIAC
Частота	50-60 Гц
Робочий температурний діапазон	-20°C до +80°C

Це реле ідеально підходить для роботи з вентиляторами витяжки в ванних кімнатах, оскільки воно дозволяє безпечно управляти електричними навантаженнями, зокрема при підключенні вентиляторів, що потребують більш високої потужності та стабільного живлення. Модуль SSR-25 DA забезпечує контроль за живленням вентилятора за допомогою цифрових сигналів, що подаються з мікроконтролера. Вбудований механізм захисту дозволяє уникнути пошкоджень через короткі замикання або перевантаження, що важливо для забезпечення безпеки роботи автоматизованої системи.

Для інтеграції в систему, реле підключається до мікроконтролера через транзисторний вхід і забезпечує ввімкнення/вимкнення вентилятора через відповідні контакти реле. Це дозволяє здійснювати автоматичний контроль вентиляції залежно від рівня вологості в ванній кімнаті.

Ціна реле SSR-25 DA коливається в межах 150-300 гривень, що робить його доступним і вигідним рішенням для реалізації проектів автоматизації.

2.2.13 Вибір та огляд основних характеристик світильних елементів автоматизованої системи освітлення котеджу

У попередніх розділах ми обговорили та обрали основні керуючі компоненти,

тепер зупинимося на менш значущих, але все ж важливих, освітлювальних елементах. На рисунку 2.29 показано конструкцію світлодіодних стрічок.

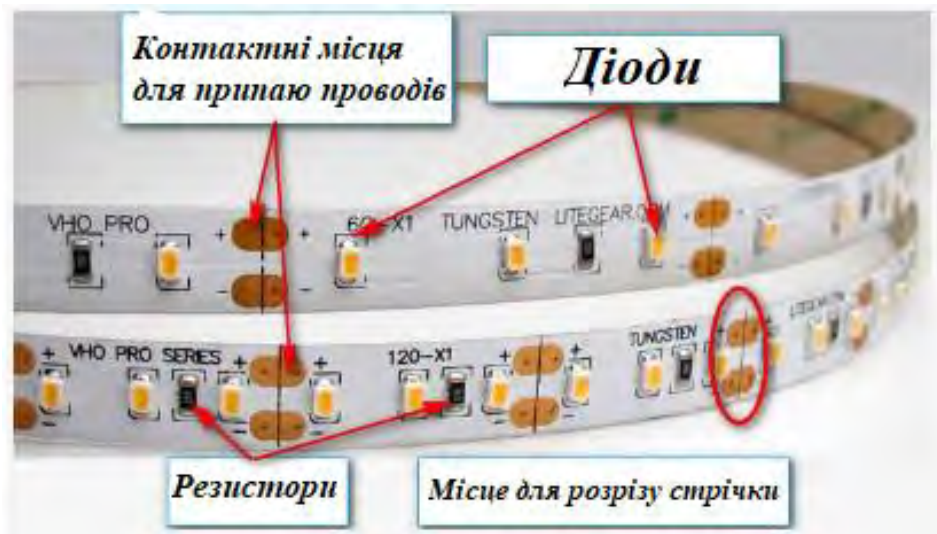


Рис. 2.29 – Ілюстрація будови світлодіодної стрічки

Для реалізації автоматизованої системи освітлення котеджу доцільно обрати світлодіодні стрічки з робочою напругою 12 В, оскільки вони сумісні з МДН-транзисторами та забезпечують стабільну і ефективну роботу.

Якщо планується використання стрічок із нижчою напругою, наприклад 4 В або 9 В, обов'язково слід встановити відповідні резистори для обмеження струму. Це дозволить забезпечити коректне функціонування світлодіодів та уникнути їх пошкодження.

2.3 Розробка схем автоматизованої системи освітлення котеджу

Після вибору типу автоматизованої системи освітлення та підбору необхідних компонентів, наступним важливим етапом є розробка відповідних схем, що забезпечать правильну і ефективну роботу всієї системи. Для досягнення цієї мети необхідно створити структурну, функціональну та електрично-принципову схеми, які відображатимуть взаємодію всіх елементів системи.

Структурна схема визначає загальну організацію системи, включаючи ключові компоненти та їх взаємозв'язки. Вона є важливим інструментом для

побудови чіткої карти того, як різні частини системи працюватимуть разом, і допомагає зрозуміти їх роль та місце у загальній інфраструктурі автоматизованого освітлення. Така схема дозволяє нам ефективно планувати розміщення компонентів і забезпечує зручний доступ для подальшого налаштування та технічного обслуговування.

Функціональна схема розкриває деталі роботи системи, описуючи порядок виконання функцій, а також послідовність їх реалізації. Цей етап є необхідним для визначення логіки роботи всієї системи: як кожен компонент взаємодіє з іншими та які завдання виконуються на кожному етапі. Функціональна схема є основою для встановлення специфікацій кожного елемента системи, що необхідні для автоматизації процесів освітлення.

Електрично-принципова схема деталізує електричні зв'язки між компонентами, відображаючи принципи їх роботи та підключення до електричної мережі. Вона показує, як електричний сигнал рухається через систему, і які з'єднання необхідні для коректної роботи всієї автоматизованої системи. Така схема допомагає усунути можливі помилки на етапі проектування та налаштування, а також дає змогу створити систему, що працює без збоїв.

Розробка цих схем є обов'язковим етапом для правильного проектування автоматизованої системи освітлення. Вони дозволяють не тільки структурувати компоненти, але й забезпечують ясність у роботі кожного елемента, гарантуючи правильне з'єднання і злагоджену взаємодію всіх частин системи. Крім того, ці схеми є необхідними для подальшої розробки, тестування та налаштування системи.

2.3.6 Розробка структурної схеми автоматизованої системи освітлення котеджу

Структурна схема є основним інструментом для відображення загальної архітектури пристрою, визначаючи ключові функціональні блоки, їх взаємозв'язки та ролі в системі. Вона надає чітке уявлення про структуру виробу, включаючи основні частини, вузли та їх взаємодію. Завдяки цьому можна зрозуміти, як

працюють основні режими роботи пристрою, а також як різні елементи взаємодіють один з одним. Важливо дотримуватися стандартів позначення елементів на структурних схемах, щоб вони були зрозумілими та однозначними для всіх учасників процесу проектування та реалізації.[28]

На структурних електричних схемах, згідно з ГОСТ 2.702-75, елементи пристрою або функціональні групи відображаються у вигляді графічних позначень, таких як прямокутники, а також умовних позначень, що наочно демонструють їх взаємозв'язки через лінії з'єднань, позначені стрілками. В середині цих прямокутників зазначаються найменування функціональних частин, тип елементів та їх позначення. Для зручності у випадку великої кількості елементів можуть використовуватися порядкові номери, що зазвичай розташовуються в напрямку зліва направо або зверху вниз, а також таблиця з відповідними даними.

Структурна схема є менш детальною порівняно з принциповою та функціональною схемами. Вона розробляється на початкових етапах проектування для загального ознайомлення з системою або пристроєм. Ця схема допомагає структурувати компоненти, встановлювати їх зв'язки та забезпечує правильний розподіл функцій.

Для розробки автоматизованої системи освітлення котеджу розробка структурної схеми є важливим етапом. Вона дозволяє візуалізувати компоненти системи, визначити їх взаємодії, ієрархію та логіку роботи. Це необхідний інструмент для аналізу, моделювання та подальшого проектування системи, що сприяє забезпеченню її ефективної та безперебійної роботи. Розробка структурної схеми також полегшує процес подальшої деталізації та тестування компонентів, що входять до системи.

Розроблена структурна схема для системи автоматизованого освітлення котеджу представлена на рисунку 2.30, та також в додатку А.

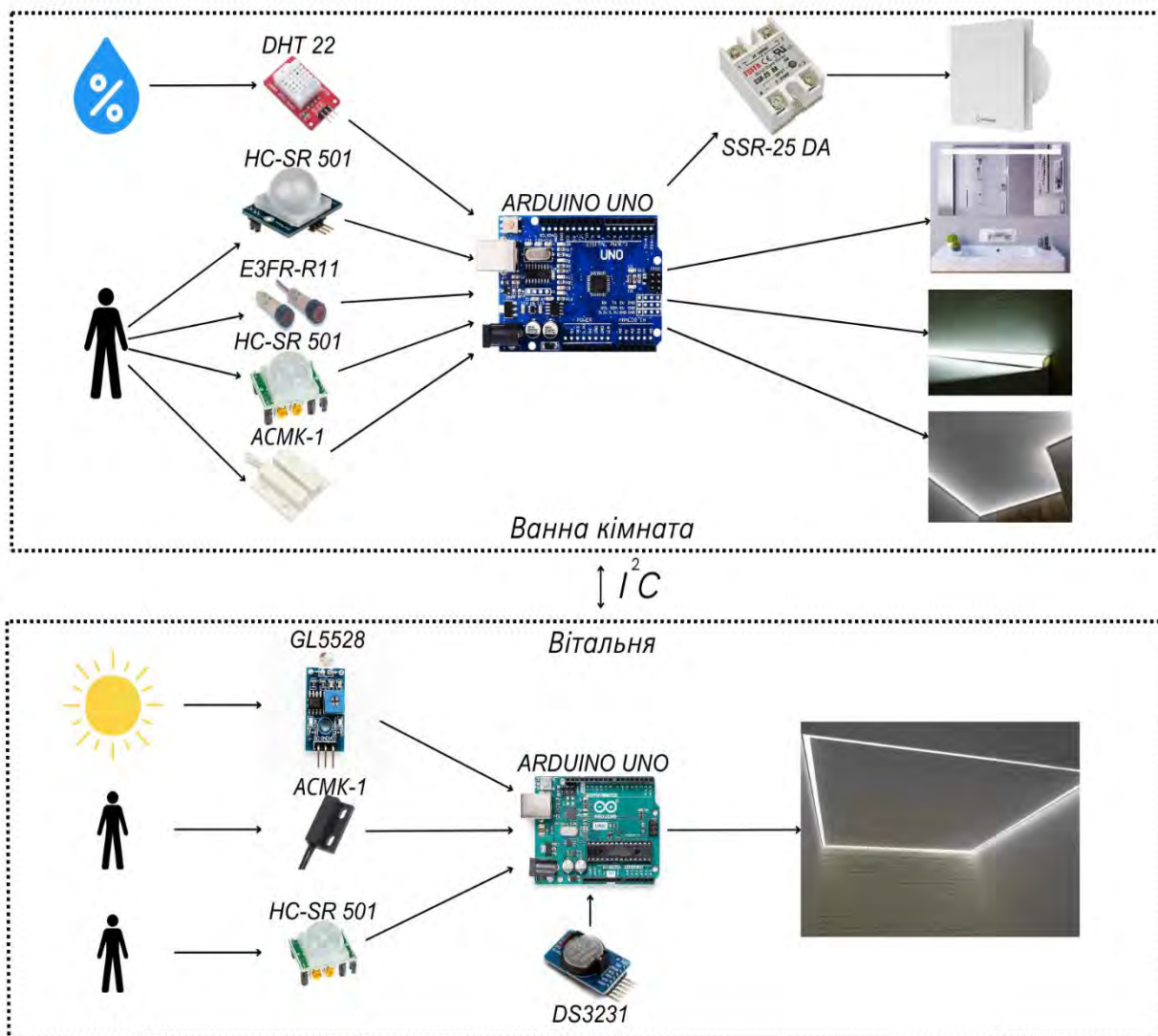


Рис. 2.30 – Структурна схема автоматизованої системи освітлення котеджу

2.3.7 Розробка функціональної схеми автоматизованої системи освітлення котеджу

Функціональна схема є важливим графічним інструментом для представлення принципу роботи системи або пристрою. Вона описує функціональну структуру системи, визначає взаємозв'язки між її компонентами та послідовність виконання функцій. Головною метою функціональної схеми є забезпечення наочності принципу дії системи, а також логічний та чіткий розподіл функцій між усіма елементами. Завдяки цій схемі можна зрозуміти, як саме система виконує свої основні завдання, а також як компоненти взаємодіють між собою для досягнення необхідних результатів. [29]

На функціональній схемі зазвичай відображаються функціональні блоки, що відповідають за конкретні операції в системі, а також зв'язки між ними, що показують потоки інформації або енергії. Вхідні та вихідні параметри, які входять до схеми, дозволяють чітко визначити, які дані подаються в систему та які результати вона видає.

Розробка функціональної схеми допомагає глибше зрозуміти принципи роботи всієї системи та взаємодію її складових. Вона є важливим інструментом для розробників, оскільки дає змогу визначити необхідні функції системи, а також послідовність їх виконання. Це допомагає оптимізувати структуру та роботу системи, виявляти потенційні проблеми на етапі проектування та забезпечити їх ефективне вирішення.

У контексті автоматизованих систем, функціональна схема служить основою для аналізу та планування проекту, допомагає визначити, які саме функції повинні бути реалізовані в системі для забезпечення її належної роботи. Вона також дозволяє здійснювати тестування та верифікацію системи на ранніх етапах, що сприяє виявленню можливих недоліків та оперативному їх усуненню.

Правильна розробка функціональної схеми є ключовим етапом у створенні автоматизованої системи освітлення котеджу, оскільки дозволяє ефективно організувати роботу компонентів, оптимально розподіляти функції та забезпечити точність і надійність роботи системи. Ця схема також гарантує, що система буде зручною для використання і відповідатиме всім вимогам, забезпечуючи комфорт та безпеку в приміщенні.

Приклад розробленої функціональної схеми для реалізації автоматизованої системи освітлення ванної кімнати зображено на рисунку 2.31. Також функціональна схема показана в додатку В, функціональна схема для вітальні зображена в додатку С.

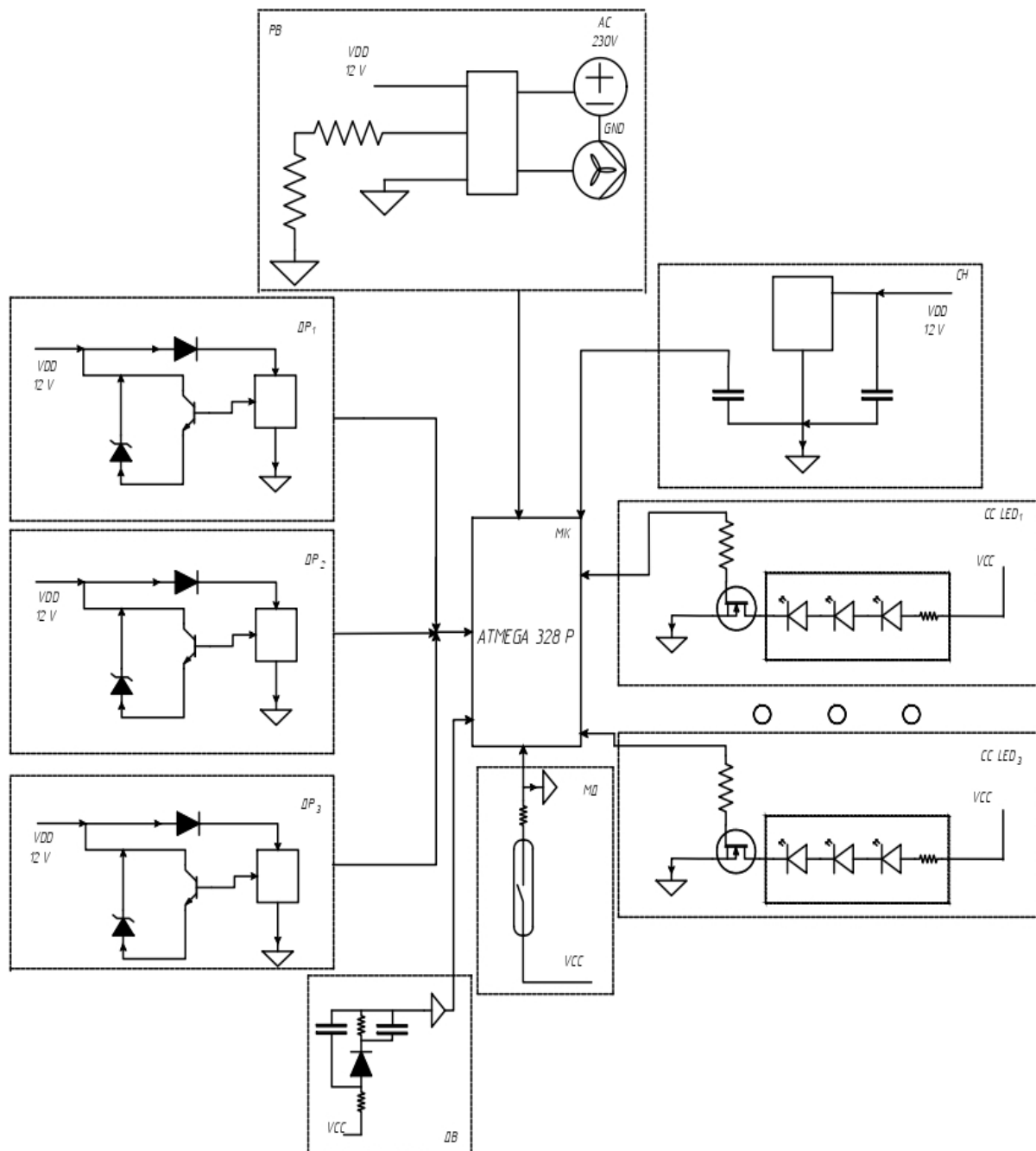


Рис. 2.31 – Функціональна схема автоматизованої системи освітлення ванної кімнати

2.3.8 Розробка електрично-принципової схеми автоматизованої системи освітлення котеджу

Електрично-принципова схема є важливим етапом у проектуванні будь-якої електричної системи, оскільки вона дозволяє наочно представити зв'язки між компонентами та принцип роботи системи без необхідності детального зображення

фізичної реалізації. У нашій автоматизованій системі освітлення для котеджу електрично-принципова схема визначатиме, як різні елементи, такі як датчики, реле, мікроконтролери та інші компоненти, будуть з'єднані та взаємодіяти між собою для забезпечення належної роботи системи освітлення.

Розробка електрично-принципової схеми включає кілька ключових етапів. Першим етапом є вибір необхідних компонентів для системи, серед яких можуть бути мікроконтролери, реле, датчики (наприклад, PIR датчики для виявлення руху, датчики вологості для контролю рівня вологості в ванній кімнаті), елементи живлення, а також інші електричні компоненти. На цьому етапі важливо точно визначити функції кожного елемента та його роль у загальній системі. [30]

Далі необхідно позначити компоненти відповідними схемними символами, що відповідають стандартам, і забезпечити правильні з'єднання між ними. Лінії зв'язку на схемі відображають фізичні провідники або з'єднання, через які передаються сигнали або енергія. На схемі також позначаються важливі параметри, такі як значення опорів, напруги та струмів, що дозволяє точно визначити характеристики електричних ланцюгів.

Електрично-принципова схема дозволяє не тільки структурувати всі електричні з'єднання, але й виявляти потенційні проблеми в системі, що можуть виникнути на етапі реалізації. Це також важливий інструмент для тестування та налаштування системи, адже завдяки схемі можна перевірити правильність підключення компонентів та їхню взаємодію перед початком фізичного монтажу.

Для нашої автоматизованої системи освітлення котеджу, електрично-принципова схема буде включати підключення таких елементів, як датчики руху, датчики вологості, реле для вентиляції, мікроконтролер, елементи живлення, а також підключення до електричних ланцюгів освітлення та вентиляції. Ця схема стане основою для подальших етапів розробки системи, допомагаючи чітко уявити, як всі частини працюють разом для досягнення поставлених цілей, таких як автоматичне керування освітленням та вентиляцією в залежності від змінних умов.

Докладна розробка електрично-принципової схеми є необхідною для

забезпечення правильної та ефективної роботи автоматизованої системи освітлення та вентиляції, а також дозволяє виявити недоліки або потенційні ризики на етапі проектування, що є критично важливим для досягнення надійної роботи системи у майбутньому.

Розглянемо електричну схему мікроконтролера, оскільки він є одним з ключових елементів автоматизованої системи освітлення котеджу. Такий мікроконтролер використовується в обох системах, як в ванну кімнату так і в вітальню. Схема мікроконтролера Atmega 328 P наведена на рис. 2.32.

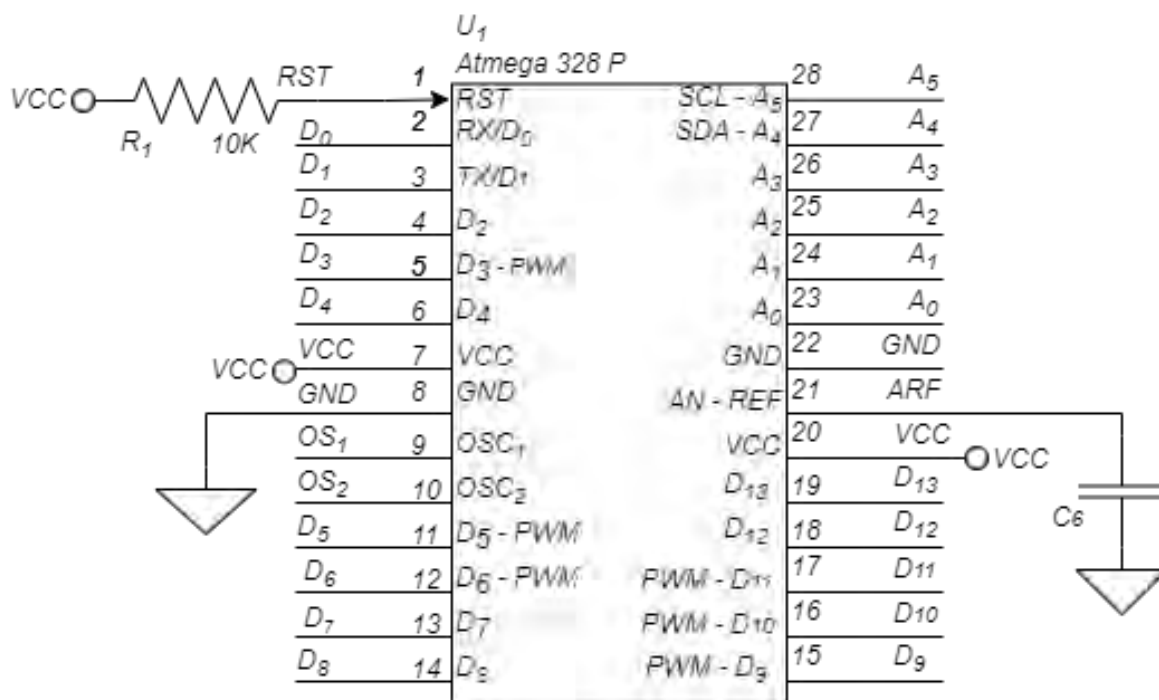


Рис. 2.32 - Електрично-принципова схема мікроконтролера Atmega 328 P

На цій схемі зображений мікроконтролер Atmega 328 P з усіма його пінами. Він підключений до резистора R1, а також до заземлення через конденсатор C6 піном 21. Крім того, пін 8 також підключений до заземлення.

2.4. Розробка конструкторської документації проєкту системи автоматизованого освітлення котеджу

Після визначення основних компонентів автоматизованої системи освітлення для ванної кімнати та вітальні стало можливим врахувати габарити комплекту з

метою розробки корпусу та інших конструктивних елементів, необхідних для забезпечення належної роботи системи. Цей етап має ключове значення, оскільки правильна розробка корпусу та монтажних елементів дозволяє гарантувати захист внутрішніх компонентів, їхню довговічність, безпечність та зручність експлуатації.

У даному розділі розглядається процес створення вологостійкого корпусу, адаптованого до умов ванної кімнати, а також проектування спеціального кутового профілю для встановлення світлодіодних стрічок. Останній забезпечує ефективне та естетичне розміщення освітлювальних елементів, що відповідає сучасним дизайнерським вимогам і практичності.

При виконанні конструкторських робіт використовувалася програмна система SolidWorks. Це програмне забезпечення, створене компанією SolidWorks Corporation, яка зараз є дочірньою компанією Dassault Systemes. Воно належить до класу систем автоматизованого проектування (САПР), інженерного аналізу та підготовки виробництва. Ця програма є ядром інтегрованої системи автоматизації підприємства, що дозволяє підтримувати весь життєвий цикл виробу за допомогою CALS-технологій. SolidWorks забезпечує двосторонній обмін даними з іншими застосунками на платформі Windows, а також можливість створення інтерактивної технічної документації.

SolidWorks дозволяє виконувати широкий спектр завдань, серед яких ключовими є конструкторська підготовка виробництва, тривимірне моделювання виробів різної складності з урахуванням специфіки їх виготовлення, створення конструкторської документації та промисловий дизайн. Додатково програма підтримує проектування комунікацій, таких як електропроводка чи трубопроводи, а також проводить інженерний аналіз для оцінки міцності, стійкості, теплопередачі, динаміки механізмів, газо- та гідродинаміки, світлотехніки, оптики та інших характеристик. SolidWorks також дозволяє виконувати експрес-аналіз технологічності виробів ще на етапі проектування, що значно скорочує цикл розробки та підвищує якість кінцевого продукту.

Завдяки своїй універсальності, потужності та інтеграції з іншими

інженерними системами, SolidWorks став одним із найпопулярніших інструментів для інженерів у різних галузях промисловості. [31]

Розробка конструкторської документації проводилася з дотриманням чинних стандартів, таких як ДСТУ ГОСТ 2.104–2006 для креслень, схем та проектних документів. Важливість дотримання стандартів полягає в тому, що це забезпечує уніфікацію проектної документації, її зрозумілість для інших інженерів і можливість повторного виготовлення елементів системи у майбутньому. [32]

2.4.1. Розробка та проєктування вологостійкого корпусу для автоматизованої системи освітлення ванної кімнати

На цьому етапі можна визначитись з зовнішнім видом, габаритами та параметрами корпусу. Взагалі розробка таких елементів є критичним етапом у проєктуванні автоматизованої системи освітлення ванної кімнати. Приміщення з підвищеною вологістю, як ванна кімната, створює специфічні умови, які вимагають особливої уваги до захисту електронних компонентів від впливу водяної пари, конденсату та можливого прямого контакту з водою. Неналежно спроектований корпус може призвести до коротких замикань, виходу з ладу обладнання, а також створити потенційну загрозу для безпеки користувачів.

Правильно спроектований вологостійкий корпус забезпечує не лише захист внутрішніх компонентів від негативного впливу вологи, але й сприяє довговічності роботи всієї системи. Він має відповідати міжнародним стандартам захисту від пилу та води, таким як IP-класифікація (Ingress Protection), що гарантує надійність у складних експлуатаційних умовах. Наприклад, у ванних кімнатах особливо важливо забезпечити корпус з рівнем захисту не нижче IP52. Такий рівень захисту за класифікацією захищає елементи від певної кількості пилу що може проникати в середину елементів та порушити їх належну роботу, а також від вертикальних крапель води під кутом до 15°, має повний захист від контакту. Параметри класифікації захисту представленні в таблицях 2.5 Та 2.6. [33]

Таблиця 2.5 - перша позиція — захист від проникнення сторонніх предметів

Рівень	Захист від сторонніх предметів, що мають діаметр	Опис
0	-	Захист відсутній
1	≥ 50 мм	Великі поверхні тіла, відсутній захист від усвідомленого контакту
2	$\geq 12,5$ мм	Пальці та схожі об'єкти
3	$\geq 2,5$ мм	Інструменти, кабелі тощо
4	≥ 1 мм	Більшість дротів, болти тощо
5	Пилозахищений	Деяка кількість пилю може проникати всередину, однак це не порушує роботу пристрою. Повний захист від контакту
6	Пилонепроникний	Пил не може потрапити у пристрій. Повний захист від контакту

Таблиця 2.6 - друга позиція — захист від проникнення рідини

Рівень	Захист від	Опис
0	-	Захист відсутній
1	Вертикальні краплі	Вода, що крапає вертикально не повинна порушувати роботу пристрою
2	Вертикальні краплі під кутом до 15°	Вода, що крапає вертикально не повинна порушувати роботу пристрою, якщо його відхилити від робочого положення на кут до 15°
3	Бризки, що падають	Захист від дощу. Вода ллється вертикально або під кутом до 60° до вертикалі.
4	Бризки	Захист від бризок, що падають у довільному напрямі.
5	Струмені	Захист від водяних струменів з довільного напрямку
6	Морські хвилі	Захист від морських хвиль або сильних водяних струменів. Вода, що потрапила всередину корпусу не повинна порушувати роботу пристрою.

Таблиця 2.6 (продовження)

7	Короткочасне занурення на глибину до 1м	При короткочасному зануренні вода не потрапляє у кількостях, що порушують роботу пристрою. Постійна робота у зануреному режимі не передбачається.
8	Тривале занурення на глибину понад 1м	Повна водонепроникність. Пристрій може працювати у зануреному режимі

Збірка корпусу складається з частин. Деякі елементи будуть виготовлюватись по кресленику, а деякі елементи є покупними виробами. Це спрощує технологію виготовлення та зменшує ціну реалізації корпусу. Складальний кресленик корпусу в зборі показано в додатку Н.

1. Основа корпусу, яка зображена на рисунку 2.33 Для виготовлення вологостійкого корпусу для автоматизованої системи освітлення ванної кімнати важливо правильно обрати матеріал, технологію виробництва та методи обробки. Оптимальним вибором є використання ABS-пластику. ABS-пластик (акрилонітрил-бутадієн-стирол) — це термопластичний конструкційний матеріал, відомий своєю універсальністю та високими експлуатаційними характеристиками. Завдяки своїй аморфній структурі, він не має чітко визначеної температури плавлення, проте його температура склування становить приблизно 105 °С. Цей матеріал поєднує у собі міцність, підвищену ударостійкість та гнучкість, що робить його придатним для виготовлення різноманітних виробів, включаючи корпуси технічних пристроїв. Однією з ключових переваг ABS-пластику є його здатність ефективно протистояти фізичним ударам і механічним навантаженням. Він має високу пружність, що дозволяє зберігати форму навіть за значних деформацій, а також стійкість до зношування, що підвищує довговічність виробів. Для використання у вологому середовищі ABS-пластик демонструє низький рівень водопоглинання, що забезпечує

захист від вологи та корозійних процесів. Однак для підвищення вологостійкості корпусів із ABS-пластику рекомендується використовувати додаткові гідроізоляційні покриття, такі як гідрофобний лак або спеціальні полімерні плівки, які утворюють бар'єр для вологи. [34]

Під час проектування корпусу важливо передбачити точні отвори для кріплень і доступу до внутрішніх компонентів. Вирізання таких отворів можна виконувати за допомогою фрезерування. Для кріплення плати було вифрезеровано отвори під різьбу М 1.6. Для кріплення верхньої кришки корпусу – отвори під різьбу М 4. А для кріплення корпусу до стінки – отвори діаметром 6 мм.. Також зроблені отвори для заглушок на USB та DS порти плати та отвори під герметичні кабелеводи. Для додаткової гідроізоляції буде вилито місце для гумового ущільнювача діаметром 1мм..

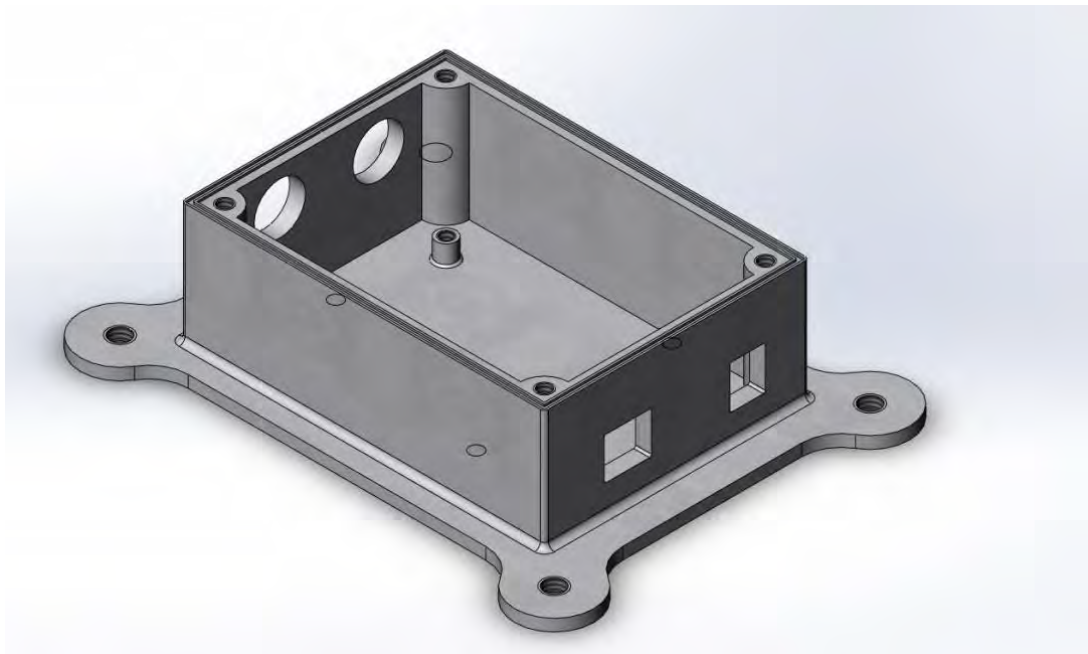


Рис. 2.33 - Зображення моделі основи корпусу

2. Кришка корпусу, дивись рисунок 2.34. Кришка виготовлена з того ж матеріалу що і основа корпусу. Отвори зроблені для кріплення до основи під Гвинт ISO 7985 - M4 x 30. Отвори забезпечують приховати головку гвинта. Так само є місце під ущільнювач.

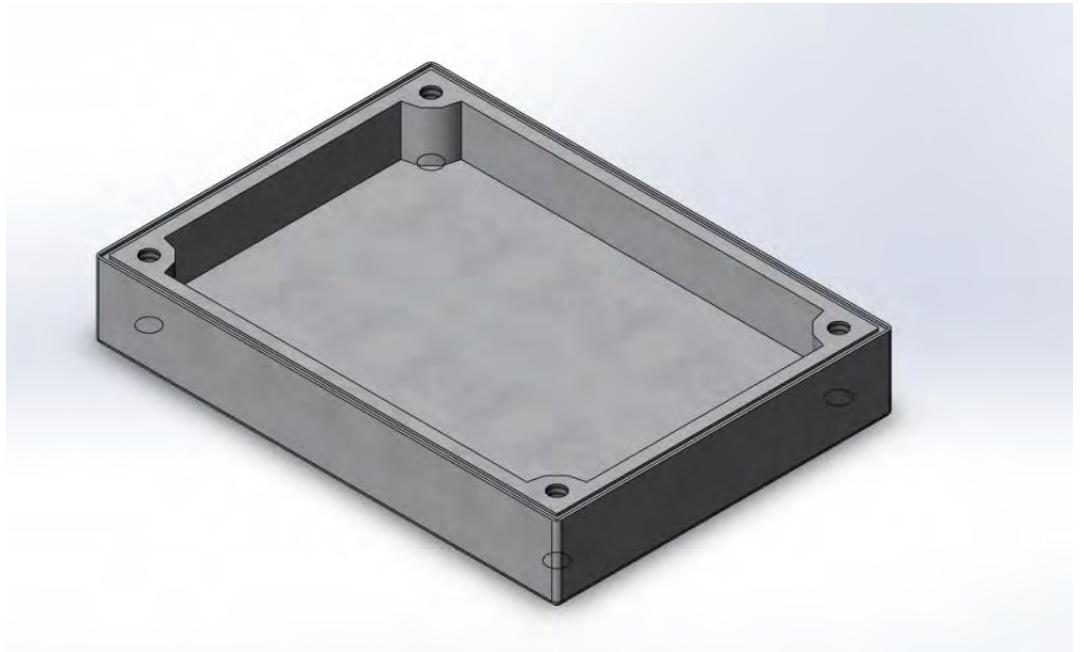


Рис. 2.34 - Зображення моделі верхньої кришки корпусу

3. Заглушки. Важливим етапом в створенні саме вологостійкого корпусу є забезпечення не проникнення у отвори води. Саме тому було спроектовано спеціальні резинові заглушки для отворів в корпусі під USB та DS порти в платі. USB заглушка зображена на рисунку 2.35. Вони вилиті з EPDM-гуми. EPDM-гума (етилен-пропілен-дієн-мономер) — це високоякісний синтетичний еластомер, який відзначається унікальними фізико-хімічними властивостями. Вона виготовляється шляхом полімеризації етилену, пропілену та дієнових мономерів, що забезпечує її виняткову еластичність і стійкість до різноманітних впливів. Однією з ключових особливостей EPDM-гуми є її висока вологостійкість, що робить її ідеальним матеріалом для застосувань у середовищах із підвищеною вологістю. EPDM має чудову термостійкість, витримуючи температури від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$, при цьому зберігаючи свої властивості. Завдяки цьому вона підходить для використання в умовах екстремальних температурних коливань. Гума демонструє високу стійкість до впливу озону, ультрафіолетового випромінювання та атмосферних чинників. Її хімічна інертність дозволяє протистояти дії кислот, лугів, миючих засобів і багатьох інших хімічних речовин, зберігаючи стабільність навіть у складних умовах. Завдяки своїй

високій еластичності матеріал забезпечує чудову герметизацію, що є особливо важливим для ущільнювачів і заглушок. Водночас EPDM-гумі властива значна стійкість до механічного зносу, що гарантує тривалий термін експлуатації виробів із цього матеріалу. Її універсальність і довговічність роблять її ідеальним вибором для багатьох технічних рішень, де потрібна надійна герметизація та стійкість до складних умов експлуатації. [35]



Рис. 2.35 - Зображення моделі USB заглушки

4. Плата Arduino Uno. Тепер перейдемо до покупних виробів. Головною частиною проєкту є плата, яка зображена на рисунку 2.36. Модель була спроектована за допомогою аддона для SolidWorks CircuitWorks. CircuitWorks — це спеціалізоване програмне забезпечення, яке входить до складу інструментів SolidWorks і призначене для моделювання, аналізу та інтеграції електронних схем із механічними компонентами у межах одного проєкту. Цей інструмент дозволяє інженерам ефективно працювати з друкованими платами (PCB), забезпечуючи точну інтеграцію електроніки з механічними елементами. CircuitWorks підтримує імпорт і експорт файлів у популярних форматах, таких як IDF і PADS, що дозволяє легко взаємодіяти з іншими CAD-програмами та електронними інструментами. Програмне забезпечення забезпечує

створення 3D-моделей друкованих плат, включаючи компоненти, отвори та з'єднання, що дозволяє перевіряти відповідність конструкції в обмеженому просторі. Крім того, CircuitWorks дозволяє візуалізувати і аналізувати розташування компонентів на платі, враховуючи теплові характеристики та механічні обмеження. Це значно спрощує процес розробки електромеханічних пристроїв, дозволяючи командам розробників швидко вносити зміни та тестувати їхню ефективність. CircuitWorks є важливим інструментом для оптимізації дизайну комплексних пристроїв, де необхідна інтеграція механічних і електронних систем. Його використання допомагає зменшити ризик помилок, пов'язаних із невідповідністю між електронікою та механікою, і сприяє швидшому завершенню розробки завдяки точному аналізу на етапі проєктування. [36]

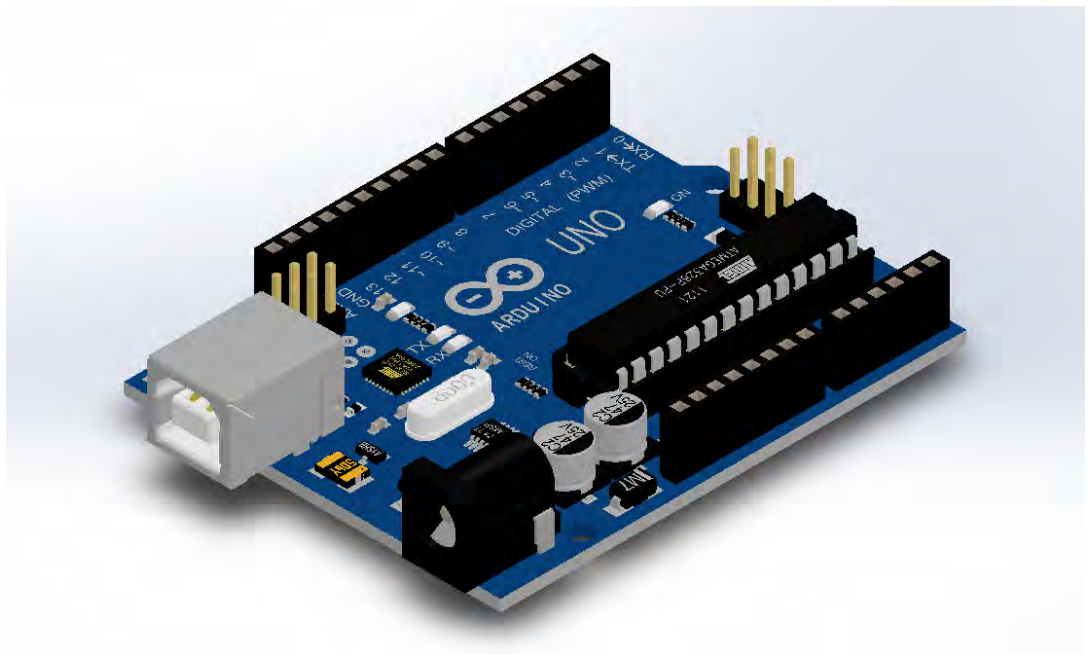


Рис. 2.36 - Зображення моделі плати Arduino Uno

5. Кабельний ввід SKINTOP. Кабельний ввід SKINTOP MS-MXL 12x1.5, який зображено на рисунку 2.37 — це високоякісний компонент від компанії LAPP, призначений для забезпечення надійного ущільнення та механічного захисту кабелів під час їх введення у корпуси обладнання. Він виготовлений із латуні з нікелевим покриттям, що забезпечує

високу стійкість до корозії, механічних пошкоджень і агресивних середовищ. Завдяки своїй конструкції цей кабельний ввід має підвищений ступінь захисту від пилу та води, що відповідає стандарту IP68, а також здатний витримувати тимчасове занурення у воду. Кабельний ввід сумісний із кабелями діаметром від 3 до 10 мм, що забезпечує універсальність його застосування у різних промислових та електротехнічних проєктах. Завдяки наявності ущільнювальної вставки з високоякісного еластомеру забезпечується надійне обтискання кабеля, що мінімізує ризик пошкодження ізоляції та покращує механічну фіксацію. SKINTOP MS-MXL 12x1.5 ідеально підходить для використання в умовах підвищених вимог до герметичності, наприклад, у промислових системах автоматизації, електричних щитах, або при проєктуванні обладнання для зовнішнього середовища. Його надійність, довговічність і простота монтажу роблять його популярним вибором серед інженерів для широкого спектра застосувань. В комплекті до кабелеводу йде контргайка SKINDICHT SMM12x1.5, задля унеможливлення виходу кабелеводу з отвору корпусу та забезпечення надійного кріплення. [37]

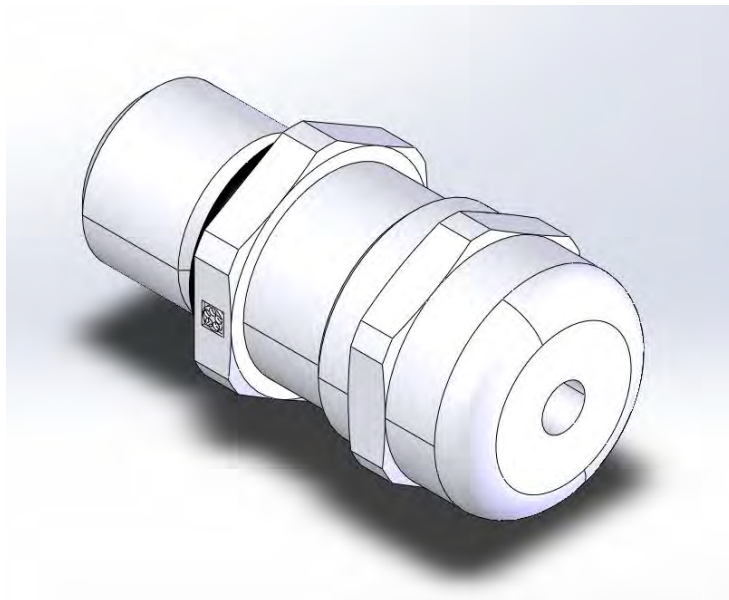


Рис. 2.37 - Зображення моделі кабельного вводу SKINTOP MS-MXL 12x1.5

6. Перейдемо до метизів. Метизи — це загальний термін для позначення

різноманітних кріпильних виробів, які використовуються для з'єднання, фіксації або монтажу різних конструкцій, механізмів чи елементів. Вони включають в себе різноманітні деталі, виготовлені з металу або інших матеріалів, такі як болти, гайки, шурупи, заклепки, шайби, анкерні елементи, шпильки, гвинти тощо. [38] Гвинт ISO 7985 - M4 x 30 - 70-A2-нпкр-РН-пн, який використовується для кріплення кришки корпусу до основи, має різьбу M4 і довжину 30 мм. Він виготовлений зі сталі марки A2, що є нержавіючим матеріалом, стійким до корозії. Позначення "нпкр" вказує на підвищену міцність матеріалу, а "РН" означає хромування, яке підвищує стійкість до зношування та корозії. "Пн" вказує тип головки гвинта - плоску з внутрішнім шестигранником. Гвинт ISO 7985 - M1.6 x 4 - 70-A2-нпкр-РН-пн, який призначено для кріплення плати до основи, має дуже малий діаметр різьби M1.6 і довжину 4 мм. Він також виготовлений зі сталі A2 з підвищеною міцністю та захистом від корозії. Цей тип гвинта часто використовується в дрібних пристроях, електроніці та побутовій техніці.

Отже, розроблений корпус є ідеальним варіантом для даного проекту, так як він є універсальним, надійним та недорогим.

Висновки до другого розділу

У результаті роботи над другим розділом, присвяченим розробці автоматизованих систем освітлення для ванної кімнати та вітальні, було досягнуто значних результатів, які підкреслюють важливість інтеграції сучасних технологій в інтер'єр будинку.

Комплексний підхід до вибору комплектуючих забезпечив надійність та функціональність систем. У ванній та вітальні використано однакові мікроконтролери, що дозволяє стандартизувати керування та спростити розробку

програмного забезпечення. Для забезпечення гнучкості й точності роботи використано датчики руху, вологості, рівня освітленості та годинники реального часу. Це дозволяє системам адаптуватися до змін зовнішніх умов, таких як рівень природного освітлення, вологість повітря та присутність людей у приміщенні.

Світлодіодні стрічки, що застосовані в обох системах, відповідають сучасним вимогам енергоефективності, забезпечують плавне регулювання яскравості та створюють комфортну атмосферу. У ванній кімнаті акцент зроблено на забезпеченні безпеки, тому вся електроніка розташована в герметичних корпусах для захисту від вологи, а вентилятор автоматично активується при підвищенні вологості. У вітальні використано адаптивний підхід до освітлення, де враховується час доби та природне освітлення, а також передбачено автоматичне вимкнення у нічний час при відсутності активності.

Особливістю обох систем є їх інтегрованість: вони можуть взаємодіяти між собою та іншими компонентами розумного будинку, забезпечуючи синхронізовану роботу. Завдяки використанню надійних і довговічних комплектуючих, системи відповідають сучасним стандартам якості, забезпечуючи довготривалу експлуатацію з мінімальними витратами на обслуговування. Ванна кімната: було розроблено систему, що враховує підвищену вологість приміщення та потребу в енергоефективному та комфортному освітленні. З цією метою обрано датчики руху та вологості, які дозволяють автоматично регулювати рівень освітлення залежно від присутності людини та стану повітря в приміщенні. Світлодіодні стрічки забезпечують поступове ввімкнення та вимкнення світла, що створює затишну атмосферу. Для захисту електроніки від вологи розроблено герметичний корпус для плати, що гарантує довготривалу експлуатацію системи навіть в умовах підвищеної вологості.

Вітальня: система освітлення у вітальні була розроблена з урахуванням багатофункціональності приміщення та його ролі як центрального простору будинку. Інтеграція датчиків руху, рівня освітленості та годинника реального часу дозволила створити адаптивне освітлення, яке змінюється залежно від природного

світла, присутності людей та часу доби. Особливістю системи є ефект плавного згасання світла з одного краю стрічки до іншого, що додає візуальної динаміки та естетики.

Комплексний підхід до вибору комплектуючих забезпечив надійність та функціональність систем. У ванній та вітальні використано однакові мікроконтролери, що дозволяє стандартизувати керування, а обрані датчики та світлодіодні стрічки відповідають сучасним вимогам енергоефективності та довговічності.

Розроблені структурні, функціональні та електрично-принципові схеми дали можливість детально описати логіку роботи кожної системи. Завдяки чітко продуманій архітектурі, системи працюють автономно, враховуючи всі необхідні фактори для створення комфортного та безпечного освітлення.

Таким чином, створені системи освітлення для ванної кімнати та вітальні демонструють високий рівень адаптації до специфічних умов та потреб користувачів. Вони забезпечують зручність, естетичну привабливість, енергоефективність та довговічність, що робить їх важливим елементом у створенні сучасного "розумного" котеджу.

Розділ 3. ПРОГРАМНА РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ КОТЕДЖУ

Автоматизована система освітлення в котеджі є складною інженерною розробкою, яка потребує якісного програмного забезпечення для реалізації безперебійної та точної роботи. Програмне забезпечення є ключовим елементом, що визначає ефективність функціонування системи, її здатність адаптуватися до змін у навколишньому середовищі та забезпечувати комфорт користувачів. Без належного програмування, система не зможе коректно виконувати свої функції.

Логіка роботи системи має бути ретельно продуманою та структурованою. Вона враховує взаємодію всіх компонентів, таких як сенсори руху, датчики зовнішнього освітлення, таймери та освітлювальні елементи. Візуалізація логіки роботи за допомогою блок-схем є важливим етапом проєктування, оскільки вони дозволяють чітко представити послідовність дій, умови та алгоритми роботи. Це допомагає розробникам зрозуміти взаємозв'язки між елементами системи, а також спрощує процес розробки, налагодження та внесення змін до програмного забезпечення.

Блок-схеми також сприяють прозорості алгоритмів для інших фахівців, які можуть працювати над вдосконаленням чи обслуговуванням системи. Завдяки такому підходу автоматизована система освітлення стає надійною, масштабованою та зручною для експлуатації, повністю відповідаючи вимогам сучасних інтелектуальних систем управління в житлових приміщеннях.

3.1 Розробка програмного коду для автоматизованої системи освітлення котеджу

Один із ключових аспектів розробки автоматизованої системи освітлення — це вибір мови програмування, яка визначає функціональність, ефективність та зручність розробки програмного забезпечення. Для автоматизованих систем освітлення, особливо тих, які базуються на мікроконтролерах Arduino, зазвичай

використовуються мови програмування C або C++, які мають високу продуктивність, підтримують низькорівневу взаємодію з обладнанням та широкі можливості для реалізації алгоритмів.

Для реалізації програмного забезпечення систем автоматизації вітальні та ванної кімнати було обрано C++ із використанням екосистеми Arduino. Цей вибір обумовлений наступними перевагами:

- Швидкодія: C++ компілюється безпосередньо у машинний код, забезпечуючи ефективне використання обмежених ресурсів Arduino Uno.
- Гнучкість: мова підтримує як процедурне, так і об'єктно-орієнтоване програмування, що дозволяє створювати складні й масштабовані програми.
- Бібліотеки Arduino: використання стандартних бібліотек, таких як Wire.h (для роботи з RTC), Adafruit_Sensor.h (для обробки даних датчиків) та FastLED.h (для управління LED-стрічками), спрощує реалізацію складних функцій.
- Зручність відладки: середовище Arduino IDE дозволяє швидко перевіряти й тестувати код. [39]

У реалізації програм для автоматизованих систем освітлення спочатку необхідно визначити порти мікроконтролера, які використовуються як входи та виходи, а також задати значення змінних. Серед них — порогове значення рівня освітлення для активації системи, затримки для плавного увімкнення та вимкнення світлодіодних стрічок, а також параметри роботи інших компонентів, таких як датчики руху та годинник реального часу.

У функції "setup" виконується початкове налаштування: порти мікроконтролера визначаються як вхідні або вихідні, а також ініціалізуються змінні та бібліотеки, необхідні для роботи сенсорів та пристроїв. Це забезпечує готовність системи до виконання основної логіки.

Основний цикл роботи програми "loop" включає постійний збір даних із

сенсорів, таких як датчик рівня освітлення чи руху. Спочатку зчитуються показники датчика освітлення та перевіряються за допомогою умовного оператора "if". Якщо значення перевищує встановлений поріг, система залишається у вимкненому стані. У разі, якщо значення нижче порогового, виконується перевірка наявності руху за допомогою датчиків.

На основі даних від сенсорів активуються відповідні функції. Наприклад, якщо спрацював датчик руху, програмне забезпечення поступово вмикає світлодіодні стрічки з одного кінця до іншого із заданою затримкою, і навпаки — вимикає стрічки в зворотному порядку. Також враховуються додаткові умови, наприклад, тривала відсутність руху або встановлений розклад автоматичного вимкнення освітлення за годинником реального часу.

Також важливим аспектом є реалізація зв'язку між автоматизованими підсистемами освітлення. Для цього використовується протокол I2C (Inter-Integrated Circuit). Протокол I2C забезпечує ефективний зв'язок між автоматизованими підсистемами, що працюють у ролях майстра та слейва, завдяки його архітектурі. Головною перевагою є те, що всі пристрої підключаються до однієї двопровідної шини, де лінія SDA передає дані, а SCL відповідає за синхронізацію. Це дозволяє мінімізувати кількість фізичних з'єднань, спрощуючи інтеграцію підсистем. Взаємодія між майстром і слейвами відбувається через унікальні адреси, що виключає конфлікти на шині навіть за наявності великої кількості підключених пристроїв.

Майстер контролює процес передачі, ініціюючи запити та забезпечуючи централізоване управління всією системою, тоді як слейви виконують свої специфічні функції, реагуючи лише на команди майстра. Наприклад, майстер може опитувати слейви для отримання даних з сенсорів або передавати їм команди для керування зовнішніми пристроями, такими як вентилятори чи освітлювальні елементи. Такий підхід підвищує гнучкість і модульність системи, даючи змогу легко додавати або видаляти компоненти без зміни основної архітектури.

Використання протоколу I2C також значно спрощує програмування та

реалізацію. У середовищі Arduino бібліотека `Wire.h` дозволяє швидко налаштувати взаємодію між підсистемами. Для передачі даних достатньо використати стандартні функції, такі як `Wire.begin()`, `Wire.requestFrom()`, або `Wire.write()`. Такий підхід не лише економить пам'ять та обчислювальні ресурси, але й забезпечує надійну синхронізацію передачі даних навіть у складних багатокомпонентних системах. У моїй системі I2C використовується для інтеграції підсистем, таких як освітлення та датчики, що працюють разом для створення адаптивного та енергоефективного середовища.

В цьому проєкті зв'язок заключається в перевірці присутності користувача у вітальні. Якщо PIR-датчик в вітальні передає сигнал про те що є людина в приміщенні, то витяжний вентилятор в ванній кімнаті працює лише на половину потужності, аби не створювати великий рівень шуму.

Чітка послідовність дій дозволяє забезпечити плавність роботи та оптимізацію витрат енергії. Частина програмного коду для автоматизованої системи освітлення ванної кімнати з реалізацією ключових функцій зображена на рис. 3.1.

Фрагмент коду надається за звернення до авторів

Рис. 3.1 - Частина програмного коду

Також важливим етапом є правильне використання пам'яті. Arduino Uno має 32 КБ флеш-пам'яті (2 КБ з них зарезервовано для завантажувача). Тобто, програмний код який реалізовує автоматизовану систему освітлення не має використовувати більше 80% флеш-пам'яті, аби система працювала належним чином. Для того, щоб визначити, скільки пам'яті використовують програмні коди на Arduino Uno, потрібно завантажити код у середовищі Arduino IDE. При компіляції IDE покаже, скільки пам'яті використовує програма. Arduino IDE (Integrated Development Environment) — це програмне забезпечення, яке використовується для написання, редагування, компіляції та завантаження коду в мікроконтролери серії Arduino. Це офіційний інструмент для програмування Arduino, розроблений для

спрощення роботи з мікроконтролерами навіть для початківців. Після компіляції коду, застосунок видає інформативне вікно в консолі, де розписує скільки пам'яті використовує програма. Приклад такого повідомлення для програми реалізації автоматизованої системи освітлення ванної кімнати представлено на рисунку 3.2.

```
[info] Sketch uses 6190 bytes (19%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
[info] Global variables use 427 bytes (20%) of dynamic memory, leaving 1621 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```

Рис. 3.2 - Інформативне вікно з даними про використану пам'ять

Отже, ми бачимо що наш програмний код використовує 19% флеш-пам'яті, яка використовується для зберігання коду програми. Та 20% динамічної SRAM-пам'яті, яка використовується для зберігання змінних, стеку та динамічних алокацій.

3.2 Опис логіки автоматизованої системи освітлення котеджу

Блок-схема є невід'ємним інструментом у розробці автоматизованих систем освітлення котеджу. Вона забезпечує графічне відображення алгоритмів, що описують логіку роботи програми, і дозволяє структуровано показати всі ключові етапи виконання. Завдяки блок-схемам можна наочно представити процеси прийняття рішень, перевірки умов та виконання дій, що спрощує аналіз і вдосконалення системи. [40]

У блок-схемах використовуються стандартизовані графічні елементи, які відображають різні етапи алгоритму. Прямокутники позначають дії, такі як увімкнення або вимкнення світла, ромби використовуються для умовних операторів, що перевіряють, наприклад, рівень освітлення або рух, а кола позначають початок чи завершення роботи системи. Стрілки вказують напрямок виконання алгоритму, забезпечуючи ясність і послідовність.

У розроблених автоматизованих системах освітлення для ванної кімнати та вітальні блок-схеми демонструють, як мікроконтролер зчитує дані з датчиків руху, освітленості або вологості, порівнює їх із заданими пороговими значеннями та виконує відповідні дії. Наприклад, алгоритм може передбачати перевірку рівня освітлення: якщо значення нижче порогового, система вмикає освітлення, а якщо вище — освітлення залишається вимкненим. У разі виявлення руху алгоритм

поступово активує LED-стрічки, забезпечуючи плавне збільшення або зменшення яскравості.

Використання блок-схем у процесі розробки систем освітлення дозволяє візуалізувати взаємодію між різними компонентами, включаючи обмін даними через протокол I2C. Це значно полегшує інтеграцію підсистем і забезпечує прозоре розуміння логіки роботи всієї системи. Такі блок-схеми стають ключовим елементом не лише для проектування, але й для спільної роботи та подальшого обслуговування системи.

Висновки до третього розділу

У цьому розділі було розглянуто програмну розробку автоматизованих систем освітлення для ванної кімнати та вітальні з використанням мови програмування C++. Для кожної системи розроблено унікальний програмний код, що враховує особливості приміщень та встановлених датчиків, забезпечуючи комфорт, енергоефективність і безпеку.

Система для ванної кімнати інтегрує датчики руху та вологості, що дозволяє автоматично вмикати освітлення під час входу в приміщення та регулювати роботу вентилятора залежно від рівня вологості. У коді реалізовано логіку, що дозволяє плавно змінювати інтенсивність освітлення, створюючи комфортні умови навіть уночі. Логіка роботи системи представлена у вигляді блок-схеми, що ілюструє послідовність роботи сенсорів, управління світлодіодними стрічками та активацію вентилятора.

Система для вітальні побудована на основі взаємодії датчиків руху, рівня зовнішнього освітлення та годинника реального часу. Вона забезпечує автоматичне керування освітленням у відповідь на зміну зовнішніх умов та активність у приміщенні. Оригінальність реалізації полягає у плавному згасанні світлодіодних стрічок з одного кінця кімнати до іншого, що додає естетики. Програмний код включає алгоритм регулювання яскравості світла відповідно до рівня природного освітлення та часу доби.

Обидві системи інтегровані через спільний протокол передачі даних I2C, який забезпечує надійну взаємодію між мікроконтролерами. Це дозволяє обмінюватися інформацією про стан приміщень та синхронізувати дії, наприклад, для комплексного управління енергоефективністю у будинку. Перевірка використання пам'яті програм показала оптимальність розробленого коду.

Ці результати демонструють ефективність реалізації, залишаючи достатньо ресурсів для можливих майбутніх розширень функціоналу. Загалом, розробка програмного забезпечення для автоматизованих систем освітлення ванної кімнати та вітальні підтверджує ефективність інтегрованого підходу. Системи забезпечують оптимальне освітлення, враховуючи особливості кожного приміщення, і є важливим кроком до створення сучасного "розумного" котеджу.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЄКТУ

4.1. Опис ідеї проєкту технології

У попередніх частинах дипломного проєкту було розроблено концепцію автоматизованої системи освітлення для котеджу. У цьому розділі проводиться аналіз стартап-проєкту для підсистеми автоматизованого освітлення ванної кімнати, мета якого полягає в розробці модулю автоматизованої системи освітлення, що включає використання датчиків руху та вологості. Ця система має забезпечити комфортне, енергоефективне і безпечне освітлення, а також інтеграцію з іншими елементами "розумного" котеджу.

Для більш детального висвітлення вимог до реалізації проєкту, його основних цілей, завдань та орієнтовних термінів виконання була створена інформаційна карта, яка надає чітке уявлення про етапи роботи та ключові показники. Вона представлена у вигляді таблиці 4.1, яка допоможе краще зрозуміти процес і сприятиме ефективному плануванню подальших кроків.

Таблиця 4.1 - Інформаційна карта стартап проєкту "Light Smite"

Назва блоку	Характеристика
1	2
Загальна характеристика стартап-проєкту "Light Smite"	
Назва стартап-проєкту	Автоматизована система освітлення котеджу. Підсистема автоматизованого освітлення ванних кімнат.
Проблематика, яку вирішує стартап проєкт	Стартап-проєкт спрямований на покращення енергоефективності та комфорту у житлових приміщеннях шляхом автоматизації освітлення. Система дозволяє зменшити споживання електроенергії завдяки використанню датчиків руху, рівня освітленості та реального часу. Плавне управління яскравістю світлодіодних стрічок додає естетичності та функціональності освітлення.
Головні цілі та завдання проєкту	<ol style="list-style-type: none"> 1. Забезпечення зручного та автоматичного управління освітленням: впровадження датчиків руху, герконів і контролю рівня освітлення для автономної роботи системи. 2. Енергозбереження: оптимізація використання електроенергії через автоматичне вимкнення освітлення при відсутності користувача в приміщенні 3. Інтеграція додаткових функцій: управління вентиляцією у ванній

	кімнаті та можливе розширення до управління через смартфон.
Головні цільові групи, на які спрямований проєкт	<ul style="list-style-type: none"> • Власники квартир і приватних будинків. • Технічні спеціалісти з автоматизації будівель. • Архітектори та дизайнери, які працюють з "розумними" котеджами. • Компанії, зацікавлені в енергоефективності своїх об'єктів.
Автори та команда стартап-проєкту	
Автори стартап-проєкту	Автори проєкту: Малащенко Дмитро, Киричук Юрій Володимирович
Команда стартап-проєкту	Малащенко Дмитро, Киричук Юрій Володимирович автори проєкту, Інвестори, керівники, працівники-дизайнери, інженери
Опис продукту стартап-проєкту	
Назва та коротка характеристика мінімального життєздатного продукту стартапу (MVP)	"Light Smite" - це автоматизована система освітлення, яка інтегрує датчики руху, геркони, сенсори рівня освітленості та модуль реального часу для управління LED випромінювачами. Основний функціонал включає автоматичне вмикання/вимикання, плавне регулювання яскравості та інтеграцію з системою вентиляції.
Сфера застосування та функціональне призначення продукту	Застосовується для автоматизації освітлення у житлових приміщеннях, покращення комфорту, естетики та енергоефективності.
Опис унікальних властивостей продукту стартапу	<ul style="list-style-type: none"> • Плавне регулювання яскравості світла. • Інтеграція управління вентилятором у ванній кімнаті. • Автоматичне регулювання рівня освітлення на основі зовнішніх умов. • Вологонепроникний корпус. • Простота установки та використання.
Стадія розробки продукту стартапу	Серійне виробництво, співпраця з українськими компаніями, а також можливий подальший вихід на світовий ринок Розробка прототипу та тестування. Серійне виробництво, співпраця з українськими компаніями, а також можливий подальший вихід на світовий ринок.
Технічні характеристики	"Light Smite" - це невеликий пристрій, розташований безпосередньо в житлових приміщеннях котеджу. Основні компоненти: Arduino Uno, світлодіодні стрічки, датчики руху (PIR), геркони, фоторезистори, датчики вологості (DHT22), модулі реального часу (RTC). Підключення вентилятора через реле з можливістю контролю вологості.
Супровід продукту	Безкоштовне технічне обслуговування протягом гарантійного терміну, регулярна перевірка системи за запитом клієнта.
Забезпечення стартап-проєкту	
Необхідні ресурси	Плата Arduino Uno, модулі сенсорів, LED-стрічки, монтажні матеріали. Інвестиції для запуску проєкту — 2000000 на витрати виробництва,

	просування проєкту та маркетинг
Потреба в інвестиціях	Залучення інвестицій через краудфандингові платформи (Kickstarter), пошук партнерів серед компаній, які працюють у сфері "розумного" котеджу.
Інтелектуальна власність	Усі права на дизайн, програмне забезпечення та технічну документацію належать авторам стартапу "Light Smite".
Результати стартап-проєкту	
Термін реалізації стартап-проєкту	Термін реалізації — 12–18 місяців, включаючи розробку прототипів, тестування та запуск на ринок.
Плановані кількісні показники стартап-проєкту	Плановані кількісні показники стартап-проєкту "Light Smite" включають в себе досягнення комерційного запуску на українському ринку та подальший вихід на міжнародний ринок.
Якісні показники стартап-проєкту	Якісні показники стартап-проєкту "Light Smite" включають у себе підвищення енергоефективності та зручності в житлових приміщеннях. Цей продукт сприяє забезпеченню стабільних умов експлуатації і попередженню можливих проблем.
Загальні очікувані результати	Загальні очікувані результати для стартап-проєкту "Light Smite" включають у себе створення автоматизованої системи освітлення, що відповідає потребам сучасних користувачів. Підвищення енергоефективності, комфорту та популяризація "розумного" котеджу.

Із представленої інформаційної карти стартапу "Light Smite" можна зробити висновки, що реалізація стартап-проєкту передбачає термін тривалістю 12–18 місяців, що включає повний цикл: від розробки прототипу та його тестування до запуску серійного виробництва та виходу на ринок. Такий часовий проміжок дозволяє детально опрацювати всі етапи, забезпечуючи якість продукту та його відповідність потребам цільової аудиторії. Стартап має значний потенціал завдяки унікальним характеристикам: автоматичному регулюванню освітлення, управлінню вентиляцією, інтеграції із сучасними системами "розумного" котеджу та високій енергоефективності. Ці особливості вирізняють проєкт серед конкурентів і дозволяють вирішувати актуальні проблеми споживачів, зокрема зменшення енергоспоживання та покращення комфорту у житлових приміщеннях. Фінансова стратегія стартапу передбачає залучення інвестицій через краудфандингові платформи та співпрацю з компаніями, які працюють у сфері автоматизації будинків. Це забезпечує стабільність фінансування та можливість масштабування. Орієнтація на широку аудиторію, що включає власників приватних будинків, архітекторів, дизайнерів і компанії, відкриває перспективи для виходу на міжнародний ринок і подальшого зростання. Заплановані заходи з підтримки клієнтів, зокрема безкоштовне технічне обслуговування протягом гарантійного

терміну, створюють основу для довготривалих відносин із замовниками. Завдяки цьому "Light Smite" має всі шанси стати лідером у сфері автоматизованих систем освітлення, поєднуючи інновації, комфорт і доступність.

Для розробки найбільш ефективних рішень щодо конструкції автоматизованої системи освітлення для ванної кімнати було вирішено застосувати метод створення «морфологічної карти». Цей підхід дозволяє детально визначити можливі варіанти компонентів і їх поєднання для досягнення оптимальної функціональності та ефективності системи. Морфологічна карта, що відображає всі варіанти вибору елементів та їх інтеграцію, представлена у таблиці 4.2 нижче.

Таблиця 4. 2 - Морфологічна карта проекту

Параметри	Проміжні рішення				
	1-ше	2-ге	3-тє	4-те	5-те
Кількість датчиків	1 датчик	2 датчики	3 датчики	4 і більше	Інше
Тип датчиків	Руху	Руху і вологості	Руху, вологості і освітлення	Комплексний (рух, вологість, світло, CO2)	Інші специфічні датчики
Тип освітлення	Білий світлодіодний	Світлодіодний RGB	Регульоване освітлення (теплий/холодний спектр)	Комбіноване з акцентним підсвічуванням	Інші види освітлення
Тип управління вентилятором	Напівавтоматичне (з кнопкою увімкнення/вимкнення)	Автоматичне за сигналом датчика	Програмоване за графіком	Інтеграція в систему "Розумний дім"	Інші види управління
Тип управління освітленням	Автоматизований за сигналом датчика руху	Програмований через контролер	Затримка вимкнення після активації	Дистанційний через мобільний додаток	Інші способи
Розташування датчиків	У верхній частині приміщення	Над дверима	У середній зоні (на рівні 1–1,5 м)	Комбіноване розташування	Інші варіанти розміщення
Механізм підключення	За допомогою проводів I2C	Бездротовий (Wi-Fi)	Бездротовий (Bluetooth)	Комбінований	Інші види комунікацій
Види кріплення системи	Кріплення на стіну вологонепроникного корпусу	Вбудований в стелю	Відсутність корпусу	Інтеграція в меблі	Інші види кріплення

Відповідно до морфологічної карти проєкту "Light Smite", оптимальні рішення для розробки автоматизованої системи освітлення визначаються наступним чином:

- Кількість датчиків: 3 датчики, що дозволяють охопити рух, вологість і відкриття дверей приміщення, забезпечуючи адаптацію системи до різних сценаріїв використання.
- Тип датчиків: комбінований, включаючи датчики руху, вологості та освітленості. Це дозволить не лише керувати освітленням, але й інтегрувати систему з вентиляцією для ванних кімнат, підвищуючи загальну функціональність.
- Тип освітлення: регульоване освітлення з можливістю перемикання між теплим і холодним спектром, що забезпечує комфортне освітлення залежно від часу доби та зовнішніх умов.
- Тип управління: автоматизоване управління освітленням із затримкою вимкнення після активації, що знижує енергоспоживання без втрати зручності для користувачів.
- Розташування датчиків: комбіноване, із встановленням датчиків у верхній частині приміщення та над дверима, що гарантує високу чутливість і точність роботи системи в різних сценаріях.
- Механізм підключення: дротове з'єднання через I2C для надійності та безпеки користуванням.
- Кріплення системи: кріплення на стіну у вологонепроникному корпусі, що забезпечує довговічність системи у ванних кімнатах та інших приміщеннях із підвищеною вологістю.

Таким чином, оптимальна конфігурація системи "Light Smite" враховує багатофункціональність, енергоефективність і простоту інтеграції. Використання комбінованих датчиків і сучасних механізмів управління підвищує точність і комфорт експлуатації. Система відповідає вимогам сучасних користувачів,

забезпечуючи плавну інтеграцію з іншими елементами "розумного" котеджу та естетичне рішення для інтер'єру.

Для детальнішого розроблення концепції автоматизованої системи освітлення для ванної кімнати було вирішено створити таблицю, в якій окреслено основні сфери застосування системи та вигоди, які вона приносить кінцевим користувачам. Ця таблиця допоможе зрозуміти переваги впровадження даної технології в умовах ванної кімнати та визначить, як вона може підвищити комфорт і зручність для споживача (див. Таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 - Опис ідеї стартап-проєкту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Автоматизована система освітлення котеджу "Light Smite". Підсистема автоматизованого освітлення ванних кімнат.	Автоматизація управління освітленням та вентиляцією у ванній кімнаті	Покращення комфорту за рахунок адаптивного освітлення та вентиляції
	Автоматичне виявлення руху та рівня вологості	Ефективне усунення зайвої вологості та запобігання утворенню цвілі
	Інтеграція з іншими елементами "розумного" котеджу	Енергозбереження завдяки оптимальному використанню освітлення та вентиляції
	Плавний перехід яскравості освітлення	Створення приємного та естетичного візуального ефекту, що додає затишку. Комфорт для користувача в нічний час доби.
	Автоматичне вимкнення системи при тривалій відсутності активності	Зниження витрат на електроенергію

Автоматизована система освітлення котеджу "Light Smite" з підсистемою для ванних кімнат поєднує інноваційний підхід до управління освітленням і вентиляцією, створюючи комфортне, адаптивне середовище для користувачів.

Основна перевага системи полягає в інтеграції різних технологій для підвищення енергоефективності та комфорту. Автоматичне виявлення руху та рівня вологості дозволяє ефективно контролювати вентиляцію, запобігаючи утворенню цвілі та забезпечуючи свіже повітря у ванній кімнаті. Особливості, такі як плавний перехід яскравості освітлення, забезпечують не лише естетичну привабливість, але й зручність у нічний час доби, створюючи затишну атмосферу. Інтеграція системи з

іншими елементами "розумного" котеджу відкриває можливості для комплексного управління побутом, що є важливим для сучасних користувачів.

Автоматичне вимкнення системи під час тривалої відсутності активності знижує витрати на електроенергію, що підкреслює енергоефективність рішення. Таким чином, "Light Smite" надає користувачам не тільки функціональність, але й економічні та екологічні вигоди.

Розглянемо основних конкурентів, що присутні на ринку автоматизованих систем освітлення для ванних кімнат:

- Philips Hue Bathroom.
- Xiaomi Smart Bathroom Set.
- Ikea Trådfri Silverglans.

Задля детального аналізу технічних характеристик та переваг конкурентів було проведено порівняльний аналіз показників, результати якого представлені у таблиці. У ній "W" позначає слабкі сторони, "N" — нейтральні, а "S" — сильні характеристики. Із таблиці можна зробити такі висновки:

- Швидкий зворотний зв'язок є стандартною функцією для всіх аналізованих проєктів, що забезпечує однаковий рівень зручності для користувачів.
- Інтеграція з сенсорами вологості є однією з ключових переваг "Light Smite" у порівнянні з конкурентами, де ця функція або відсутня, або реалізована частково.
- Плавне налаштування освітлення реалізовано в більшості конкурентів, проте Ikea Trådfri Silverglans поступається за цим параметром, що додає переваги "Light Smite".
- Легкість у використанні є сильною стороною нашого проєкту, адже він забезпечує простоту управління у порівнянні з деякими конкурентами.
- Легкий монтаж виділяє "Light Smite", оскільки в деяких конкурентів процес установки потребує додаткових зусиль або специфічного обладнання.

- Енергоефективність є важливим фактором, де наш проєкт демонструє конкурентну перевагу завдяки оптимізації використання освітлення та вентиляції.
- Ціна обслуговування і модулів у "Light Smite" є низькою, що робить систему доступнішою для користувачів, ніж аналоги на ринку.

Далі було створено таблицю визначення слабких, сильних та нейтральних сторін проєкту, для можливого визначення подальшого вдосконалення системи.

Таблиця 4.4 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проєкту

№ п/п		(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій Проєкт	Конку-рент1 Philips Hue Bathroom	Конку-рент2 Xiaomi Smart Bathroom Set	Конку-рент3 Ikea Trådfri Silverglans			
1.	Швидкий зворотній зв'язок	Наявний	Наявний	Наявний	Наявний	-	+	-
2.	Інтеграція з сенсорами вологості	Наявна	Відсутня	Відсутня	Відсутня	-	-	+
3.	Плавне налаштування освітлення	Наявне	Наявне	Наявне	Відсутнє	-	+	-
4.	Легкість у використанні	Наявна	Наявна	Наявна	Відсутня	+	-	-
5.	Легкість у використанні	Наявна	Наявна	Відсутня	Відсутня	-	-	+
6.	Легкий монтаж	Наявний	Відсутнє	Наявний	Наявний	-	+	-
7.	Енергоефективність	Наявна	Наявна	Наявна	Наявне	-	-	+
8.	Ціна обслуговування і модулів	Низька	Висока	Помірна	Висока	-	-	+

Таким чином, автоматизована система освітлення "Light Smite" демонструє високу конкурентоспроможність завдяки інноваційним рішенням, низьким експлуатаційним витратам та інтеграції додаткових функцій, таких як сенсори вологості й адаптивне управління освітленням. Це робить наш продукт привабливим вибором для сучасних користувачів, орієнтованих на комфорт та енергоефективність.

Для оцінки можливості реалізації автоматизованої системи освітлення для ванної кімнати буде проведено технологічний аудит розробленої концепції, що

дозволить визначити її технічну життєздатність, потенціал для інтеграції з іншими системами та відповідність сучасним вимогам безпеки та енергоефективності. Детальний аналіз результатів аудиту представлено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Технологічна здійсненність ідеї проєкту

№ п/п	Ідея проєкту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Автоматизована система освітлення котеджу Підсистема автоматизованого освітлення ванних кімнат.	Використання мікроконтролера Arduino Uno для управління системою освітлення	Наявні	У відкритому доступі
2.	Інтеграція датчиків руху, вологості, та освітленості	Застосування сенсорів HC-SR501, DHT22, та фоторезистора	Наявні	Доступно
3.	Енергоефективність системи	Використання низьковольтних LED-стрічок з PWM-регулюванням	Наявні	У відкритому доступі
4.	Автоматизоване відключення освітлення	Налаштування таймера та використання реального годинника RTC DS3231	Наявні	Доступно
5.	Підключення вентилятора до системи	Використання твердотільного реле SSR-40DA для управління вентилятором	Наявні	У відкритому доступі
6.	Монтаж і компактність системи	Використання компактного вологонепроникного корпусу та кабель-каналів	Наявні	У відкритому доступі
Обрана технологія реалізації ідеї проєкту: можлива для реалізації				

Виходячи з наведеної таблиці, можна зробити висновок, що реалізація проєкту "Light Smite" є технологічно здійсненною. Усі необхідні технології для створення підсистеми автоматизованого освітлення ванних кімнат є доступними та легко інтегруються в проєкт. Використання мікроконтролера Arduino Uno забезпечує широкі можливості для реалізації складних алгоритмів роботи завдяки відкритому програмному забезпеченню та доступності апаратної частини. Інтеграція датчиків руху, вологості та освітленості дозволяє створити адаптивну систему, яка оперативно реагує на зміни параметрів у приміщенні. Усі ці датчики є наявними на ринку, а їх доступна вартість сприяє зниженню загальних витрат проєкту. Енергоефективність системи досягається через використання низьковольтних LED-стрічок із PWM-регулюванням, що дозволяє значно зменшити

споживання електроенергії та продовжити термін служби освітлювальних елементів. Автоматизоване відключення освітлення за допомогою модуля реального часу RTC DS3231 додає зручності й економічності, забезпечуючи повну автономність роботи системи. Управління вентилятором через твердотільне реле SSR-40DA гарантує надійність і безпеку підключення, що є особливо важливим у приміщеннях із підвищеною вологістю. Монтаж і компактність забезпечуються завдяки використанню вологонепроникного корпусу та кабель-каналів, які органічно вписуються в інтер'єр.

Таким чином, реалізація ідеї проєкту "Light Smite" можлива з мінімальними витратами на обладнання та відповідає сучасним вимогам до автоматизованих систем освітлення. Проєкт також має значний потенціал для подальшого вдосконалення та інтеграції з іншими розумними системами котеджу.

4.2. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проєкту

Розглянемо основні перспективи впровадження нашого проєкту на ринок, а також визначимо потенційні виклики, які можуть виникнути під час його реалізації. Такий аналіз є ключовим для розробки стратегії успішного виходу на український ринок із перспективою подальшого масштабування на міжнародну арену. Зокрема, акцент буде зроблено на оцінці попиту на нашу продукцію, аналізі його обсягу, тенденцій розвитку та конкурентного середовища. Це дозволить сформулювати чітке розуміння потреб споживачів і визначити, які саме аспекти проєкту слід оптимізувати для задоволення цих потреб. Окрім того, буде розглянуто фактори економічного, технічного та соціального характеру, що можуть впливати на ринковий успіх нашої інновації.

Для початку буде проведено аналіз попиту на автоматизовану систему освітлення для ванної кімнати, який включатиме оцінку наявності попиту, обсягу ринку та динаміки його розвитку. Це дозволить виявити потенційні можливості для розширення ринку, а також спрогнозувати темпи впровадження технології серед

кінцевих споживачів. Результати аналізу представлені в таблиці попередньої характеристики потенційного ринку стартап проекту (див. таблицю 4.6).

Таблиця 4.6 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	4
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	8 000 000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Стабільний ріст із тенденцією до збільшення попиту на автоматизовані системи освітлення
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Середня конкуренція, необхідність інтелектуальної власності та сертифікації компонентів
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Необхідність відповідності стандартам електробезпеки та енергоефективності
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	15%

Відповідно до попередньої характеристики потенційного ринку, автоматизовані системи освітлення мають перспективи для успішного впровадження, враховуючи стабільний ріст галузі та зростаючий попит на інноваційні рішення. Середня норма рентабельності в 15% свідчить про можливість отримання стабільного прибутку за умови ефективного позиціонування продукту. Незважаючи на наявність середньої конкуренції, ринок ще не перенасичений, що залишає простір для входу нових гравців, особливо тих, хто пропонує унікальні технологічні рішення. Важливими аспектами є відповідність стандартам електробезпеки та енергоефективності, а також забезпечення сертифікації компонентів, що може стати викликом для новачків у галузі. Однак це також формує бар'єр для конкурентів з нижчим технологічним рівнем. Ринок демонструє відкритість до продуктів, які не лише автоматизують освітлення, але й пропонують інтеграцію з іншими системами "розумного" котеджу, створюючи значний потенціал для розширення функціоналу. Враховуючи загальний обсяг продажів у 8 млн грн/ум.од та потребу в локальних виробниках, проєкт автоматизованого освітлення ванних кімнат має шанс зайняти нішу, пропонуючи конкурентоздатну вартість, інноваційні функції та відповідність стандартам. Це відкриває перспективи для успішного виходу на український ринок із подальшою експансією на міжнародному рівні.

Для подальшого вивчення ринку та оцінки можливостей впровадження автоматизованої системи освітлення для ванної кімнати, необхідно провести аналіз потенційних сегментів клієнтів, визначити їхні характеристики, а також сформулювати орієнтовний перелік вимог до продукту. Це дозволить точніше налаштувати функціональність системи відповідно до потреб різних категорій користувачів. Результати цього аналізу представлені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проєкту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Автоматизоване керування освітленням і вентиляцією у ванній кімнаті	Домашні господарства, власники "розумних" котеджів, девелоперські компанії	Домашні господарства можуть віддавати перевагу простим у використанні системам; девелопери шукають масштабовані рішення	Легка інтеграція, енергоефективність, довговічність, зручність встановлення
Економія енергії та зменшення ручного управління	Готелі, офісні приміщення, комерційні об'єкти	Готелі прагнуть покращити клієнтський досвід, офіси – знизити витрати	Автономність, підтримка сучасних стандартів екологічності, можливість централізованого керування

Аналізуючи представлену таблицю, можна зробити висновок, що попит на автоматизовані системи освітлення та вентиляції у ванних кімнатах зумовлений прагненням споживачів до зручності, енергоефективності та екологічності. Основними цільовими сегментами є домашні господарства, власники "розумних" котеджів, девелоперські компанії, а також комерційні об'єкти, такі як готелі та офіси. Відмінності в уподобаннях цих груп клієнтів визначають вимоги до товару: для домашніх господарств ключовими факторами є простота використання та легка інтеграція, тоді як девелопери та комерційні клієнти орієнтуються на масштабованість, довговічність і централізоване управління.

Значний інтерес викликає можливість економії енергії та автоматизації процесів, що особливо актуально для готелів, які прагнуть покращити комфорт клієнтів, і офісів, що ставлять за мету оптимізацію витрат. Таким чином, універсальність та адаптивність системи до різних умов експлуатації, а також її

відповідність сучасним екологічним стандартам відкривають перспективи для широкого впровадження. Це дозволяє проєкту задовольнити потреби різних сегментів ринку та закріпитися як на локальному, так і на міжнародному рівнях.

При впровадженні технології запропонованої автоматизованої системи освітлення для ванної кімнати, існують кілька можливих викликів, які можуть вплинути на успішність реалізації проєкту та його здатність зберігати конкурентоспроможність на ринку. Ці потенційні перешкоди зазначені в таблиці 4.8. Вони включають як технічні, так і ринкові фактори, які слід враховувати для забезпечення ефективного впровадження та розвитку продукту.

Таблиця 4.8 - Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Складність інтеграції з іншими системами	Можливість недостатньої сумісності з іншими системами "розумного" котеджу.	Виконання тестувань та удосконалення інтеграційного процесу з урахуванням специфіки функціонування наявних систем.
2.	Низька обізнаність споживачів	Потенційні клієнти можуть недооцінювати переваги автоматизації освітлення.	Проведення інформаційно-освітніх кампаній про переваги автоматизованих систем освітлення, демонстрація реальних кейсів використання.
3.	Вартість компонентів	Коливання цін на електронні компоненти може призвести до зростання собівартості.	Встановлення довгострокових контрактів із постачальниками, диверсифікація джерел закупівлі компонентів.
4.	Економічна нестабільність	Зниження купівельної спроможності споживачів через економічну ситуацію	Запровадження гнучкої системи знижок, лізингових програм або розстрочки для клієнтів.
5	Регуляторні обмеження	Введення нових стандартів чи сертифікацій може уповільнити запуск продукту.	Підготовка до сертифікації відповідно до національних і міжнародних стандартів, співпраця з регуляторними органами.

Аналізуючи потенційні загрози для реалізації проєкту, можна виділити кілька ключових факторів, що потребують уваги для мінімізації ризиків. Однією з основних загроз є можливість складності інтеграції системи з іншими елементами "розумного" котеджу, що може виникати через технічні несумісності або різницю у стандартах. Для подолання цього виклику планується проведення всебічного

тестування, вдосконалення алгоритмів інтеграції та налагодження співпраці з виробниками популярних платформ для "розумних" котеджів.

Іншою суттєвою загрозою є низький рівень обізнаності потенційних клієнтів про переваги автоматизованих систем освітлення і вентиляції. Для вирішення цієї проблеми необхідно впроваджувати активні інформаційно-освітні кампанії, демонструючи реальні приклади ефективності та зручності наших рішень. Це допоможе сформувати попит і підвищити довіру споживачів. Вартість компонентів також становить ризик через можливе коливання цін на ринку електроніки, що може впливати на кінцеву собівартість продукту. Для зниження цього ризику планується укладати довгострокові контракти із постачальниками, розширювати базу партнерів та здійснювати закупівлі з урахуванням коливань ринку. Економічна нестабільність може зменшити купівельну спроможність клієнтів, особливо серед домашніх господарств. Враховується ця загроза та впроваджуються гнучкі умови продажу, такі як система розстрочок, лізингові програми та спеціальні акційні пропозиції, що дозволить забезпечити доступність рішень для ширшої аудиторії. Регуляторні обмеження, пов'язані зі стандартами електробезпеки та сертифікації, можуть уповільнити запуск продукту на ринок. Стратегія включає завчасну підготовку до сертифікації та налагодження співпраці з регуляторними органами для забезпечення відповідності продукту всім необхідним вимогам.

Таким чином, врахування можливих загроз і розробка стратегій їх мінімізації дозволяють створити надійний фундамент для успішного запуску і подальшого розвитку проєкту на ринку.

Окрім потенційних загроз, існують і різноманітні можливості для успішної реалізації проєкту автоматизованої системи освітлення для ванної кімнати. Ці можливості, які можуть позитивно вплинути на розвиток і впровадження продукту, представлені в таблиці 4.9. Вони включають нові напрямки для покращення функціональності системи, а також перспективи розширення ринку та залучення нових споживачів завдяки інноваційним технологіям.

Таблиця 4.9 - Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Ефективність вартості	Аналіз ринку комплектуючих дозволяє використовувати оптимальні за ціною та якістю компоненти для системи.	Використання енергоефективних та довговічних компонентів для мінімізації собівартості та забезпечення доступної ціни для кінцевого споживача.
2	Інноваційна технологія	На ринку відсутні системи освітлення, що інтегрують сенсори вологості, руху, світла та автоматичне регулювання освітлення в одній конструкції.	Створення унікального продукту, який закриває всі потреби клієнтів, та активне позиціонування його як "розумної" альтернативи стандартним системам освітлення
3	Простота конструкції	Компактність і простота монтажу системи дозволяють її встановлювати без спеціальних навичок.масштабувати виробництво.	Розробка інструкцій і навчальних матеріалів для клієнтів і дистриб'юторів, що сприятиме популяризації продукту.
4	Масштабованість	Конструкція системи дозволяє легко інтегрувати з існуючими системами "розумного " котеджу.	Розробка нових конфігурацій та модифікацій продукту для задоволення потреб клієнтів у інших сферах використання.
5	Розвиток екологічних трендів	Зростання попиту на енергоефективні та екологічні рішення серед споживачів.	Позиціонування системи як енергоефективного рішення, яке дозволяє знизити споживання енергії та сприяє збереженню навколишнього середовища.
6	Підвищений попит	Зростання інтересу до автоматизованих систем серед широкого кола споживачів (житловий сектор, малий бізнес).	Активізація маркетингових кампаній, просування продукту через веб-платформи та співпраця з ритейлерами для охоплення нових аудиторій.

Аналізуючи представлені можливості, можна зробити висновок, що проєкт має значний потенціал для успішного впровадження як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках. Однією з ключових переваг є інноваційність запропонованого рішення: на ринку відсутні аналоги, що інтегрують функціональність сенсорів руху, вологості та автоматичного регулювання освітлення в єдиній системі. Це дозволяє позиціонувати проєкт як унікальну, "розумну" альтернативу традиційним системам освітлення.

Додатковим фактором успіху є простота конструкції, яка робить установку системи доступною навіть для споживачів без спеціальних технічних навичок. Така особливість сприяє масштабуванню виробництва, розширенню клієнтської бази та популяризації продукту. Крім того, можливість інтеграції з існуючими "розумними" системами котеджів створює перспективи для розробки модифікацій, що відповідають специфічним запитам клієнтів у різних сферах. Зростання попиту на автоматизовані та екологічно орієнтовані рішення відкриває додаткові ринкові перспективи. Успішне позиціонування продукту як енергоефективного та екологічного дозволить не лише привернути увагу споживачів, але й підтримати сучасні тренди збереження навколишнього середовища. Також це сприятиме формуванню позитивного іміджу компанії.

Таким чином, комплексний підхід до реалізації цих можливостей створює сприятливі умови для зміцнення конкурентних позицій проєкту, його масштабування та закріплення на ринку. Застосування інноваційних підходів та активне просування продукту дозволять зайняти провідну роль у ніші автоматизованих систем освітлення й вентиляції.

Для більш глибокого розуміння конкурентного середовища та його впливу на реалізацію проєкту автоматизованої системи освітлення для ванної кімнати, був проведений детальний аналіз конкурентних факторів. Результати цього аналізу, що включають оцінку основних конкурентів, їхніх технологічних рішень та ринкових позицій, представлені в таблиці 4.10. Це дозволить визначити можливі переваги та слабкі місця нашого продукту на ринку, а також допоможе скоригувати стратегію для ефективного впровадження на ринок.

Таблиця 4.10 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

№	Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1	Тип конкуренції: олігополія	Невелика кількість компаній, які пропонують автоматизовані освітлювальні системи для ванних кімнат.	Розробка продукту з унікальними функціями (наприклад, індивідуальні сценарії освітлення, адаптація до часу доби).

Таблиця 4.10 (продовження)

2	Рівень конкурентної боротьби: міжнародний	Переважання імпорتنих рішень, відсутність значної частки вітчизняних виробників..	Розробка доступних за ціною рішень з локальним виробництвом та сервісною підтримкою на території України.
3	Галузева ознака: внутрішньогалузева	Конкуренція з іншими постачальниками автоматизації в галузі "розумного" котеджу.	Впровадження інтеграції з популярними екосистемами, такими як Google Home, Amazon Alexa, або локальні системи.
5	Характер конкурентних переваг: нецінова	Високотехнологічні функції та унікальний користувацький досвід.	Просування унікальних характеристик (наприклад, плавний перехід освітлення, адаптація до погодних умов).
6	Інтенсивність конкуренції: марочна	Присутність відомих міжнародних брендів у сегменті автоматизації.	Створення власного бренду з акцентом на якості, локальній доступності та адаптованості до умов українського ринку.

Згідно зі ступеневим аналізом конкуренції на ринку автоматизованих освітлювальних систем для ванних кімнат, конкурентне середовище характеризується кількома ключовими факторами, які визначають специфіку проникнення та закріплення на ринку. Ринок має риси олігополії, де домінує обмежена кількість компаній, що пропонують рішення з автоматизації освітлення. Це створює виклики для нових гравців, але водночас відкриває можливості для впровадження інноваційних продуктів із унікальними функціями, таких як індивідуальні сценарії освітлення. Конкуренція значною мірою має міжнародний характер, оскільки більшість представлених на ринку продуктів є імпортними. Це підкреслює важливість створення локального виробництва, що забезпечить конкурентоспроможність за рахунок доступності цін, адаптації до специфіки локального споживача та надання якісної сервісної підтримки. Водночас конкуренція в межах галузі "розумного" котеджу стимулює інтеграцію з

популярними екосистемами, такими як Google Home чи Amazon Alexa, що зробить продукт більш універсальним і привабливим. Альтернативні технології, як-от класичне освітлення з таймерами чи базовими сенсорами, створюють конкуренцію на рівні товарно-видового вибору. Для подолання цього бар'єру необхідно пропонувати системи, які не лише об'єднують функціонал контролю вологості, освітленості й руху, але й забезпечують розширені можливості автоматизації. Високотехнологічні рішення та унікальний користувацький досвід є основою конкурентних переваг у даній ніші. Можливість позиціонувати продукт як інноваційний та екологічно ефективний, а також створення сильного локального бренду сприятимуть залученню споживачів навіть в умовах присутності відомих міжнародних компаній. Таким чином, ефективна реалізація стратегії, що враховує ці фактори, дозволить не лише закріпитися на внутрішньому ринку, але й поступово вийти на міжнародний рівень. Інноваційний підхід, акцент на якості та локальна адаптованість продукту стануть основними драйверами конкурентоспроможності проєкту.

Після оцінки загальних конкурентних факторів, було проведено детальніший аналіз умов конкуренції в галузі на основі моделі Майкла Портера. Цей аналіз дозволить глибше зрозуміти сили, що впливають на ринок автоматизованих систем освітлення для ванних кімнат, зокрема бар'єри для входу, загрози з боку замінників, силу постачальників і покупців, а також інтенсивність конкуренції серед існуючих гравців. Результати цього аналізу наведені в таблиці 4.11. Це дасть змогу точніше сформулювати стратегію виходу на ринок та визначити ключові конкурентні переваги для успішного впровадження проєкту.

Таблиця 4.11 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Smart Home, Lutron, Philips Hue, Xiaomi	Нові стартапи в сфері автоматизації освітлення	Виробники світлодіодних стрічок, датчиків руху, контролерів.	Домогосподарства, готелі, дизайн-студії	Звичайні вимикачі з таймером, ручне керування освітленням

Таблиця 4.11 (продовження)

Висновки:	Низька інтенсивність конкуренції, але існують компанії з подібними системами освітлення та автоматизації.	Потенційні конкуренти з новими підходами до інтеграції освітлення з іншими системами котеджів.	Постачальники не чинять значного впливу, але їхня надійність критична для забезпечення якості.	Клієнти мають широкий вибір, але система спеціалізується на зручності та енергоефективності.	Товари-замінники менш зручні й не мають автоматизації для складних сценаріїв.
-----------	---	--	--	--	---

Аналіз конкуренції в галузі автоматизованих освітлювальних систем для ванних кімнат свідчить про наявність конкурентного середовища, яке формується завдяки присутності як відомих брендів, таких як Smart Home, Lutron, Philips Hue, Xiaomi, так і потенційних стартапів, що розробляють інноваційні рішення. Хоча інтенсивність конкуренції відносно низька, значення мають не лише існуючі прямі конкуренти, але й потенційні гравці, які можуть запропонувати інтеграцію освітлювальних систем з іншими аспектами "розумного" котеджу. Постачальники компонентів, таких як світлодіодні стрічки, датчики руху й контролери, не мають прямого контролю над галуззю, але їхня надійність і стабільність поставок залишаються ключовими факторами для забезпечення якості та конкурентоспроможності продукту. У цьому контексті важливим є побудова довгострокових партнерств і диверсифікація джерел постачання. Клієнтська база, що включає домогосподарства, готелі та дизайн-студії, має широкий вибір рішень, але автоматизовані системи освітлення, орієнтовані на зручність, енергоефективність і інтеграцію, дають можливість сформуванню унікальної пропозиції для цієї аудиторії. Особливо важливою є спеціалізація продукту на створенні комфортних і індивідуалізованих сценаріїв освітлення. Товари-замінники, такі як звичайні вимикачі з таймерами чи ручне керування освітленням, пропонують базову функціональність, але не можуть конкурувати з рівнем автоматизації та

інтеграції, що реалізовані в сучасних "розумних" системах. Це підкреслює унікальність і перспективність таких рішень.

Таким чином, ринок пропонує сприятливі умови для виходу з інноваційним продуктом, що інтегрує передові технології, враховує потреби сучасного споживача та акцентує увагу на енергоефективності й зручності. Важливим кроком стане розвиток бренду, адаптованого до локальних потреб, та подальше розширення функціоналу для підтримки конкурентоспроможності.

Після проведених досліджень необхідно сформулювати комплексний перелік факторів, які безпосередньо впливають на конкурентоспроможність проєкту автоматизованої системи освітлення для ванних кімнат. Це включає технічні характеристики, інноваційні особливості, рівень енергоефективності, а також здатність системи інтегруватися з іншими пристроями "розумного" котеджу. Обґрунтування цих факторів дозволить точніше оцінити потенціал проєкту на ринку та визначити його переваги порівняно з конкурентами. Деталізовану інформацію наведено в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проєктів значущим)
1	Точність і надійність роботи датчиків	Висока точність датчиків руху, вологості та часу забезпечує ефективну роботу системи освітлення та вентиляції, уникнення помилкових спрацювань і забезпечення оптимального мікроклімату.
2	Енергоефективність	Використання енергоефективних LED-стрічок та оптимізація алгоритмів роботи дозволяє значно зменшити витрати електроенергії, що важливо для клієнтів з тривалим циклом роботи системи.
3	Довговічність компонентів	Використання якісних матеріалів забезпечує тривалий термін служби системи без потреби частих замін або ремонту, що приваблює клієнтів, орієнтованих на довгострокову експлуатацію.
4	Гнучкість інтеграції з іншими системами	Можливість інтеграції з системами освітлення в інших кімнатах або з іншими компонентами "розумного" котеджу створює додаткову зручність для користувачів та підвищує вартість продукту

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності автоматизованої системи освітлення та вентиляції у ванній кімнаті демонструє її значний потенціал для

залучення клієнтів і утримання конкурентної переваги на ринку. Ключовим аспектом є точність і надійність роботи датчиків, що дозволяє мінімізувати помилкові спрацьовування та забезпечує стабільну й ефективну роботу системи. Це особливо важливо для клієнтів, які цінують комфорт і функціональність у побуті. Енергоефективність, досягнута через використання сучасних LED-стрічок і оптимізованих алгоритмів, задовольняє зростаючий попит на екологічні та економічно вигідні рішення. Це робить систему привабливою для клієнтів, які прагнуть зменшити енергоспоживання без шкоди для якості освітлення. Довговічність компонентів підвищує інтерес споживачів, орієнтованих на тривалу експлуатацію системи без додаткових витрат на обслуговування. Це формує довіру до продукту та підсилює його позиції на ринку. Гнучкість інтеграції з іншими системами "розумного" котеджу забезпечує високу адаптивність, що робить продукт універсальним для різних сегментів ринку. Сукупність цих факторів підкреслює унікальність і перспективність розробки в умовах сучасного конкурентного середовища.

Після вивчення факторів конкурентоспроможності наступним етапом стане порівняльний аналіз сильних і слабких сторін автоматизованої системи освітлення для ванних кімнат. Цей аналіз дозволить детально оцінити переваги проєкту, такі як енергоефективність, надійність та гнучкість інтеграції, а також виявити можливі слабкості, наприклад, залежність від постачальників компонентів або складнощі в інтеграції з деякими системами. Результати порівняння представлені в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Інтелектуальне управління освітленням	17				+			
2	Енергоефективність	17					+		
3	Легка інтеграція з системами "розумного" котеджу	13		+					
4	Можливість налаштування параметрів	15			+				
5.	Довговічність системи	16						+	

Результати проведеного порівняльного аналізу свідчать про значні конкурентні переваги розробленої системи автоматизованого управління освітленням і вентиляцією у ванній кімнаті. Основні сильні сторони, такі як інтелектуальне управління освітленням, висока енергоефективність, довговічність компонентів і можливість налаштування параметрів, дозволяють системі займати лідируючі позиції на ринку в своєму сегменті. Значна увага приділяється також легкій інтеграції з іншими елементами "розумного" котеджу, що розширює функціонал продукту та підвищує його привабливість для кінцевих користувачів. У порівнянні з конкурентами, які поступаються за такими важливими параметрами, як гнучкість налаштувань і довговічність, запропонована система демонструє більшу відповідність потребам сучасного споживача.

Загалом, аналіз підтверджує перспективність представленого продукту в умовах сучасного конкурентного середовища. Він має всі необхідні характеристики для завоювання довіри клієнтів і утримання високих позицій у ніші автоматизації освітлення, сприяючи його подальшому успіху на ринку.

Для глибшого розуміння потенціалу проєкту та його позиціонування на ринку автоматизованих систем для ванних кімнат було проведено SWOT-аналіз, що дозволяє виявити сильні та слабкі сторони, а також можливості й загрози, з якими може зіткнутися система. Цей аналіз допомагає оцінити конкурентоспроможність продукту, а також визначити ключові напрямки для подальшого розвитку та вдосконалення. SWOT-аналіз надає чітке уявлення про переваги системи, такі як енергоефективність, інтеграція з іншими системами "розумного" котеджу та адаптивність до різних умов, а також потенційні ризики, зокрема в частині залежності від постачальників компонентів. Результати цього аналізу, що представлені в таблиці 4.14, дозволяють сформулювати стратегію розвитку проєкту та зосередитися на вирішенні ключових проблем для успішної реалізації на ринку.

Таблиця 4.14 - SWOT-аналіз для стартап проєкту

<p>Сильні сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Висока точність і надійність роботи датчиків руху, вологості та реального часу. 2. Масштабованість системи, що дозволяє 	<p>Слабкі сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Залежність від стабільності поставок електронних компонентів (датчики, мікроконтролери).
--	--

Таблиця 4.14 (продовження)

<p>адаптувати її для різних приміщень.</p> <ol style="list-style-type: none"> Енергоефективність, що знижує витрати клієнтів на електроенергію. Гнучкість інтеграції з іншими системами "розумного" котеджу, включно з вентиляцією та освітленням вітальні. Можливість індивідуального налаштування сценаріїв роботи для комфорту користувачів. 	<ol style="list-style-type: none"> Висока конкуренція на ринку систем автоматизованого освітлення. Можливість недовіри покупців до нових продуктів і технологій.
<p>Можливості:</p> <ol style="list-style-type: none"> Підвищення обізнаності користувачів про переваги енергоефективності через маркетингові кампанії. Використання нових технологій для підвищення точності і надійності роботи. Додавання нових функцій, таких як аналіз параметрів мікроклімату чи автоматичне навчання сценаріїв. 	<p>Загрози:</p> <ol style="list-style-type: none"> Зростання конкуренції з боку глобальних компаній, таких як Philips Hue, Xiaomi, Lutron. Тиск з боку постачальників через зростання цін на електронні компоненти. Можливі перебої в постачанні компонентів через глобальні кризи чи логістичні проблеми.

Аналіз SWOT для проєкту "Light Smite" показує, що продукт має значний потенціал завдяки своїм сильним сторонам, таким як точність роботи датчиків, масштабованість, енергоефективність та гнучкість інтеграції з іншими системами "розумного" котеджу. Ці фактори дозволяють системі задовольняти різноманітні потреби користувачів і є основою для її конкурентоспроможності на ринку автоматизованого освітлення. Проте є і певні слабкі сторони, такі як залежність від постачання компонентів і наявність високої конкуренції, що потребує ефективних стратегій для їх подолання. Загрози з боку великих компаній і можливі перебої з постачанням компонентів можуть вплинути на ринок, але ці виклики можна мінімізувати через постійне вдосконалення технологій і пошук нових можливостей. SWOT-аналіз підтверджує перспективність проєкту "Light Smite" і відкриває шляхи для ефективного впровадження на ринку.

Далі було розроблено таблицю альтернативи ринкового впровадження проєкту. Ця таблиця презентує альтернативні стратегії для ефективного виведення на ринок проєкту автоматизованої системи освітлення для ванних кімнат. Кожна з запропонованих стратегій містить свої унікальні переваги та можливості для

вдосконалення продукту, що дозволить підвищити його привабливість на ринку, а також забезпечити більшу конкурентоспроможність та задоволення потреб кінцевих користувачів. Технологічні, маркетингові та виробничі стратегії будуть сприяти кращій адаптації продукту в умовах швидко змінюваного ринку автоматизації для житлових приміщень.

Таблиця 4.15 - Альтернативи ринкового впровадження стартап проєкту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Вдосконалення точності та надійності роботи датчиків	Ресурси доступні, включають закупівлю сучасніших сенсорів та оновлення програмного забезпечення	3-4 місяці
2	Розширення функціоналу та можливостей системи	Забезпечить унікальні переваги на ринку та додатковий інтерес користувачів	4-6 місяців
3	Розширення співпраці з дистриб'юторами і вихід на нові ринки	Необхідні маркетингові ресурси та партнерські угоди	2-3 місяці
4	Оптимізація виробничих витрат для зниження кінцевої ціни продукту	Вимагає аналізу ланцюга постачання та пошуку дешевших компонентів	3-5 місяців

На основі аналізу можливостей ринкового впровадження стартап-проєкту "Light Smite" сформовано кілька стратегічних альтернатив, спрямованих на підвищення конкурентоспроможності та розширення ринкової присутності. Запропоновані заходи охоплюють технічне вдосконалення датчиків, розширення функціоналу системи, оптимізацію виробничих витрат і посилення співпраці з дистриб'юторами. Ці дії дозволяють не лише адаптувати продукт до різноманітних потреб споживачів, але й забезпечити стабільний розвиток на нових ринках. Реалізація кожної альтернативи потребує різних обсягів ресурсів і часових затрат, що відкриває можливість для поетапного впровадження залежно від пріоритетів компанії.

4.3. Розроблення ринкової стратегії проекту

Для ефективного впровадження ринкової стратегії необхідно чітко визначити основні цільові групи споживачів. У таблиці 4.16 наведено аналіз потенційних споживачів для системи автоматизованого освітлення в ванних кімнатах. Серед основних груп користувачів можна виділити власників приватних домоволодінь, будівельні компанії та готелі преміум-класу, які прагнуть покращити енергоефективність, комфорт та загальну функціональність своїх приміщень. Знання специфічних вимог кожної групи дозволить точніше адаптувати маркетингові стратегії та підвищити ефективність впровадження продукту на ринку.

Таблиця 4.16 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Власники "розумних" котеджів	Зацікавленість в інноваційних рішеннях, що інтегруються з існуючими системами	Високий, оскільки освітлення є основним компонентом розумного дому	Середня	Прямий доступ до споживачів через технологічні платформи конкурентів
2	Приватні домоволодіння	Готовність інвестувати в рішення для підвищення комфорту та зниження витрат	Високий, оскільки такі клієнти часто прагнуть енергоефективності	Середня	Простий доступ через ритейлерів та локальні продавців
3	Готелі та житлові комплекси преміум-класу	Прагнення покращити якість обслуговування клієнтів	Середній, оскільки впровадження системи обмежується бюджетом	Середня	Необхідна співпраця з девелоперами та керівництвом
4	Будівельні компанії	Зацікавленість в інноваціях, що збільшують вартість та конкурентність житлових об'єктів	Середній, залежно від маркетингової кампанії	Середня	Потребує налагодження співпраці з забудівельниками житлової нерухомості
Обрані наступні цільові групи: власники "розумних" котеджів — через готовність впроваджувати інновації та високу популярність рішень для автоматизації. Приватні домоволодіння — завдяки великому попиту на комфорт та енергоефективність.					

Отже, проєкт "Light Smite" орієнтований на кілька ключових цільових груп, серед яких власники "розумних" котеджів, приватних домоволодінь і будівельні компанії. Вибір цих сегментів ґрунтується на високій готовності впроваджувати інноваційні рішення, великому попиті на комфорт і енергоефективність, а також можливості підвищити вартість житлових об'єктів через інтеграцію автоматизованих систем освітлення. Стратегія передбачає гнучкість і адаптацію продукту для різних споживачів, що сприяє універсальності системи. Це дозволяє охопити широкий ринок, створюючи рішення, які задовольняють потреби як окремих власників нерухомості, так і великих девелоперських компаній. Такий підхід сприяє посиленню конкурентоспроможності й максимальному використанню ринкового потенціалу. Для чіткого визначення напрямків роботи з обраними цільовими групами споживачів, важливо сформулювати базову стратегію розвитку. У таблиці 4.17 представлено ключові аспекти стратегії для впровадження системи автоматизованого контролю мікроклімату та освітлення в ванних кімнатах. Ця стратегія зосереджена на оптимізації функціональності продукту для кожної цільової групи, зокрема власників приватних домоволодінь, будівельних компаній та готелів преміум-класу. Важливо врахувати специфічні потреби кожної групи, що дозволить більш ефективно реалізувати систему на ринку та забезпечити її конкурентоспроможність.

Таблиця 4.17 - Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проєкту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Розширення функціоналу системи, інтеграція з іншими компонентами "розумного" котеджу	Стратегія концентрованого зростання	Енергоефективність, гнучкість інтеграції, підтримка екосистеми "розумного" котеджу	Стратегія диференціації через інтеграцію

Таблиця 4.17 (продовження)

2	Запуск інтенсивної рекламної кампанії, орієнтованої на власників розумних будинків	Стратегія сегментування	Проста інтеграція, можливість налаштування під потреби користувача, масштабованість	Стратегія охоплення спеціалізованих сегментів
3	Розробка додаткових модулів, таких як адаптивне управління вентилятором та аналіз рівня вологості в приміщенні	Стратегія інноваційного розвитку	Унікальність функціоналу, комплексний підхід до управління мікрокліматом у ванній кімнаті	Стратегія розвитку через унікальні інноваційні рішення
4	Створення партнерств із будівельними компаніями для впровадження системи у новобудовах	Стратегія проникнення	Універсальність продукту, зниження витрат на інсталяцію при проектуванні нових будівель	Стратегія розвитку через стратегічне партнерство
5	Розширення на ринок житлових комплексів та котеджів преміум-класу	Стратегія диференціації	Преміальний рівень функціоналу, надійність, висока якість дизайну	Стратегія розширення через адаптацію до високого цінового сегменту

Обрана стратегія конкурентної поведінки для проєкту "Light Smite" базується на поєднанні активного пошуку нових ринків і споживачів із адаптацією деяких функцій конкурентів, доповнених власними інноваціями. Це дозволяє зосередитися на вдосконаленні інтеграції та створенні рішень, які відповідають специфічним потребам сегмента інтегрованих автоматизованих систем освітлення. Проєкт, хоч і не є повністю унікальним, має можливість зайняти конкурентну нішу завдяки розробці продукту, який виділяється безпечністю, енергоефективністю, гнучкістю налаштувань і простотою інтеграції. Акцент на інноваційність і вдосконалення існуючих рішень допоможе залучити нових споживачів і запропонувати

альтернативу тим, хто вже знайомий із подібними системами, але шукає якісніший і зручніший продукт.

Наступним етапом є вибір стратегії конкурентної поведінки для системи автоматизованого освітлення в ванних кімнатах. Ця стратегія буде орієнтована на ефективне впровадження продукту на ринку, з урахуванням потреб цільових груп та конкурентного середовища. Деталі обраної стратегії наведено в таблиці 4.18 нижче.

Таблиця 4.18 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопроходьцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Частково (у сегменті інтегрованих систем)	Активно шукатиме нові ринки та споживачів	Буде адаптувати деякі функції для спрощення інтеграції, але з власними вдосконаленнями	Стратегія зайняття конкурентної ніші

Обрана стратегія конкурентної поведінки для проекту "Light Smite" базується на поєднанні активного пошуку нових ринків і споживачів із адаптацією деяких функцій конкурентів, доповнених власними інноваціями. Це дозволяє зосередитися на вдосконаленні інтеграції та створенні рішень, які відповідають специфічним потребам сегмента інтегрованих автоматизованих систем освітлення.

На основі проведеного аналізу цільового ринку для системи автоматизованого освітлення у ванних кімнатах, а також з урахуванням вибраної стратегії розвитку та конкурентної поведінки, важливо розробити стратегію позиціонування продукту. Її деталі наведено в таблиці 4.19.

Обрана стратегія позиціонування акцентує увагу на високій точності роботи сенсорів, енергоефективності та надійності системи автоматизованого освітлення. Важливою складовою є можливість інтеграції з іншими системами "розумного" котеджу та адаптивність до потреб користувачів. Ключові асоціації, що будуть сформовані для сприйняття продукту: інноваційність, зручність, енергоефективність і комфорт.

Таблиця 4.19 - Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Надійне, безпечне та енергоефективне освітлення	Стратегія лідерства по витратах	Низьке енергоспоживання, довговічність компонентів, безпечність у використанні	Енергоефективність. Надійність. Безпека.
2	Гнучкість інтеграції з іншими системами "розумного" котеджу	Стратегія адаптації та інтеграції інновацій	Можливість легкої інтеграції з іншими системами, автоматизація на основі датчиків	Інтеграція. Простота. Універсальність.
3	Естетичне та зручне рішення для ванної кімнати	Стратегія диференціації за дизайном	Модульна структура системи, стильний дизайн, плавне керування світлом	Дизайн. Зручність. Інноваційність.

4.4. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Для створення ефективної маркетингової стратегії необхідно розробити концепцію продукту, яка визначить основні переваги системи автоматизованого освітлення для ванних кімнат і продемонструє її вигоди для кінцевого споживача. Ця концепція дозволить підкреслити унікальні риси продукту та його конкурентні переваги. На основі проведеного аналізу конкурентоспроможності було сформовано ключові переваги системи, які представлені в таблиці 4.20 нижче.

Таблиця відображає основні аспекти, які роблять систему привабливою для користувачів, зокрема високу енергоефективність, адаптивність до умов приміщення, зручність використання, а також інтеграцію з іншими "розумними" системами. Ці характеристики забезпечують комфорт, економію ресурсів і простоту впровадження в побутову інфраструктуру.

Таблиця 4.20 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Безпечне освітлення у вологих умовах	Високий рівень захисту від вологи і безпечність використання електричних компонентів	Використання вологостійких компонентів із високим класом захисту IP67/IP68. Виготовлення вологостійкого корпусу.

Таблиця 4.20(продовження)

2	Автоматизація освітлення на основі потреб	Освітлення вмикається і вимикається автоматично, враховуючи присутність людини і час доби	Наявність багатофункціональних сценаріїв роботи завдяки датчикам руху, освітленості та RTC
3	Енергоефективність	Зменшення витрат на електроенергію	Низьке енергоспоживання завдяки LED-технологіям і оптимізованій роботі системи
4	Довговічність і надійність компонентів	Тривалий термін служби освітлювальної системи	Використання якісних матеріалів і перевірених рішень для забезпечення довговічності
5	Інтеграція з іншими системами "розумного" котеджу	Можливість інтеграції з іншими компонентами автоматизації	Універсальна сумісність з популярними платформами автоматизації

Аналізуючи ключові переваги концепції потенційного товару "Light Smite", можна зробити висновок, що проєкт поєднує в собі унікальні характеристики, спрямовані на задоволення найважливіших потреб користувачів. Система забезпечує безпечне освітлення у вологих умовах завдяки використанню компонентів із високим класом захисту IP67 і надійного вологостійкого корпусу. Автоматизація освітлення дозволяє створювати багатофункціональні сценарії, які враховують рух та час доби, що підвищує комфорт і зручність користування. Енергоефективність досягається завдяки LED-технологіям та оптимізованим алгоритмам роботи, що дозволяє знизити витрати на електроенергію. Висока якість матеріалів і перевірені технічні рішення гарантують довговічність і надійність системи, що робить її привабливою для клієнтів, які цінують довгострокові інвестиції.

Для більш детального розуміння характеристик і властивостей автоматизованої системи освітлення для ванних кімнат було створено трирівневу модель товару. Цей підхід дозволяє структурувати ключові елементи продукту: основну цінність, функціональні особливості та додаткові переваги. Опис моделі представлено у таблиці 4.21 нижче. Модель дозволяє розкрити глибинну суть

системи, підкресливши її основну цінність — автоматичний комфорт і енергоефективність, функціональні аспекти, такі як адаптація до параметрів приміщення та інтеграція з іншими системами, а також додаткові переваги, наприклад, естетичний дизайн, простоту обслуговування та підтримку оновлень. Такий підхід сприяє розробці ефективної стратегії позиціонування продукту на ринку.

Таблиця 4.21 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Автоматизована система освітлення для ванної кімнати "Light Smite"		
I. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	Інтелектуальне управління світлом (датчики руху, вологості)	Нм	Тх
	Енергоефективність (світлодіодні стрічки)	М	Тх
	Легка інтеграція з іншими системами "розумного" котеджу	Нм	Ор
	Можливість налаштування параметрів освітлення	Нм	Е
	Довговічність матеріалів (LED-стрічки, корпус реле)	М	Тх
	Якість: висока точність, зручне і надійне програмне забезпечення		
	Пакування: система постачається у вигляді набору (Arduino, датчики, стрічка, блок живлення, корпус), документація та посібник користувача.		
	Марка: Light Smite		
III. Товар із підкріпленням	До продажу	Після продажу	
	Консультації з налаштування системи та демонстрація роботи (відео-інструкції або презентації).	Гарантія на 12 місяців, технічна підтримка, допомога у налаштуванні та інтеграції, доступ до оновлень програмного забезпечення	

З наведеної таблиці видно, що на першому рівні описується основна концепція продукту — автоматизована система освітлення для ванної кімнати "Light Smite", орієнтована на забезпечення комфорту та енергоефективності. Другий рівень детально розкриває властивості товару, зокрема інтелектуальне управління освітленням, високу енергоефективність, інтеграцію з іншими системами "розумного" котеджу, довговічність компонентів і можливість налаштування параметрів під індивідуальні потреби користувача. Висока якість матеріалів,

точність роботи та зручне програмне забезпечення підкреслюють конкурентні переваги продукту. Третій рівень демонструє серйозний підхід до підтримки клієнтів: на етапі до продажу — консультації, презентації та відео-інструкції, а після продажу — гарантія, технічна підтримка, доступ до оновлень програмного забезпечення. Це підвищує довіру до продукту і сприяє формуванню позитивного клієнтського досвіду.

Загалом, "Light Smite" є інноваційним рішенням, що поєднує передові технології, естетичність і зручність використання, та здатне задовольнити вимоги сучасного споживача, орієнтованого на автоматизацію та енергоефективність у побуті.

Після проведеного аналізу характеристик автоматизованої системи освітлення для ванних кімнат важливим етапом є визначення діапазону цін, який слід враховувати при встановленні вартості продукту. Ці межі визначаються на основі дослідження цін на аналогічні продукти конкурентів, а також з урахуванням платоспроможності цільової аудиторії. Така інформація є важливою для забезпечення конкурентоспроможності продукту на ринку, збереження доступності для споживачів та досягнення економічної доцільності проєкту. Результати

Таблиця 4.22 - Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	Від 1000 до 5000 грн	Від 7000 до 20000 грн (аналогічні системи освітлення)	Середній рівень доходів (середній клас, середній бюджет на оновлення інтер'єру)	Від 7000 до 13000 грн

Визначені межі встановлення ціни для автоматизованої системи освітлення враховують аналіз ринку товарів-замінників і аналогів, а також рівень доходів цільової групи споживачів. Товари-замінники пропонуються за цінами від 1000 до 5000 грн, тоді як аналоги з подібним функціоналом коштують від 7000 до 20000 грн. З урахуванням цієї інформації та орієнтації на середній клас із помірним бюджетом на оновлення інтер'єру, рекомендовані межі ціни на систему освітлення становлять від 7000 до 13000 грн. Це цінове позиціонування забезпечує баланс між

доступністю для цільової аудиторії та конкурентоспроможністю на ринку, виділяючи систему як інноваційне, але доступне рішення для споживачів. Встановлена цінова стратегія сприяє формуванню позитивного сприйняття продукту та відповідає потребам як приватних власників житлової нерухомості, так і корпоративних клієнтів, таких як дизайнери інтер'єру або готелі.

Після визначення цінових меж для автоматизованої системи освітлення у ванній кімнаті важливо розробити ефективну систему збуту, яка забезпечить доступність продукту для цільових споживачів та сприятиме його популяризації на ринку. Система збуту враховує специфіку продукту, особливості цільового сегмента та можливості сучасних каналів продажу, включаючи традиційні та цифрові платформи. Це дозволить забезпечити максимальне охоплення ринку та створити зручні умови для придбання продукту. Деталізовану структуру системи збуту представлено у таблиці 4.23.

Таблиця 4.23 - Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Власники житлової нерухомості, які хочуть підвищити комфорт	Консультації з вибору системи, технічна підтримка, гарантійне обслуговування	Національний ринок	Продаж через інтернет-магазин, співпраця з магазинами освітлення
2	Дизайнери інтер'єру та підрядники з ремонту	Надання технічної документації, рекомендацій з монтажу	Національний ринок	Прямі поставки через партнерські програми з дизайнерами та будівельними компаніями
3	Готелі та житлові комплекси з підвищеними стандартами	Індивідуальні пропозиції, налаштування систем під об'єкт, навчання персоналу	Корпоративний ринок	Прямі поставки та продажі через представників компанії

Розроблена система збуту автоматизованої системи освітлення враховує різноманітність потреб цільових клієнтів, їхню закупівельну поведінку та специфіку ринку. Для приватних власників житлової нерухомості пропонується продаж через

інтернет-магазини та партнерські магазини освітлення, що забезпечує зручність вибору, доступність консультацій і гарантійного обслуговування.

Дизайнерам інтер'єру та будівельним підрядникам запропоновано прями поставки через партнерські програми, з наданням технічної документації та рекомендацій щодо монтажу. Це підкреслює орієнтацію на професійний підхід і сприяє інтеграції системи в дизайнерські проекти.

Для корпоративного ринку, зокрема готелів і житлових комплексів, акцент зроблено на індивідуальні пропозиції, налаштування систем відповідно до особливостей об'єктів і навчання персоналу. Продажі здійснюватимуться через прями поставки або представників компанії, що дозволяє забезпечити високий рівень обслуговування та гнучкість у роботі з клієнтами.

Система збуту побудована так, щоб охопити всі ключові сегменти ринку та забезпечити ефективне просування продукту на національному й корпоративному рівнях.

Завершальним етапом у створенні маркетингової програми для автоматизованої системи освітлення у ванній кімнаті є розробка концепції комунікацій. Вона базується на проведеному аналізі цільового ринку, характеристик продукту та потреб потенційних споживачів. Основна мета концепції маркетингових комунікацій — забезпечити ефективне інформування цільової аудиторії про переваги продукту, створити позитивний імідж бренду та стимулювати продажі. У комунікаційній стратегії враховано використання сучасних каналів взаємодії, таких як цифровий маркетинг, соціальні мережі, партнерські програми та участь у галузевих виставках. Деталі концепції наведено у таблиці 4.24.

Таблиця 4.24 - Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Пошук енергоефективного та	Соціальні мережі, огляди у	Енергоефективна та зручна автоматизована	Розкрити переваги економії	Підкреслення економії, інноваційності

Таблиця 4.24 (продовження)

	автоматизованог о рішення для освітлення ванної кімнати	блогах, інтернет- магазини	система освітлення	енергії, зручності та автоматизації	та зручності у використанні
2	Замовлення дизайнерських рішень для сучасного інтер'єру	Виставки дизайну, співпраця з дизайнерами інтер'єру, портали	Інтеграція естетики з високотехнологічним и функціями	Відзначити можливість створення унікального стилю з автоматизацією	Наголос на сучасному дизайні, технологічност і та простоті встановлення
3	Вибір інноваційних рішень для покращення умов у готелях	Галузеві конференції, спеціалізован і видання, прямі контакти	Система автоматизованого освітлення як частина покращення сервісу	Продемонструват и покращення комфорту клієнтів готелів	Акцент на комфорті, преміум-якості та відповідності стандартам сучасного сервісу

В результаті розробки концепції маркетингових комунікацій визначено, що поведінка цільових клієнтів орієнтована на пошук інноваційних, енергоефективних рішень, які поєднують автоматизацію з естетичністю та функціональністю. Основними каналами комунікації є соціальні мережі, спеціалізовані блоги, дизайнерські виставки, галузеві конференції та прямі контакти через партнерські мережі. Для кожного сегмента клієнтів розроблено індивідуальні підходи до позиціонування: від підкреслення економічності й зручності для побутового використання до акценту на преміум-якості та підвищенні стандартів обслуговування в готелях. Рекламні повідомлення спрямовані на демонстрацію реальних переваг, таких як зниження витрат на електроенергію, інтеграція автоматизації в сучасний дизайн інтер'єру та покращення комфорту клієнтів. Концепція рекламних звернень базується на ключових цінностях продукту:

інноваційності, функціональності, зручності встановлення та відповідності сучасним стандартам. Це забезпечує ефективне привертання уваги до продукту, формування довіри та підвищення лояльності серед потенційних клієнтів у різних ринкових сегментах.

4.5. Організація реалізації стартап проєкту

Для успішного впровадження стартап проєкту автоматизованої системи освітлення у ванній кімнаті важливо сформувати професійну та злагоджену команду. Враховуючи специфіку завдань, пов'язаних із проєктуванням, тестуванням, маркетингом та комерціалізацією продукту, було визначено оптимальний склад учасників команди. Кожному учаснику розподілено ключові обов'язки відповідно до їхньої компетенції та ролі в проєкті. Створення такої команди сприятиме ефективному виконанню всіх етапів розробки та виходу продукту на ринок, забезпечуючи якість виконання робіт і досягнення цілей проєкту. Докладний розподіл ролей і завдань представлено у таблиці 4.25.

Таблиця 4.25 - Команда стартап проєкту

Учасник команди	Посада	Завдання, що необхідно виконати
Інженер електричного обладнання	Керівник розробки	Розробити схему системи, протестувати електронні компоненти, забезпечити їх функціональність
Інженер-програміст	Розробник програмного забезпечення	Розробити програмне забезпечення для управління системою та забезпечення її стабільної роботи
Менеджер проєкту	Керівник проєкту	Координувати роботу команди, визначати ключові етапи реалізації проєкту та слідкувати за їх виконанням
Експерт з маркетингу	Спеціаліст з аналізу ринку	Провести аналіз ринку, визначити цільову аудиторію, розробити маркетингову стратегію та рекламні матеріали
Технічний консультант	Спеціаліст з підтримки клієнтів	Розробити документацію для користувачів та забезпечити технічну підтримку клієнтів після запуску

Для забезпечення ефективного впровадження автоматизованої системи освітлення у ванній кімнаті необхідно розробити детальний календарний план. Це

дозволить чітко визначити етапи виконання завдань, терміни їх реалізації та послідовність дій для досягнення цілей проєкту. Сформований календарний план реалізації проєкту подано у таблиці 4.26 нижче.

Таблиця 4.26 - Календарний план реалізації проєкту

№ п/п	Зміст етапу													Собівартість реалізації	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Аналіз ринку та визначення вимог	■													0
2	Розробка концепції ідеї проєкту		■												400\$
3	Створення технічного завдання та конструкції			■											700\$
4	Розробка електричних та принципових схем, виготовлення прототипу				■										1300\$
5	Розробка та вдосконалення програмного забезпечення					■									1600\$
6	Тестування та виправлення недоліків						■								450\$
7	Пошук і залучення інвестицій							■							1000\$
8	Запуск виробництва								■						14000\$
9	Проведення масштабних рекламних кампаній та старт продаж											■			2500\$
Сума												21950\$			

Розроблений календарний план реалізації проєкту демонструє детальний і поетапний підхід до створення автоматизованої системи управління освітленням і вентиляцією для ванних кімнат. Загальна собівартість проєкту становить 21950 доларів, що включає всі ключові етапи, від аналізу ринку до старту продажів і масштабних рекламних кампаній. Ця сума є виправданою, з огляду на комплексність розробки, яка охоплює створення інноваційного продукту з високим потенціалом для ринку. Процес передбачає ретельне проектування, виготовлення прототипу, розробку програмного забезпечення, тестування й усунення недоліків, а також залучення інвестицій і запуск виробництва. Етапи організовані таким чином,

щоб забезпечити ефективне використання ресурсів і мінімізувати ризики. Особливу увагу слід приділити тестуванню продукту та вдосконаленню функціональних можливостей, адже це визначає конкурентоспроможність системи на ринку. Для залучення інвестицій доцільно використовувати сучасні інструменти, такі як участь у спеціалізованих виставках та краудфандингових платформах. Успішна реалізація всіх етапів дозволить не лише створити якісний продукт, але й забезпечити його конкурентні позиції, сприяючи розвитку компанії на ринку автоматизації побутових систем. Після складання календарного плану реалізації автоматизованої системи освітлення для ванної кімнати важливо провести аналіз витрат, необхідних для виробництва. Це включає оцінку вартості всіх компонентів, обладнання та додаткових матеріалів, які будуть задіяні у виготовленні системи. Розроблені розрахунки витрат представлені у таблиці 4.27.

Таблиця 4.27 - Витрати на виробництво

№ п/п	Витрати	Тип	Терміни постачання/виконання	Вартість, \$
1	Мікроконтролер Arduino Uno	----	5 днів	15
2	Датчик руху PIR	----	3 дні	7
3	Датчик вологості та температури (DHT22)	----	4 дні	9
4	Реле 5V	----	3 дні	4
5	Світлодіодна стрічка (5 метрів)	---	2 дні	30
6	Алюмінієвий профіль для стрічки (5 метрів)	---	4 дні	22
7	Вентилятор витяжний (230V, 15W, діаметр 100 мм)	---	5 днів	20
8	Розхідні матеріали	----	5 днів	60
Сума				167

Отже, для виготовлення одного модуля автоматизованої системи управління освітленням і вентиляцією потрібно 167 доларів. Ця сума охоплює вартість основних компонентів, таких як мікроконтролер, датчики, реле, світлодіодна стрічка, алюмінієвий профіль, витяжний вентилятор і розхідні матеріали. Терміни постачання складових варіюються від 2 до 5 днів, що забезпечує оперативність у виробничому процесі. Початковий бюджет проекту дозволяє не лише покрити

витрати на створення декількох модулів для тестування й демонстрації, а й залишає можливість для масштабування. Витрати на комплектуючі демонструють, що система може бути конкурентоспроможною за ціною, залишаючи можливість для оптимізації виробничих процесів у майбутньому. Завдяки доступності початкових ресурсів і наявності бюджету в межах 20 000 доларів, проєкт має стабільну основу для розвитку. У перспективі, для масштабування виробництва та розширення ринків, можна залучити додаткові інвестиції через краудфандингові платформи, такі як Kickstarter, або через участь у спеціалізованих виставках.

Висновки до четвертого розділу

У цьому розділі було детально проаналізовано перспективи впровадження модуля для автоматизованої системи освітлення у ванній кімнаті. Підкреслено, що реалізація такого проєкту є актуальною в контексті зростаючої популярності «розумних» будинків і вимог до комфортного, безпечного та економічного використання ресурсів. Автоматизована система освітлення для ванної кімнати має стратегічне значення для створення комфортних умов використання приміщення, забезпечення оптимальної яскравості та безпеки, особливо в нічний час або за недостатнього природного освітлення. У системі інтегровано такі ключові елементи, як датчики руху, вологості, реєстрація часу доби та плавне регулювання яскравості. Розроблений календарний план демонструє, що загальні витрати на впровадження системи становитимуть близько 21950 доларів.

Реалізація проєкту передбачає створення інноваційного модуля освітлення, який включає етапи розробки концепції, вибору обладнання, створення програмного забезпечення, проведення тестувань, адаптацію під індивідуальні потреби користувачів, запуск у виробництво та вихід на ринок. Загальний висновок підкреслює актуальність і значущість впровадження автоматизованих систем освітлення для побутових потреб. Цей інноваційний підхід сприяє не лише зручності використання приміщень, але й забезпечує економію енергії, підвищення

безпеки та довговічність обладнання. Впровадження даного стартап-проєкту дозволить створити сучасну систему освітлення, яка відповідатиме вимогам екологічності, інноваційності та зручності в повсякденному житті.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті виконання магістерської дисертації на тему "Автоматизована система освітлення котеджу" було досягнуто низки важливих технічних та практичних результатів, що демонструють ефективність та перспективність розроблених рішень.

У першому розділі було визначено актуальність автоматизації освітлення в котеджах, зокрема у ванній кімнаті та вітальні. Проведено аналіз сучасних "розумних" систем, їх переваг і недоліків. На основі цього аналізу обрано оптимальні технічні платформи, датчики й протоколи передачі даних, а також виконано огляд аналогів, що надало змогу визначити вимоги до систем освітлення, які відповідають потребам користувачів.

У другому розділі було розроблено структуру систем освітлення для ванної кімнати та вітальні, враховуючи специфіку цих приміщень. Для кожної системи виконано вибір комплектуючих: сенсори руху, вологості, рівня освітлення, LED-стрічки та мікроконтролери. Розроблено структурні, функціональні та електричні принципові схеми, а також забезпечено розробку вологозахисеного корпусу для електроніки у ванній кімнаті, що підвищило безпеку системи. У системі для вітальні додано функцію плавного згасання світла й адаптації до рівня зовнішнього освітлення, що підвищує комфорт користувачів.

У третьому розділі було реалізовано програмне забезпечення для кожної системи на мові C++. Програми оптимізовано для мінімізації використання пам'яті мікроконтролера. Розроблено блок-схеми, що описують логіку роботи кожної системи, і забезпечено їхній зв'язок через протокол I²C. Це дозволило створити синхронізовану систему, де обидва приміщення інтегруються в єдину "розумну" екосистему.

У четвертому розділі представлено стартап-проект із впровадження розроблених систем. Виконано оцінку ринку, обґрунтовано економічну доцільність і запропоновано плани масштабування.

Отже, створені системи не тільки задовольняють поточні вимоги, але й є

перспективними для подальшого вдосконалення, включаючи інтеграцію з іншими "розумними" пристроями, розширення функціоналу та масштабування в рамках концепції "розумного" котеджу.

Список літератури

1. XVII Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 2024 р. – 172 с.
2. Природне і штучне освітлення. Київ : Держ. ком. України з буд-ва та архітектури, 2004.
3. ДСТУ ІСО 8995:2003. Принципи зорової ергономіки. Освітлення робочих систем усередині приміщень. Чинний від 2004-06-11. Вид. офіц. Київ, 2004.
4. Як змінилися тарифи на електроенергію для населення. Слово і діло. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.slovoidilo.ua/2023/06/16/infografika/ekonomika/yak-zminylysia-taryfy-elektroenerhiyu-naselennya>
5. International Energy Outlook 2023. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>
6. TP-link ТАРО. Розумна Wi-Fi міні розетка з функцією моніторингу використаної енергії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tp-link.com/uk-ua/home-networking/smart-plug/tapo-p115/>
7. PolivUA Проектування і монтаж автоматичного поливу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://poliv.ua/avtomatychnyi-polyv-pid-kliuch/>
8. WiKi Arduino. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino>
9. WiKi Raspberry Pi. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
10. МікроАмпер: Плата розширення XBee Shield V03. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uamper.com/Модуль-XBee-Shield-V03-беспроводного-управления?srsltid=AfmBOoo971gx1sh_Wb2qrdzEWrWFSSQmllvGrKoZe eRXW4Vqj6B3cebZ

11. WiKi Z-wave. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Z-wave>
12. WiKi ІС. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/І%C2%B2C>
13. IKEA SILVERGLANS bathroom lighting strip with built-in LED light source/dimmable, 60 cm. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ikea.com.cy/en/products/silverglans-bathroom-lighting-strip-with-built-in-led-light-source-dimmable-60-cm/10529227/>
14. Philips Adore Bathroom innfelt downlight. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.philips-hue.com/en-gb/p/hue-white-ambiance-adore-bathroom-innfelt-downlight/3417611P6>
15. Loxone Explained: Everything About Smart Lighting Technology. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.loxone.com/int/blog/loxone-explained-modern-lighting-technology/>
16. WiKi SketchUp. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/SketchUp>
17. Що таке мікропроцесор, мікроконтролер та програмований логічний контролер. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elprivod.nmu.org.ua/ua/interesting/what_is_mp_mc_plc.php.
18. 8-bit Microcontroller with 4/8/16/32K Bytes In-System Programmable Flash. Atmega 328P Datasheet. San José: ATMEL Corporation, 2008.
19. Стабілізатор напруги. Вікіпедія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Стабілізатор_напруги.
20. Кварцові резонатори, що це таке та де вони застосовуються. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://electronoff.ua/academy/post/kvarczevye-rezonatory-hto-eto-takoe-i-gde-oni-primenyayutsya.php>.
21. Що таке підсилювач MOSFET (мосфет). [Електронний ресурс]. –

- Режим доступу: <https://china-world.com.ua/ua/a188541-chto-takoe-usilitel.html>.
22. High Frequency Synchronous Buck Converters for Computer Processor Power. IRLR7843 Datasheet. Singapore: Kersemi Electronic Co., Ltd, 2014.
 23. Транзистор метал-діелектрик-напівпровідник. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Транзистор_метал-діелектрик-напівпровідник.
 24. Інфрарчервоний датчик руху. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mini-tech.com.ua/datchik-dvizheniya-infrakrasniy-pir-sensor-hc-sr501>
 25. Threaded Cylindrical Photoelectric Sensor with Built-in Amplifier for Use as an Optical Proximity Sensor High Noise-immunity with Photo-IC Technology. E3F3-R11 Datasheet. Kyoto: Omron Electronics LLC, 2012.
 26. Vents Quiet 150. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ventilation-system.com/product/quiet-150/>
 27. Solid State Relay SSR25DA Datasheet. Durban: Switch Technique (KZN) (Pty) Ltd, 2012.
 28. Структурні схеми систем автоматичного управління. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://um.co.ua/8/8-16/8-163750.html>.
 29. Функціональна схема систем автоматичного управління [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://stud.com.ua/160459/tehnika/funksionalna_shema_sistem_avtomatichnogo_upravlinnya.
 30. Вивчення правил оформлення конструкторської документації (Схеми електричні принципи) – Київ: НТУУ «КПІ», 2016.
 31. WiKi SolidWorks. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>
 32. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 Єдина система конструкторської документації. Чинний від 2007-07-01. Вид. ДП «УкрНДНЦ» Київ, 2006.

33. ДСТУ ІЕС 60529:2019 Ступені захисту, забезпечувані корпусами (ІР-код) Чинний від 2020-01-01. Вид. ДП «УкрНДНЦ» Київ, 2019.
34. Gainta Що таке ABS пластик та полікарбонат. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://gainta.com.ua/index.php?route=information/information&information_id=12
35. Гума EPDM (етиленпропілендієновий каучук). [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://tyrfan-trade.com.ua/ua/p562390145-rezina-epdm-etilenpropilendienovyj.html>
36. Javelin-tech. What is CircuitWorks. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.javelin-tech.com/blog/2010/06/what-is-circuitworks/>
37. SKINTOP, M12x1,5 пластиковий кабельний сальник IP68. Водонепроникне введення. Кабельне введення. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://aurorasvet.com.ua/ua/p1051270120-skintop-m12x15-plastikovyj.html>
38. Метизи. Вікіпедія. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%B8>
39. Arduino основи програмування [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://geekmatic.in.ua/ua/arduino_osnovyi_programmirovaniya
40. Інформатика Основи алгоритмізації : Блок-схеми алгоритму [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://yevshan.com.ua/info/006/content/content3.html>.