

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій і технічного захисту інформації
(повна назва)

Кафедра Радіотехнологій інформаційно-комунікаційних систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

КОМПЛЕКСНА ТЕМА "РОЗУМНИЙ БУДИНОК". СИСТЕМА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

(тема)

Виконав:
студент 4 курсу, групи ІТІР-20-1
Понікар Б.С.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 126 Інформаційні систем
та технології
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Інформаційні технології
інтернету речей
(повна назва освітньої програми)

Керівник ст. викл. Алфьоров М.Є.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту
В.о. зав. кафедри РТІКС

(підпис)

_____ Зарудний О.А.

(прізвище, ініціали)

2024 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій і технічного захисту інформації

Кафедра Радіотехнологій інформаційно-комунікаційних систем

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність 126 Інформаційні системи та технології
(код і повна назва)

Тип програми Освітньо-професійна

Освітня програма Інформаційні технології інтернету речей
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

« _____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові ПОНІКАРУ БОГДАНУ СЕРГІЙОВИЧУ
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи КОМПЛЕКСНА ТЕМА "РОЗУМНИЙ БУДИНОК".
СИСТЕМА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

затверджена наказом по університету від 27 травня 2024 р. № 500 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 18 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Провести аналіз існуючих технологій, що використовуються в галузі "розумного будинку" та систем енергозбереження. Розробити концепцію системи "розумного будинку", враховуючи потреби користувачів та можливості сучасних технологій. Реалізувати прототип системи "розумного будинку", що включає в себе систему енергозбереження. Провести тестування та оцінку роботи системи.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____
Вступ. 1 Огляд технологій енергозбереження "розумного будинку". 2 Вибір технологічного обладнання для виконання поставленого завдання. 3 Технічна

реалізація прототипів системи енергозбереження. Висновки. Перелік джерел посилання. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) _____

Комп'ютерна презентація

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	Ст. викл. Алфьоров М.Є.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання	06.05.2024	виконано
2	Огляд та аналіз аналогічних систем	08.05-11.05.2024	виконано
3	Розробка структурної схеми пристрою	13.05-17.05.2024	виконано
4	Вибір та обґрунтування елементної бази	18.05-21.05.2024	виконано
5	Розробка програмного забезпечення	21.05-24.05.2024	виконано
6	Висновки	24.05.2024	виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	26.05-08.06.2024	виконано
8	Оформлення ілюстрацій	09.06.2024	виконано
9	Представлення роботи на кафедрі	10.06.2024	виконано

Дата видачі завдання **6 травня 2024 р.**

Студент _____
(підпис)

Б.С. Понікар

Керівник роботи _____ ст. викл. М.Є. Алфьоров
(підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з пояснювальної записки, що містить 64 сторінки тексту, 37 рисунків, 12 джерел посилання і 2 додатки.

СИСТЕМА. БУДИНОК. ЕНЕРГІЯ. ЗБЕРЕЖЕННЯ. ПРИСТРІЙ.
МІКРОКОНТРОЛЛЕР. ДАТЧИК. ПРОГРАМА.

Об'єктом розробки є система енергозбереження "розумного будинку"

Метод дослідження – описово-аналітичний

Метою даної роботи є дослідження, розробка та тестування системи "розумного будинку" з акцентом на запровадження ефективної системи енергозбереження.

Енергозбереження - одне з найактуальніших питань у сучасному суспільстві, а "розумні будинки" дають можливість ефективно використовувати ресурси, забезпечувати комфорт та зменшувати споживання енергії. Однією з основних функцій розумного будинку є система енергозбереження для оптимального використання електроенергії та інших ресурсів. Ці системи включають в себе ряд технологій, таких як розумні датчики, автоматичне управління освітленням і опаленням, а також управління пристроями за допомогою мобільних додатків. Розумні будинки можуть адаптуватися до мінливих умов повсякденного життя та навколишнього середовища, мінімізуючи споживання енергії, забезпечуючи при цьому комфорт і безпеку мешканців. Тому розумні системи енергозбереження є важливим елементом сучасних будівельних технологій, спрямованих на досягнення сталого та ефективного житлового середовища.

ABSTRACT

The qualification work of the bachelor consists of an explanatory note containing 64 pages of text, 37 figures, 12 references and 2 appendices.

SYSTEM. HOUSE. ENERGY. SAVING. DEVICE. MICROCONTROLLER.
SENSOR. PROGRAMME.

The object of development is a smart home energy saving system

Research method - descriptive and analytical

The aim of this paper is to research, develop and test a smart home system with a focus on the introduction of an efficient energy saving system.

Energy conservation is one of the most pressing issues in modern society, and smart homes make it possible to use resources efficiently, provide comfort and reduce energy consumption. One of the main functions of a smart home is an energy-saving system for the optimal use of electricity and other resources. These systems include a range of technologies, such as smart sensors, automatic control of lighting and heating, and device management via mobile apps. Smart homes can adapt to changing conditions of everyday life and the environment, minimising energy consumption while ensuring the comfort and safety of residents. Therefore, smart energy saving systems are an important element of modern building technologies aimed at achieving a sustainable and efficient living environment.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	7
Вступ.....	8
1 Огляд технологій енергосбереження "розумного будинку"	10
1.1 Визначення, концепція та сутність "розумного будинку"	10
1.2 Технології енергозбереження "розумного будинку"	12
1.2.1 Енергозбереження за допомогою "розумного" освітлення.....	15
1.2.2 Енергозбереження за допомогою "розумного" управління побутовими приладами	17
1.2.3 Енергозбереження за допомогою "розумної" системи клімат-контролю	20
1.3 Фінансові та екологічні переваги "розумного будинку"	24
1.3.1 Оцінка економічних вигод від впровадження енергоефективних технологій та систем управління енергоспоживанням	24
1.3.2 Врахування вартості експлуатації та обслуговування "розумного будинку" у порівнянні з традиційними будівлями	26
1.3.3 Оцінка впливу "розумних будинків" на довкілля та зменшення викидів парникових газів.....	27
1.4 Перспективи розвитку та виклики.....	28
1.4.1 Прогнозування технологічних тенденцій у розробці "розумних будинків"	29
1.4.2 Оцінка потенційних ризиків та викликів для майбутнього розвитку... ..	30
2 Вибір технологічного обладнання для виконання поставленого завдання .	32
2.1 Вибір основного контролера	32
2.2 Вибір обладнання та технологій для систем енергозбереження.....	34
2.2.1 Світлодіоди (LED).....	34
2.2.2 Датчики руху (PIR).....	35
2.2.3 Реле-модулі	36
2.2.4 Датчик температури та вологості DHT22	37
2.2.5 Серводвигуни.....	39
3 Технічна реалізація прототипів системи енергозбереження	41
3.1 Система "розумного" освітлення.....	41
3.1.1 Алгоритм роботи програми "розумного" освітлення	41
3.1.2 Код програми та зібраний прототип системи "розумного" освітлення	42

	6
3.2 Система "розумного" управління побутовими приладами.....	44
3.2.1 Алгоритм роботи програми "розумного" управління побутовими приладами.....	44
3.2.2 Код програми та зібраний прототип системи "розумного" управління побутовими приладами.....	46
3.3 Система "розумного" клімат-контролю.....	48
3.3.1 Алгоритм роботи програми "розумного" клімат-контролю.....	48
3.3.2 Код програми та зібраний прототип системи "розумного" клімат- контролю.....	49
Висновки.....	50
Перелік джерел посилання.....	51
Додаток А.....	53
Додаток В.....	63

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

мА – міліампер;

В – вольт;

Вт – ват;

Люмен – Одиниця світлового потоку;

Sense – Система енергомоніторингу, що забезпечує уявлення про використання енергії в режимі реального часу;

Smappее – Система енергомоніторингу, яка допомагає виявити витoki енергії і оптимізувати її використання;

Amazon Alexa – Голосовий асистент і розумна колонка, що дозволяє керувати пристроями в розумному будинку;

Google Home – Розумна колонка і голосовий асистент від Google для керування пристроями в розумному будинку;

IoT (Internet of Things) - Інтернет речей

LED (Light Emitting Diode) – Світлодіод;

PIR (Passive Infrared Sensor) – Пасивний інфрачервоний датчик;

DHT22 – Датчик температури і вологості;

Arduino Uno – Мікроконтролерна плата;

ATmega328P – Мікроконтролер, який використовується в платі Arduino Uno.

ВСТУП

У сучасному світі, де питання енергоефективності та екологічності стають дедалі актуальнішими, особливу увагу привертають технології, що дозволяють мінімізувати витрати природних ресурсів та оптимізувати енергоспоживання. Одним з перспективних напрямків у цій галузі є розробка та впровадження систем розумного будинку, які забезпечують не тільки комфорт і безпеку мешканців, але й значне зниження енергетичних витрат. Ця дипломна робота присвячена аналізу та розробці системи енергозбереження для розумного будинку, що відповідає сучасним вимогам енергоефективності та збереження ресурсів.

"Розумний будинок" – це не просто модний термін, а комплексна система, що інтегрує різноманітні технологічні рішення для автоматизації домашніх процесів. Використання таких систем впливає на всі аспекти життєдіяльності в приміщенні, включаючи опалення, вентиляцію, кондиціонування, освітлення та інші життєво важливі функції. Основною метою є створення максимально комфортного та енергоефективного середовища, що відповідає потребам користувачів, одночасно знижуючи вплив на довкілля.

Енергозбереження в розумних будинках не обмежується лише зменшенням використання електроенергії. Це більш широкий процес, який включає в себе ефективне використання ресурсів, збільшення терміну служби обладнання та підтримку сталого розвитку. Такі системи використовують різноманітні датчики та інтелектуальне управління для аналізу зовнішніх та внутрішніх умов, адаптації різних процесів та оптимізації енергоспоживання без зниження комфорту мешканців.

Значущість даного дослідження полягає у створенні системи, яка б дозволяла не тільки ефективно використовувати енергію, але й передбачати поведінку користувачів, адаптуватись до їх звичок та змін умов зовнішнього середовища. Розробка такої системи вимагає глибокого аналізу сучасних

технологій автоматизації, вивчення передових практик у галузі енергозбереження та використання комплексних алгоритмічних рішень.

У рамках цієї роботи планується розробка моделі енергозберігаючої системи, що включатиме оцінку поточних технологій, проектування архітектури системи та її прототипування. Окрім того, передбачається дослідження впливу таких систем на якість життя користувачів та можливості їх інтеграції з іншими системами інтелектуальної автоматизації.

Метою даної роботи є розробка функціональної системи, яка повинна сприяти загальному розвитку технологій, що покращують ефективність використання енергії в сучасних житлових просторах. Результати цієї дипломної роботи мають намір внести свій вклад у глобальні зусилля зі збереження енергії та ресурсів, підтримуючи при цьому високий рівень комфорту та безпеки для мешканців.

1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ЕНЕРГОСБЕРЕЖЕННЯ "РОЗУМНОГО БУДИНКУ"

1.1 Визначення, концепція та сутність "розумного будинку"

"Розумний будинок – це комплексне системне рішення для автоматизації управління різними пристроями, що використовуються в приватних будинках і квартирах. Ця концепція з'явилася в середині 20 століття і з тих пір постійно розвивається, стаючи все більш ефективною і функціональною. "Розумні" будинки покликані забезпечити комфортне середовище проживання, яким можна дистанційно керувати та контролювати. Вони включають в себе широкий спектр пристроїв і систем, таких як освітлення, опалення та системи безпеки, якими можна керувати дистанційно за допомогою смартфонів та інших пристроїв. З огляду на те, що в сучасному суспільстві щодня з'являється багато гаджетів, таких як смартфони, розумні годинники, дрони та розумні колонки, однією з останніх тенденцій є концепція "розумного будинку" – системи, яка використовує автоматизацію для забезпечення більш комфортного, ефективного та безпечного проживання. "Розумний будинок" дозволяє контролювати різні аспекти вашого житлового середовища, такі як освітлення, побутова техніка та системи безпеки, за допомогою централізованої системи. Це надзвичайно зручно і дозволяє людям налаштовувати свої будинки відповідно до власних уподобань.

Система розумного будинку складається з різних компонентів, таких як датчики, головний контролер і блок управління. Датчики збирають інформацію і передають її на центральний блок управління. Центральний блок управління обробляє дані і приймає рішення на їх основі. Блок управління розшифровує інструкції і виконує необхідні функції. У розумному будинку пристроями можна керувати дистанційно, а автоматичні дії можна налаштувати відповідно до уподобань. Наприклад, можна вмикати

світло або регулювати температуру в приміщенні без вашої присутності. Такий рівень контролю та автоматизації робить повсякденні завдання більш зручними та ефективними [1].

Як згадувалося раніше, система пропонує багато переваг для користувача. Вони забезпечують комфорт і зручність, дозволяючи дистанційно керувати і контролювати різні системи. Наприклад, система розумного будинку може автоматизувати ввімкнення та вимкнення світла при користуванні туалетом вночі. Це не тільки економить час, але й підвищує безпеку, оскільки людям більше не доведеться пересуватися в темряві. Системи розумного дому також можуть допомогти заощадити енергію, оптимізуючи використання приладів і систем, наприклад, пристосовуючи термостат до умов перебування в будинку або вимикаючи світло в невикористовуваних кімнатах.

Однак слід враховувати деякі недоліки. Початкові витрати на встановлення системи розумного будинку можуть бути високими, оскільки необхідно встановити різні датчики, контролери та інші пристрої. Крім того, системи розумного будинку покладаються на збір даних і комунікацію через Інтернет, що може призвести до проблем з конфіденційністю і безпекою. Важливо, щоб користувачі ретельно враховували ці фактори і вживали відповідних заходів для захисту своїх персональних даних і забезпечення безпеки своїх систем розумного будинку.

Отже, "розумний будинок" – це інноваційна концепція, яка дозволяє автоматизувати та оптимізувати різні аспекти життя. Він забезпечує комфорт, безпеку та ефективність і дозволяє керувати різними пристроями та системами з одного місця. "Розумний дім" – це перспективний ринок, який постійно зростає і привертає увагу споживачів. Однак він також має недоліки, такі як вразливість до кібератак і висока вартість. Загалом, розумні будинки пропонують нові можливості для покращення нашого повсякденного життя.

Приклад роботи системи "розумного будинку" представлена на рисунку 1.1.

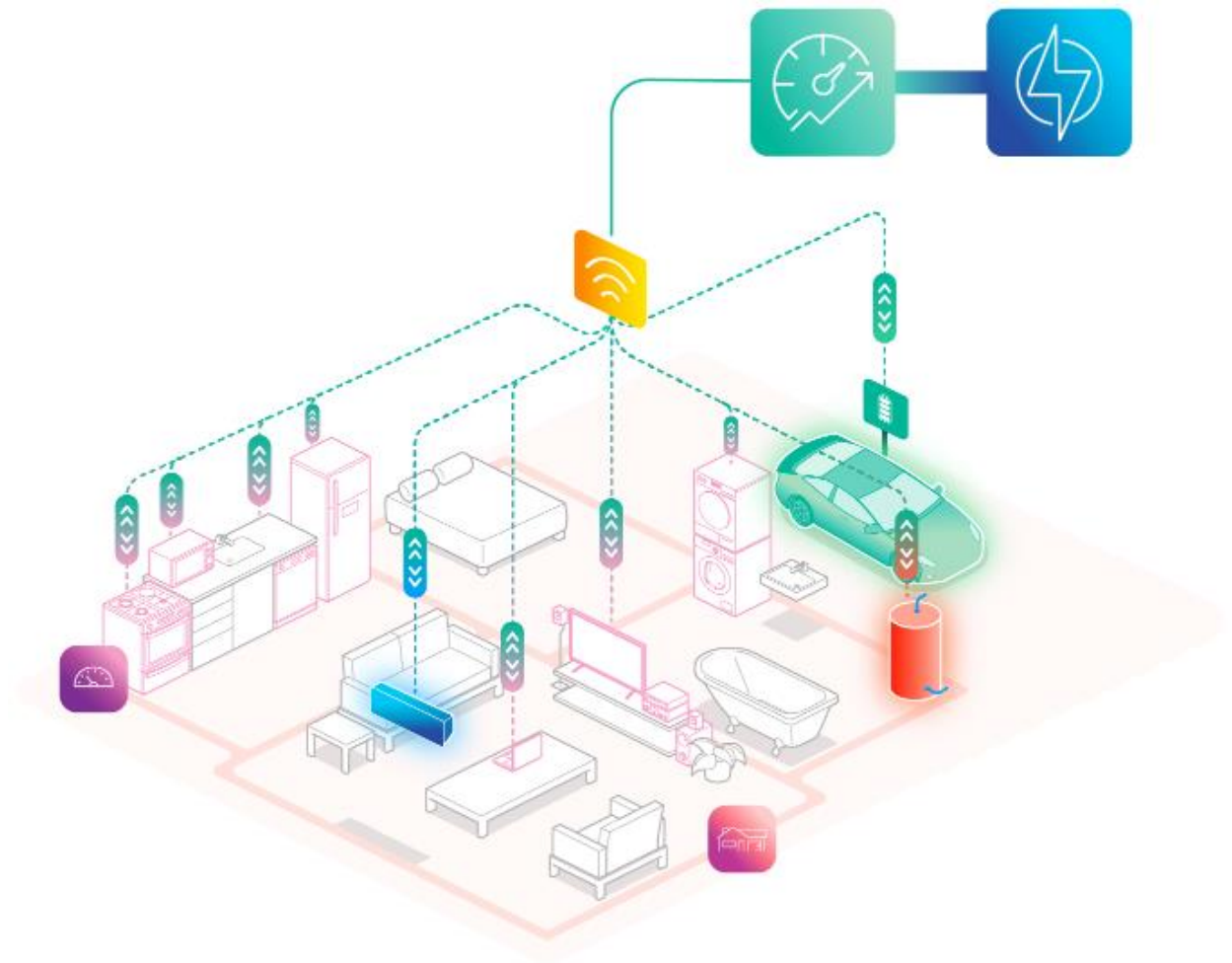


Рисунок 1.1 – Приклад роботи системи "Розумного будинку"

1.2 Технології енергозбереження "розумного будинку"

Енергозберігаючі технології "розумного дому" набувають все більшого значення в контексті глобальних зусиль зі скорочення споживання енергії та пом'якшення наслідків зміни клімату. Ці технології не лише сприяють збереженню довкілля, але й забезпечують значну економію коштів для власників будинків. У цьому проекті досліджується спектр технологій розумного дому, призначених для підвищення енергоефективності, механізми, за допомогою яких вони працюють, а також їхні переваги та виклики.

Концепція "розумного будинку" передбачає інтеграцію технологій і

послуг через мережу з навколишнім середовищем для підвищення енергоефективності, комфорту, безпеки та розваг. Енергозберігаючі технології в "розумних" будинках в першу чергу спрямовані на оптимізацію використання електроенергії, систем опалення та охолодження, які вносять найбільший внесок в енергоспоживання будинку.

Однією з основоположних технологій у розумних будинках є розумний термостат. Розумні пристрої, такі як Nest Learning Thermostat або Ecobee Smart Thermostat, використовують передові алгоритми для вивчення звичок та вподобань власника будинку, щоб відповідно до них регулювати налаштування опалення та охолодження. Наприклад, ці пристрої можуть зменшувати потужність опалення або кондиціонування, коли в будинку нікого немає або в години, коли витрати на електроенергію вищі. З часом використання розумних термостатів може призвести до значного скорочення споживання енергії та економії коштів. Дослідження показують, що розумні термостати можуть заощадити власникам будинків від 10 % до 23 % на рахунках за опалення та охолодження [2].

Ще одним важливим компонентом енергетичних систем розумного будинку є розумне освітлення. Традиційні лампи розжарювання споживають надмірну кількість електроенергії і є менш ефективними порівняно з сучасними альтернативами. Розумні світлодіодні лампи, такі як Philips Hue та LIFX, споживають значно менше енергії та мають довший термін служби. Цими розумними лампочками можна керувати дистанційно за допомогою смартфонів, що дозволяє користувачам вмикати і вимикати світло або зменшувати його яскравість відповідно до своїх потреб, ще більше скорочуючи споживання енергії. Деякі системи оснащені датчиками для виявлення присутності людей у приміщенні, що гарантує, що світло не залишиться увімкненим без потреби.

Розумні прилади також є невід'ємною частиною енергоефективної екосистеми розумного будинку. Холодильники, пральні, сушильні та посудомийні машини тепер оснащені розумними технологіями, які

оптимізують їх роботу для економії енергії. Наприклад, багато "розумних" пральних машин мають функцію визначення навантаження, яка регулює використання води залежно від ваги завантаженого одягу, тоді як "розумні" посудомийні машини можуть регулювати кількість енергії, що використовується під час циклу, залежно від ступеня забруднення посуду. Більше того, ці прилади можна запрограмувати на роботу в періоди, коли тарифи на електроенергію нижчі, використовуючи дані про ціни на енергоносії в реальному часі.

Системи енергомоніторингу забезпечують ще один рівень управління енергоспоживанням у розумних будинках. Такі системи, як Sense і Smarpee, дають власникам будинків уявлення про використання енергії в режимі реального часу, дозволяючи їм визначити, які пристрої використовують найбільше енергії і коли [3][4]. Ці системи можуть допомогти виявити витoki енергії, наприклад, прилади, які споживають енергію навіть у вимкненому стані, відомі як "вампири". Виявивши та усунувши ці витoki, власники будинків можуть ще більше скоротити споживання енергії.

Інтеграція та автоматизація є ключовими аспектами енергозбереження розумного будинку. Багато пристроїв розумного будинку можна об'єднати в єдину мережу, керовану центральним пристроєм, наприклад, смартфоном або колонкою з голосовим управлінням, такою як Amazon Alexa або Google Home. Така інтеграція дозволяє автоматизувати такі завдання, як регулювання термостата, вимкнення світла або запуск приладів, які можуть бути запрограмовані заздалегідь або викликані певними подіями чи умовами.

Незважаючи на значні переваги, широкому впровадженню енергозберігаючих технологій "розумного будинку" перешкоджають певні труднощі. Початкова вартість цих систем може бути високою, що робить їх недоступними для деяких споживачів. Крім того, занепокоєння щодо конфіденційності та безпеки даних залишаються першочерговими, оскільки ці пристрої збирають і передають дані про звички та поведінку користувачів.

Отже, енергозберігаючі технології "розумного дому" відкривають

багатообіцяючі шляхи для скорочення споживання енергії в житлових приміщеннях. З розвитком технологій і їхньою доступністю, ймовірно, все більше домогосподарств будуть впроваджувати ці системи, що сприятиме ширшим зусиллям з енергозбереження і допоможе пом'якшити вплив енергоспоживання на навколишнє середовище. У майбутньому, ймовірно, відбудеться ще більша інтеграція цих технологій, а досягнення в галузі штучного інтелекту і машинного навчання ще більше підвищать їхню ефективність і результативність.

1.2.1 Енергозбереження за допомогою "розумного" освітлення

Енергоспоживання викликає значне занепокоєння в сучасному суспільстві, і в міру того, як зростає обізнаність про екологічну стійкість, зростає і увага до енергоефективних рішень. У сфері технологій "розумного будинку" однією з найбільш ефективних сфер енергозбереження є системи розумного освітлення. Ці інноваційні рішення пропонують цілий ряд можливостей і функцій, покликаних мінімізувати споживання електроенергії, одночасно підвищуючи зручність і комфорт користувача.

Одним з основних способів, за допомогою якого інтелектуальні системи освітлення сприяють економії енергії, є їх розширені можливості управління. На відміну від традиційних систем освітлення, які часто покладаються на ручні вимикачі або таймери, розумними системами освітлення можна дистанційно керувати і програмувати за допомогою додатків для смартфонів або голосових команд. Такий рівень гнучкості дозволяє користувачам вмикати та вимикати світло, регулювати рівні яскравості та створювати індивідуальні графіки освітлення відповідно до своїх потреб та вподобань. Забезпечуючи ввімкнення світла лише за необхідності та оптимізуючи його роботу залежно від присутності людей, розумні системи освітлення допомагають мінімізувати непотрібне використання енергії, тим самим зменшуючи споживання електроенергії та

витрати на комунальні послуги.

Крім того, багато інтелектуальних систем освітлення оснащені датчиками руху і датчиками присутності, що дає змогу автоматично керувати освітленням залежно від зайнятості приміщення. Ці датчики виявляють рух у заданій зоні та вмикають або вимикають світло. Ця функція особливо корисна в таких приміщеннях, як коридори, ванні кімнати або шафи, де світло часто залишають увімкненим, коли воно не використовується. Автоматично вимикаючи світло в незайнятих зонах, інтелектуальні системи освітлення усувають втрати енергії та сприяють значній економії електроенергії з плином часу.

Ще однією ключовою особливістю інтелектуальних систем освітлення є їхня сумісність з енергоефективними світлодіодними лампами. Світлодіодні лампи за своєю суттю більш енергоефективні, ніж традиційні лампи розжарювання або люмінесцентні лампи, споживають на 75 % менше енергії та служать значно довше. У поєднанні з інтелектуальними системами управління освітленням, як-от димування і планування, світлодіодні лампи можуть ще більше підвищити енергозбереження, оптимізуючи світловий потік залежно від потреб користувача та умов навколишнього середовища. Крім того, світлодіодні лампи виділяють менше тепла, ніж звичайні джерела освітлення, що знижує навантаження на системи охолодження в теплі місяці і забезпечує непряму економію енергії.

До того ж, розумні системи освітлення часто включають функції збору денного світла, які регулюють рівень штучного освітлення залежно від наявності природного світла. Інтегруючи датчики, які вимірюють рівень освітленості навколишнього середовища, і автоматично приглушуючи або збільшуючи яскравість штучного освітлення у відповідь, ці системи допомагають підтримувати постійний рівень освітленості, мінімізуючи при цьому споживання електроенергії [5]. Такий адаптивний підхід до управління освітленням гарантує, що освітлення працює на оптимальних рівнях протягом усього дня, максимізуючи енергоефективність і зменшуючи

непотрібне використання електроенергії.

Таким чином, розумні системи освітлення є наріжним каменем енергозбереження в екосистемі розумного будинку, пропонуючи цілий ряд можливостей і функцій, призначених для мінімізації споживання електроенергії, одночасно підвищуючи комфорт і зручність користувача. Завдяки вдосконаленим можливостям керування, датчикам руху, світлодіодним технологіям та функціям збору денного світла ці інноваційні рішення дають змогу власникам будинків досягти значної економії електроенергії та сприяють досягненню цілей екологічної стійкості. Оскільки технологія "розумного будинку" продовжує розвиватися, розумні системи освітлення, безсумнівно, відіграватимуть вирішальну роль у формуванні майбутнього енергоефективного життя.

Концептуальна схема "розумного будинку" з системою "розумного освітлення" представлена на рисунку 1.2



Рисунок 1.2 – Концепт роботи Системи "Розумного освітлення"

1.2.2 Енергозбереження за допомогою "розумного" управління побутовими приладами

Сучасні технології розумного управління побутовими приладами надають широкі можливості для підвищення енергоефективності будинків. Вони забезпечують оптимізацію використання енергії, знижуючи витрати та сприяючи збереженню природних ресурсів. У контексті розумного будинку система енергозбереження включає інтеграцію різних побутових приладів у єдину мережу, що дозволяє автоматизувати їх роботу та мінімізувати споживання енергії.

Центральним елементом системи є контролер, який відповідає за управління всіма підключеними пристроями. Він забезпечує зв'язок між користувачем та приладами, а також обробляє інформацію від датчиків і сенсорів для прийняття рішень щодо оптимізації енергоспоживання. Датчики та сенсори збирають дані про стан навколишнього середовища (температура, вологість, рівень освітлення) та самих приладів (споживання енергії, стан роботи). На основі цієї інформації система може автоматично регулювати роботу приладів, забезпечуючи ефективне використання ресурсів.

Одним з можливих варіантів використання цієї системи – за допомогою датчиків руху, які забезпечують автоматичне управління побутовими приладами залежно від присутності людей у приміщенні. Якщо датчик виявляє рух у кімнаті, він подає сигнал на центральний контролер, який активує реле, подаючи напругу на відповідні прилади. Це дозволяє вмикати освітлення, кондиціонери, телевізори та інші пристрої лише тоді, коли вони дійсно потрібні, що значно знижує енергоспоживання.

Розумні прилади, такі як пральні машини, холодильники, кондиціонери та освітлювальні системи, оснащені функціями саморегулювання та енергозбереження. Вони можуть взаємодіяти з центральним контролером та датчиками, автоматично налаштовуючи свої параметри для оптимальної роботи. Наприклад, розумні освітлювальні системи можуть автоматично вмикатися та вимикатися залежно від рівня природного освітлення або присутності людей у приміщенні.

Також можливою складовою цієї системи може бути програмне

забезпечення, яке дозволяє користувачам керувати побутовими приладами через мобільні додатки або голосові команди. Це забезпечує високий рівень зручності та дозволяє користувачам швидко реагувати на зміну умов або налаштування системи відповідно до своїх потреб. Програмне забезпечення також може аналізувати зібрані дані та надавати рекомендації щодо подальшого підвищення енергоефективності.

Системи розумного управління побутовими приладами також підтримують інтеграцію з іншими елементами розумного будинку, такими як системи безпеки, опалення та вентиляції. Це забезпечує комплексний підхід до енергозбереження та підвищення комфорту житла. Наприклад, система може автоматично знижувати температуру в приміщенні, коли воно порожнє, або вимикати освітлення та електроприлади, коли всі мешканці залишають будинок.

Застосування таких систем має не лише економічні, але й екологічні переваги. Зменшуючи споживання енергії, вони сприяють зниженню викидів парникових газів та інших шкідливих речовин. Це особливо важливо в контексті глобальних зусиль щодо боротьби зі зміною клімату та збереження довкілля.

Таким чином, розумні системи управління побутовими приладами є ключовим елементом сучасних енергозберігаючих технологій. Вони не лише підвищують комфорт і зручність користувачів, але й сприяють значній економії енергії та захисту навколишнього середовища. Інтеграція таких систем у повсякденне життя є важливим кроком на шляху до сталого розвитку та екологічної стійкості.

Приклад системи "розумного" управління приладами представлений на рисунку 1.3.

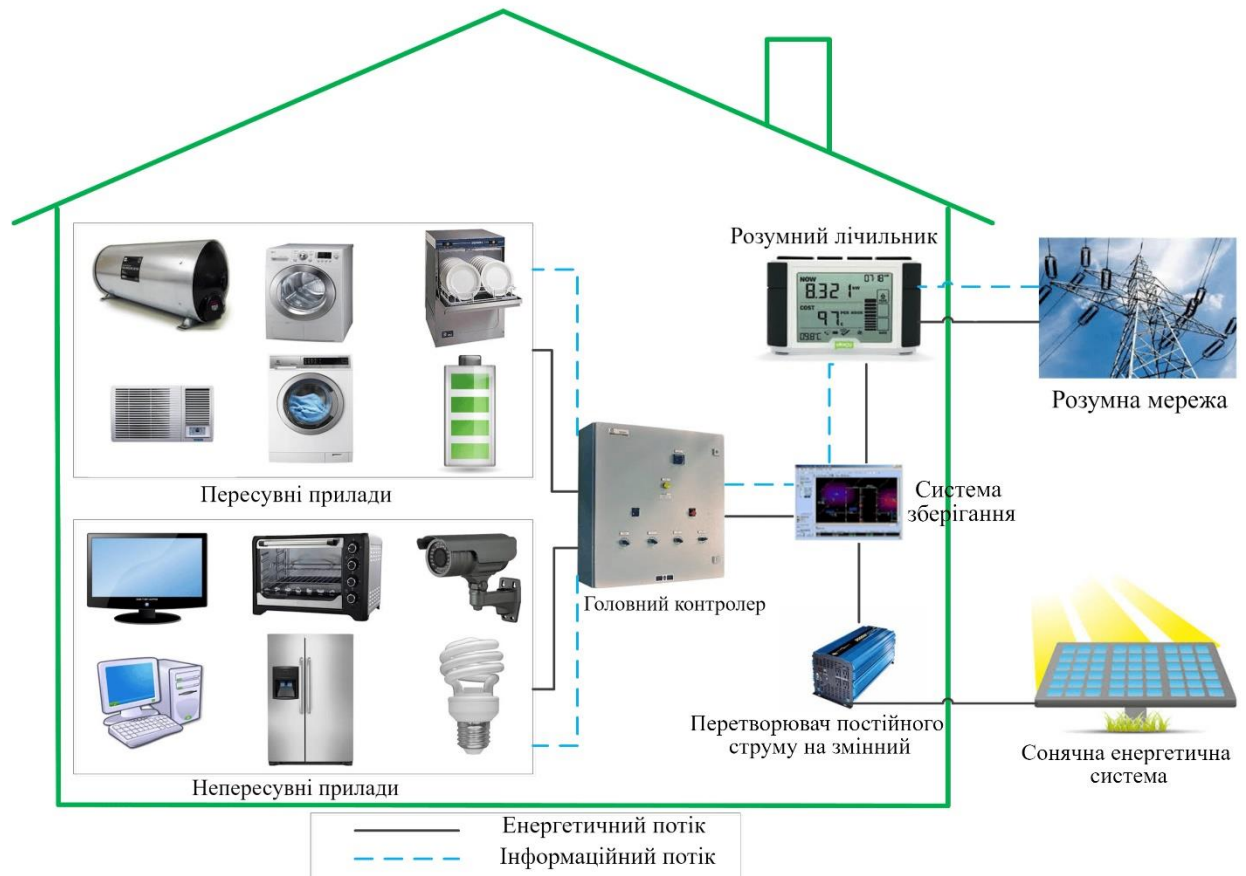


Рисунок 1.3 – Приклад системи "розумного" управління приладами

1.2.3 Енергозбереження за допомогою "розумної" системи клімат-контролю

У сучасному світі, що стрімко розвивається, дедалі більша увага приділяється екологічній стійкості та енергозбереженню, інтеграція технологій "розумного будинку" стає маяком надії на досягнення цих найважливіших цілей. Серед величезної кількості інновацій в "розумних будинках" використання інтелектуальних систем клімат-контролю виділяється як першочерговий інструмент для зниження споживання електроенергії та підвищення енергоефективності.

Інтелектуальні системи клімат-контролю, оснащені передовими датчиками, складними алгоритмами і новітніми технологіями, забезпечують безпрецедентну точність регулювання температури, вентиляції та кондиціонування повітря в приміщенні. Отримуючи в режимі реального часу

дані про такі фактори, як заповненість приміщення, зовнішні погодні умови та вподобання користувачів, ці системи оптимізують енергоспоживання для підтримки оптимального рівня комфорту та мінімізації втрат.

Розумні жалюзі, будучи частиною інтегрованої системи клімат-контролю, дозволяють оптимізувати використання енергії, адже минули ті часи, коли жалюзі доводилося регулювати вручну протягом дня. Розумні жалюзі можна запрограмувати на автоматичне відкриття і закриття в залежності від часу доби і положення сонця. Це дозволяє максимізувати проникнення природного світла в світлий час доби, зменшуючи залежність від штучного освітлення. Дослідження Міністерства енергетики США [6] показали, що на освітлення може припадати значна частина енергоспоживання будинку. Стратегічно використовуючи природне світло, розумні жалюзі можуть сприяти помітному зниженню загального споживання енергії.

У спекотні літні місяці ці жалюзі можуть автоматично закриватися, блокуючи надходження тепла від прямих сонячних променів. І навпаки, в холодні місяці вони можуть відкриватися, дозволяючи сонячному випромінюванню пасивно обігрівати приміщення. Ця інтелектуальна функція зменшує навантаження на традиційні системи опалення, вентиляції та кондиціонування, що призводить до значної економії енергії, особливо в регіонах з чітко вираженими сезонними коливаннями.

Також, одна з найзначніших переваг інтелектуальних систем клімат-контролю полягає в їхній здатності адаптуватися до мінливих умов навколишнього середовища. Наприклад, у періоди низької заповненості приміщень, коли мешканці перебувають на роботі або сплять, система може автоматично регулювати температурні параметри для економії енергії без шкоди для комфорту. Аналогічним чином, при коливаннях зовнішніх температур інтелектуальні термостати можуть заздалегідь оптимізувати нагрів або охолодження, щоб мінімізувати енерговитрати і забезпечити комфортні умови в приміщенні.

Одним із ключових аспектів є здатність "розумних" термостатів з часом вивчати поведінку та вподобання користувачів, що прийнято називати "адаптивним навчанням". Аналізуючи моделі зайнятості, регулювання температури і взаємодії з користувачем, ці системи інтелектуально адаптують свою роботу для оптимізації енергоспоживання при збереженні рівня комфорту. Така можливість адаптивного навчання не тільки підвищує зручність користувачів, а й дає змогу домогтися максимальної економії енергії завдяки адаптації стратегії управління кліматом до індивідуального способу життя та вподобань.

Також, безшовна інтеграція інтелектуальних систем клімат-контролю з іншими пристроями "розумного будинку" підвищує загальну економію енергії [7]. Синхронізуючи роботу клімат-контролю з інтелектуальним освітленням, датчиками присутності і навіть віконними стеклами, ці інтегровані системи забезпечують безперебійну координацію для подальшого зниження енергоспоживання. Наприклад, регулювання яскравості світла в незайнятих кімнатах або налаштування параметрів HVAC залежно від відкриття або закриття вікон дає змогу оптимізувати енергоспоживання у всіх сферах домашньої автоматизації.

Ще одна примітна особливість інтелектуальних систем клімат-контролю - їхня сумісність з поновлюваними джерелами енергії та накопичувачами енергії. Використовуючи сонячні батареї, вітряні турбіни або інші системи відновлюваної енергії, домовласники можуть компенсувати споживання електроенергії з традиційних джерел, що ще більше знижує їхній вуглецевий слід і залежність від викопного палива. Крім того, інтегровані рішення для зберігання енергії, як-от акумулятори або теплові накопичувачі, дають змогу домовласникам накопичувати надлишкову енергію, що виробляється в періоди низького попиту, для подальшого використання, підвищуючи загальну енергоефективність і стійкість.

Крім безпосередніх переваг для домовласників, інтелектуальні системи клімат-контролю сприяють досягненню ширших суспільних цілей -

енергозбереження та екологічної стійкості. Знижуючи споживання електроенергії та зменшуючи навантаження на електромережі, ці системи відіграють найважливішу роль у скороченні викидів парникових газів і підтримують глобальні зусилля з боротьби зі зміною клімату.

На закінчення слід зазначити, що інтелектуальні системи клімат-контролю є наріжним каменем енергоефективного життя в розумних будинках, пропонуючи величезну кількість функцій і можливостей, спрямованих на оптимізацію енергоспоживання за підтримки оптимального рівня комфорту. Завдяки адаптивному навчанню, регулюванню температури залежно від присутності людей, сумісності з поновлюваними джерелами енергії та можливостям аналізу даних, ці системи дають змогу домовласникам домогтися значної економії енергії та сприяють досягненню ширших цілей екологічної стійкості. У міру розвитку технологій і підвищення обізнаності про енергозбереження інтелектуальні системи клімат-контролю, безсумнівно, відіграватимуть дедалі важливішу роль у формуванні майбутнього енергоефективного житла.

Приклад системи "розумного" клімат-контролю представлений на рисунку 1.4

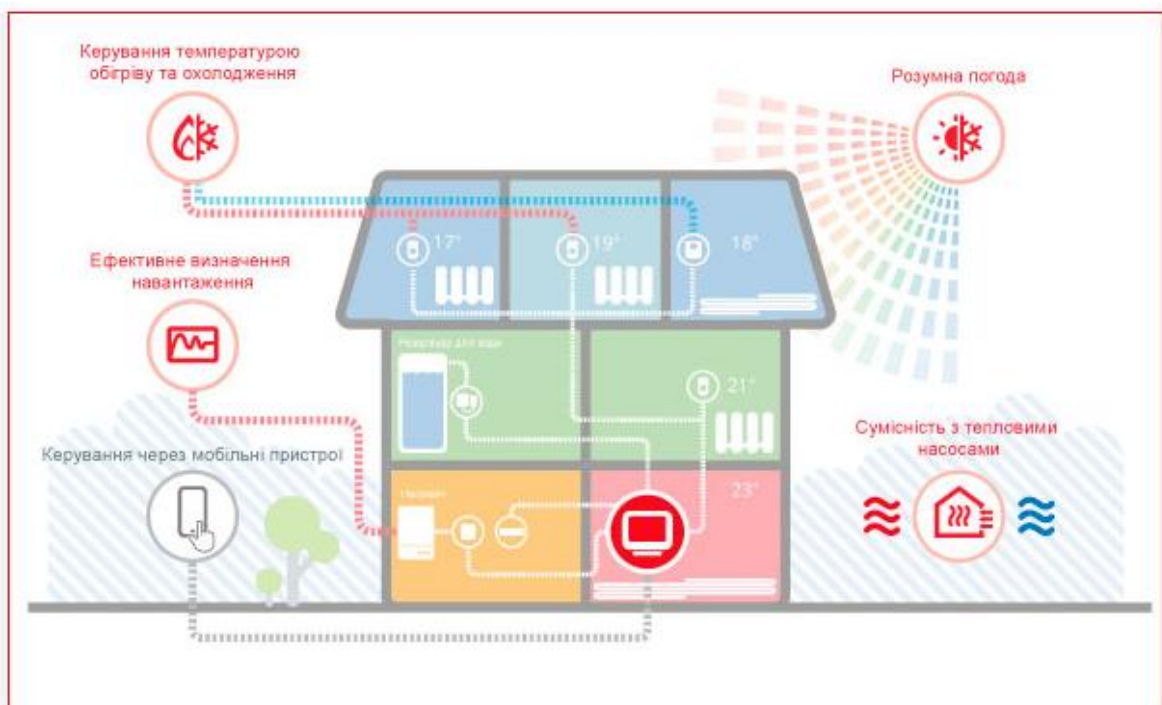


Рисунок 1.4 – Приклад системи "розумного" клімат-контролю

1.3 Фінансові та екологічні переваги "розумного будинку"

Перш за все, "розумний будинок" сприяє зменшенню витрат на енергію та комунальні послуги. Завдяки автоматизованим системам керування електричним освітленням, опаленням та кондиціонуванням повітря, власники можуть ефективно контролювати споживання енергії в будинку. Наприклад, "розумний" термостат автоматично регулює температуру в приміщенні відповідно до графіку та налаштувань, що дозволяє зменшити витрати на опалення та кондиціонування повітря.

Крім того, "розумний будинок" сприяє зменшенню витрат на водопостачання та водовідведення [8]. Завдяки системам автоматизованого контролю та моніторингу витрати води можуть бути оптимізовані, а системи виявлення протікань води допомагають уникнути непотрібних втрат води та ушкоджень будівлі.

Крім фінансових переваг, "розумний будинок" сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля. Зменшення споживання енергії та ресурсів допомагає знизити викиди парникових газів та інших забруднюючих речовин у атмосферу. Більш того, деякі "розумні" технології, такі як сонячні батареї та системи збору дощової води, можуть навіть генерувати чисту енергію та зменшувати залежність від традиційних джерел енергії.

1.3.1 Оцінка економічних вигод від впровадження енергоефективних технологій та систем управління енергоспоживанням

У відповідь на зростаючу потребу в енергоефективності та стійкості, концепція "розумного будинку" стала не тільки технологічним нововведенням, але й стратегічним рішенням для зменшення оперативних витрат. "Розумний будинок" обіцяє не тільки підвищення комфорту й безпеки для своїх мешканців, але й виступає як інструмент зниження

енергоспоживання та оптимізації ресурсів, що веде до значного скорочення витрат.

Інтеграція систем автоматизації в будинках дозволяє контролювати важливі параметри, такі як освітлення, температура, використання води та електроенергії, з централізованої точки доступу, що значно знижує непотрібне споживання. Наприклад, здатність системи відстежувати присутність у приміщенні і автоматично регулювати температуру або світло в залежності від часу доби або погодних умов не тільки забезпечує зручність для мешканців, але й сприяє раціональному використанню енергії.

З економічної точки зору, розумні будинки пропонують значну рентабельність інвестицій [9] через зниження енергетичних витрат, що може компенсувати початкові витрати на їх встановлення. Інвестиції у "розумні" технології швидко окупаються завдяки зменшенню витрат на утримання будинку. Аналітика показує, що середнє зниження споживання енергії може складати від 10 % до 30 % [10], в залежності від розміру та конфігурації об'єкта, що призводить до суттєвих щомісячних економій.

Крім того, "розумні будинки" збільшують вартість нерухомості. Наявність інтегрованих технологій робить будинок більш привабливим на ринку, особливо серед молодих покупців, які цінують сучасні технології. Це веде до підвищення ринкової вартості будинків, іноді навіть більше ніж на 10 %. Ринкові дослідження свідчать, що будинки з автоматизованими системами мають тенденцію продаватися швидше та за вищою ціною [11], ніж традиційні будинки.

З урахуванням всіх цих аспектів, інвестиції у "розумні" технології стають не просто модним трендом, а обґрунтованим рішенням з погляду економічної ефективності та сталого розвитку. Уміння оцінити та реалізувати потенціал цих технологій може значно підвищити якість життя, знизити витрати і забезпечити тривалу вартість нерухомості, що робить "розумний будинок" інвестицією в майбутнє.

1.3.2 Врахування вартості експлуатації та обслуговування "розумного будинку" у порівнянні з традиційними будівлями

"Розумний будинок" пропонує переваги, які виходять за рамки простого зниження споживання енергії. Впровадження інтелектуальних систем може значно вплинути на вартість експлуатації та обслуговування будинку, забезпечуючи відчутну довгострокову вигоду у порівнянні з традиційними будівлями.

Однією з ключових переваг "розумного будинку" є його здатність до самодіагностики та прогнозування потреб у технічному обслуговуванні. Системи, які можуть відстежувати стан обладнання та вчасно повідомляти про потребу в ремонті або заміні, дозволяють уникнути дорогого та незапланованого обслуговування. Це значно знижує загальні витрати на утримання будинку, оскільки запобігає великим поломкам і зберігає обладнання в оптимальному стані.

З іншого боку, традиційні будинки часто потребують регулярних оглядів та втручань, які можуть бути як трудомісткими, так і витратними. Відсутність інтегрованих технологій контролю та автоматизації збільшує ризик несподіваних поломок та витрат на їх усунення, що може значно збільшити щомісячні витрати на обслуговування.

"Розумні" системи також сприяють оптимізації використання ресурсів, наприклад, води та електроенергії, через автоматичне регулювання в залежності від реального використання. Це не тільки знижує експлуатаційні витрати, але й зменшує екологічний вплив будинку, роблячи його більш сталим і привабливим у довгостроковій перспективі.

Таким чином, "розумний будинок" пропонує економічні переваги, які виходять за рамки одноразових заощаджень, надаючи значні переваги у вигляді знижених оперативних витрат та підвищення загальної ефективності. Враховуючи ці фактори, можна аргументовано стверджувати, що інвестиції у

технології "розумного будинку" є не тільки сучасним, але й мудрим вибором для майбутнього.

1.3.3 Оцінка впливу "розумних будинків" на довкілля та зменшення викидів парникових газів.

В контексті глобальних зусиль по боротьбі зі зміною клімату, "розумні будинки" відіграють ключову роль у зменшенні викидів парникових газів та оптимізації використання природних ресурсів. Використання автоматизованих систем контролю та керування дозволяє не тільки підвищити комфорт і безпеку житла, але й суттєво зменшити його екологічний слід.

Розумні технології, такі як автоматичне регулювання клімату, освітлення та водопостачання, сприяють раціональному споживанню енергії. Це знижує загальне енергоспоживання будинку, що веде до прямого зниження викидів CO₂, особливо якщо енергія отримується з вуглецевих джерел. За оцінками, застосування таких систем може скоротити викиди вуглекислого газу в атмосферу на 10-20 % [12], залежно від первинних умов та інтенсивності використання технологій.

Крім того, "розумні будинки" застосовують передові технології для моніторингу та аналізу якості повітря і води, що допомагає підтримувати екологічні стандарти та забезпечувати здорове середовище для мешканців. Такий підхід до керування ресурсами сприяє сталому розвитку і зниженню екологічного впливу в місцевих і глобальних масштабах.

Враховуючи ці аспекти, можна констатувати, що "розумні будинки" створюють значні екологічні переваги, що робить їх не просто енергоефективним рішенням, але й важливим елементом у глобальних зусиллях зі збереження довкілля та боротьби з кліматичними змінами.

1.4 Перспективи розвитку та виклики

Технології "розумного будинку" продовжують розвиватися з вражаючою швидкістю, відкриваючи нові можливості для покращення життя людей і зменшення впливу на довкілля. Наукові дослідження та технологічні інновації сприяють створенню більш ефективних та інтелектуальних систем, які можуть автоматично адаптуватися до потреб користувачів та ефективно керувати ресурсами. Майбутнє "розумних будинків" орієнтоване на інтеграцію з відновлювальними джерелами енергії, розробку екологічно чистих матеріалів для будівництва та більш глибоке залучення штучного інтелекту для прогнозування та оптимізації внутрішнього середовища.

Проте, поряд з великим потенціалом, "розумні будинки" стикаються з рядом викликів, які потрібно вирішити для їхнього подальшого розвитку. Одним з основних викликів є питання приватності та безпеки даних. Зі збільшенням кількості підключених пристроїв зростає і ризик витоку особистих даних та зловживань. Також важливою проблемою є інтеграція різноманітних технологічних рішень, яка часто ускладнена відсутністю стандартизації між різними пристроями та системами.

Для вирішення цих викликів важливо зосередитися на розробці уніфікованих стандартів, які забезпечать безпечне та ефективне взаємодію між компонентами "розумного будинку". Також необхідно зміцнювати законодавчу базу, що регулює питання приватності та захисту даних у сфері Інтернету речей. Освіта та просвітницька робота серед споживачів також відіграє ключову роль у підвищенні обізнаності про переваги та потенційні ризики "розумного" житла.

З урахуванням цих аспектів, подальший розвиток "розумних будинків" потребує збалансованого підходу, який би гармонійно поєднував інноваційні технології, екологічну стійкість та соціальну відповідальність.

1.4.1 Прогнозування технологічних тенденцій у розробці "розумних будинків".

Розвиток технологій "розумних будинків" продовжує швидко прогресувати, відображаючи тренди цифровізації та автоматизації в нашому суспільстві. З огляду на актуальні наукові дослідження та технологічні інновації, можна виділити кілька ключових напрямків, які будуть формувати майбутнє цієї галузі. Інтеграція "розумних будинків" з системами відновлювальної енергії, такими як сонячні панелі та вітрові турбіни, стає все більш поширеною. Це не лише забезпечує енергонезалежність та екологічну чистоту, а й сприяє ефективному споживанню ресурсів.

Штучний інтелект та машинне навчання відіграватимуть ключову роль у майбутніх розробках, дозволяючи системам адаптуватися до змін умов та потреб користувачів. Ці технології дозволяють аналізувати великі обсяги даних з датчиків для оптимізації енергоспоживання та автоматизації домашніх процесів. Розвиток універсальних платформ управління обіцяє стандартизацію рішень, що спростить інтеграцію різноманітних пристроїв у єдину ефективну екосистему.

Важливий напрямок розвитку також пов'язаний з біотехнологіями та новими матеріалами, які можуть покращити екологічні характеристики будинків та навіть надати їм здатність до самовідновлення. Наприклад, розробка фотоактивних фасадних покриттів, які можуть самоочищатися та перетворювати сонячне світло на енергію, відкриває нові можливості для підвищення енергетичної ефективності.

Таким чином, "розумні будинки" стають все більш інтегрованими, ефективними та відповідальними, відповідаючи глобальним екологічним та енергетичним викликам, і продовжують формувати обличчя майбутнього житла.

1.4.2 Оцінка потенційних ризиків та викликів для майбутнього розвитку

Попри значні переваги та можливості, що їх пропонують технології "розумного будинку", існують виклики та ризики, які можуть стримувати їх подальший розвиток. Одним із основних викликів є забезпечення приватності та безпеки даних. З розвитком Інтернету речей та збільшенням кількості підключених пристроїв зростає й потенціал для витоку особистих даних користувачів. Це ставить під загрозу конфіденційність і може обмежувати готовність споживачів приймати такі технології.

Також великим викликом є інтеграція різноманітних технологічних рішень, де часто відсутня єдина стандартизація. Це ускладнює процес взаємодії між різними компонентами систем "розумного будинку", що може знижувати їх загальну ефективність і надійність. Крім того, висока вартість впровадження та обслуговування таких систем може стати бар'єром для багатьох потенційних користувачів, особливо в країнах з нижчим рівнем доходу.

Екологічні ризики також не слід ігнорувати. Хоча "розумні будинки" спрямовані на зниження впливу на довкілля, виробництво та утилізація технологічних компонентів може мати негативний екологічний вплив. Це включає виробництво великої кількості електронних відходів та використання шкідливих матеріалів, що може контраргументувати екологічні переваги.

Розв'язання цих викликів вимагатиме зміцнення законодавчих рамок, що регулюють захист даних і стандартизацію, а також зосередження уваги на розробці більш екологічних та доступних технологій. Подальший успіх "розумних будинків" буде значною мірою залежати від здатності індустрії відповісти на ці виклики, щоб створити стале та безпечне майбутнє для всіх користувачів.

2 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПОСТАВЛЕНОГО ЗАВДАННЯ

2.1 Вибір основного контролера

Arduino Uno – це популярна мікроконтролерна плата, яку дуже легко використовувати, навіть новачоку у програмуванні чи електроніці. Вона активно застосовується для реалізації різних проектів у сфері інтернету речей (IoT), включаючи проекти розумного будинку.

На рисунку 2.1 представлена плата Arduino Uno.



Рисунок 2.1 – Плата Arduino Uno

Однією з головних переваг плати Arduino Uno є її простота у використанні. Завдяки зручному інтерфейсу та легкому програмуванню, ця плата дозволяє швидко створювати та тестувати прототипи. Така зручність особливо важлива для проектів, що включають багатоетапну розробку, як у випадку з розумним будинком. Програмне забезпечення Arduino IDE забезпечує інтуїтивно зрозумілий процес написання коду, що робить його

доступним навіть для початківців.

Ще однією вагомою перевагою є широка підтримка спільноти. Arduino має велику спільноту розробників, що забезпечує доступ до численних ресурсів, таких як бібліотеки, приклади коду та форуми підтримки. Це суттєво спрощує вирішення проблем, які можуть виникнути під час розробки, а також сприяє обміну досвідом та новими ідеями.

Модульність та розширюваність Arduino Uno дозволяють легко підключати різноманітні датчики та модулі, що розширює функціональні можливості системи. Для реалізації розумного освітлення можна використовувати датчики руху та освітленості, а для клімат-контролю – датчики температури та вологості. Ця гнучкість робить Arduino Uno універсальним інструментом для розробки систем управління різної складності.

Плата Arduino Uno базується на мікроконтролері ATmega328P, який забезпечує достатню обчислювальну потужність для виконання різних завдань.

Основні технічні характеристики цієї плати наведені на рисунку 2.2.

Основні критерії	Значення
Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5В
Напруга живлення (рекомендований)	7-12В
Напруга живлення (граничне)	6-20В
Цифрові входи / виходи	14 (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів)
Аналогові входи	6
Максимальний струм одного виведення	40мА
Максимальний вихідний струм виводу 3.3V	50мА
Flash-пам'ять	32 КБ (ATmega328) з яких 0.5 КБ використовуються завантажувачем
SRAM	2 КБ (ATmega328)
EEPROM	1 КБ (ATmega328)
Тактова частота	16МГц

Рисунок 2.2 – Основні характеристики плати Arduino Uno

До цього пректу Arduino Uno підходить ідеально. З її допомогою можна легко підключити різні датчики, наприклад, для вимірювання

температури, вологості, освітленості та руху. Це допоможе автоматизувати процеси управління енергоспоживанням у будинку, роблячи його більш ефективним та економним. Крім того, Arduino Uno є доступною за ціною, що робить її чудовим вибором для проектів з обмеженим бюджетом.

2.2 Вибір обладнання та технологій для систем енергозбереження

Всі системи енергозбереження базуються на мікроконтролері Arduino Uno, описаному в попередньому пункті. Цей контролер обробляє дані від різних датчиків і керує виконавчими механізмами, такими як реле і серводвигуни, забезпечуючи гнучкість і легкість програмування для різних умов експлуатації.

2.2.1 Світлодіоди (LED)

Для реалізації обраних мною систем енергозбереження обрано світлодіоди (LED), які є енергоефективними та довговічними джерелами світла. На рисунку 2.3 наведено зображення світлодіоду.



Рисунок 2.3 – Зображення світлодіоду

Світлодіоди споживають значно менше електроенергії порівняно з традиційними лампами розжарювання та навіть компактними люмінесцентними лампами. Їх тривалість роботи може досягати 50 000 годин, що значно перевищує термін служби традиційних джерел світла. Вартість світлодіодів з часом значно знизилася, що робить їх доступними для широкого використання. Крім того, світлодіоди доступні у різних кольорах та яскравості, що дозволяє створювати різноманітні світлові ефекти. Світлодіоди використовуються для реалізації системи "розумного освітлення", а також індикації в системах управління побутовими приладами і клімат-контролю.

Технічні характеристики світлодіодів:

- Номінальна напруга: 2-3 В
- Номінальний струм: 20 мА
- Світловий потік: залежить від типу та кольору світлодіода, від 5 до 100 люменів
- Термін служби: до 50 000 годин

2.2.2 Датчики руху (PIR)

Для автоматичного вмикання та вимикання світла у системі "розумного освітлення" та для системи "розумного" керування побутовими приладами обрано датчики руху (PIR). На рисунку 2.4 наведено зображення датчику руху (PIR).

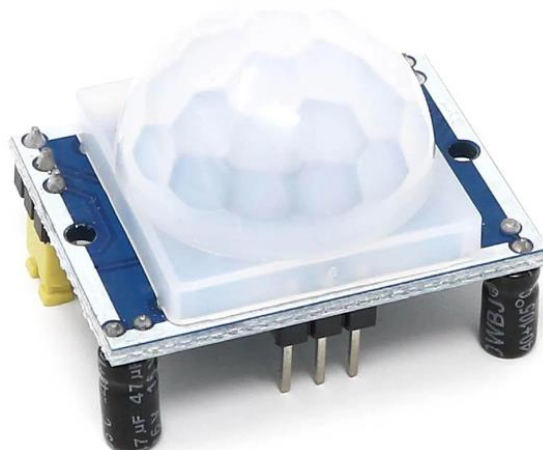


Рисунок 2.4 – Зображення датчику руху (PIR)

Ці датчики виявляють присутність людей у приміщенні і, на основі цього, керують освітленням або роботою приладів. PIR датчики мають високу чутливість до змін інфрачервоного випромінювання, що дозволяє точно визначати наявність людини. PIR датчики споживають мінімальну кількість електроенергії та мають тривалий термін служби, що сприяє загальній економії енергії в системі. Завдяки високій точності і надійності, вони ідеально підходять для використання в системах автоматизації побутових приладів і освітлення, забезпечуючи ефективне управління енергоспоживанням і комфортом в приміщенні.

Технічні характеристики датчиків руху (PIR):

- Робоча напруга: 5-20 В
- Радіус дії: до 7 метрів
- Кут огляду: до 120 градусів
- Час затримки: регульований від 5 секунд до 5 хвилин

2.2.3 Реле-модулі

Для керування електричними приладами в системах "розумного" управління побутовими приладами обрано реле-модулі. На рисунку 2.5 наведено зображення реле-модуля.

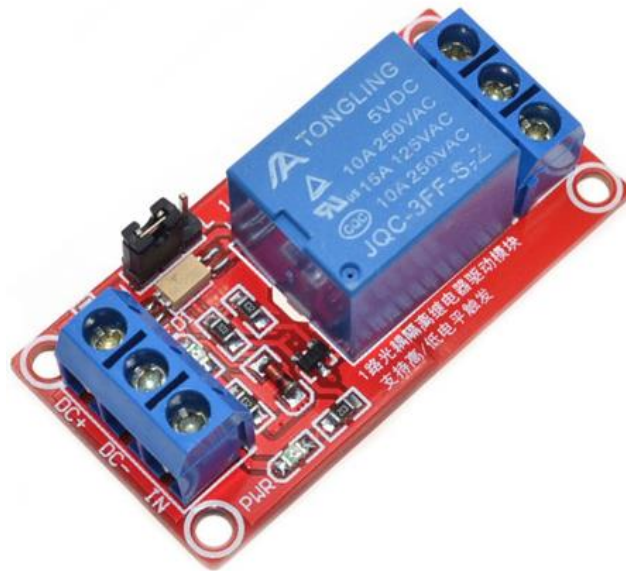


Рисунок 2.5 – Зображення реле-модуля

Реле-модулі дозволяють вмикати та вимикати електричні прилади високої потужності за допомогою низьковольтних сигналів від мікроконтролера. Вони забезпечують надійне і безпечне керування побутовими приладами, такими як пральні машини, телевізори і чайники.

Реле-модулі є універсальними, оскільки можуть керувати різними електричними приладами, що робить їх незамінними в системах автоматизації. Вони забезпечують електричну ізоляцію між мікроконтролером та керованим приладом, що підвищує безпеку системи. Крім того, реле мають тривалий термін служби та високу надійність в експлуатації.

Технічні характеристики реле-модулів:

- Робоча напруга котушки: 5 В (для управління від Arduino Uno)
- Максимальний струм комутації: 10 А
- Максимальна напруга комутації: 250 В змінного струму або 30 В постійного струму

2.2.4 Датчик температури та вологості DHT22

Для системи клімат-контролю обрано датчик температури та вологості

DHT22, який забезпечує високу точність вимірювань та стабільну роботу в широкому діапазоні умов. На рисунку 2.6 наведено зображення датчика DHT22.

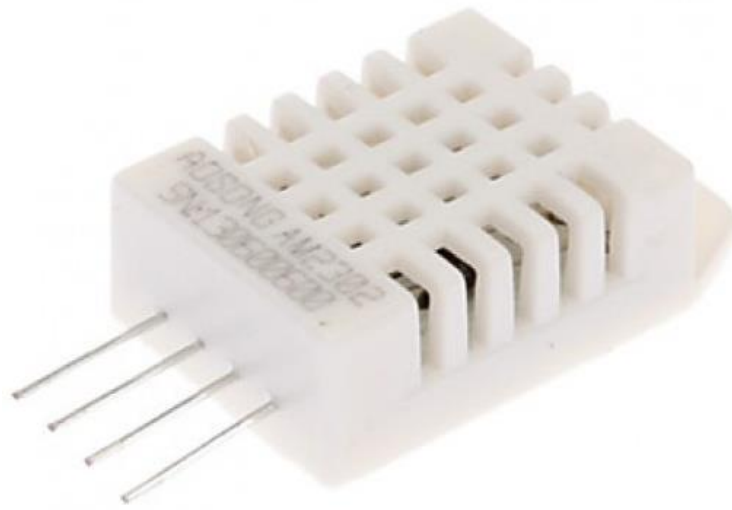


Рисунок 2.6 – Зображення датчика DHT22

DHT22 дозволяє точно контролювати кліматичні умови в приміщенні, забезпечуючи оптимальний рівень комфорту. Цей датчик є універсальним рішенням для вимірювання як температури, так і вологості, що дозволяє інтегрувати його в різноманітні системи клімат-контролю. Він використовує цифровий сигнал для передачі даних, що знижує ймовірність виникнення помилок при передачі даних і забезпечує високу точність вимірювань.

DHT22 має вбудований резистор, який стабілізує роботу сенсора, роблячи його надійним навіть в умовах високої вологості або різких змін температури. Завдяки високій точності і стабільності вимірювань, цей датчик є незамінним для систем автоматизації, які потребують точного контролю кліматичних умов.

Технічні характеристики датчика DHT22:

- Діапазон вимірювання температури: від -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$
- Точність вимірювання температури: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Діапазон вимірювання вологості: від 0% до 100%
- Точність вимірювання вологості: $\pm 2-5\%$
- Робоча напруга: 3.3-6 В

2.2.5 Серводвигуни

Для автоматичного керування положенням жалюзі в системі "розумних жалюзі" обрано серводвигуни. Вони забезпечують точний контроль положення жалюзі, дозволяючи автоматично регулювати кількість світла, що потрапляє в приміщення. На рисунку 2.7 наведено зображення серводвигуна.

Серводвигуни використовуються для перетворення електричних сигналів на механічний рух, що робить їх ідеальними для завдань, що потребують точного позиціонування.

Серводвигуни можуть повертатися на заданий кут з високою точністю, що дозволяє використовувати їх у різних автоматизованих системах, де важлива точність і контроль. Вони мають вбудований механізм зворотного зв'язку, який дозволяє контролювати кут повороту, забезпечуючи високу точність позиціонування. Завдяки цьому, серводвигуни є ідеальним вибором для систем автоматизації, таких як "розумні жалюзі", де важливо точно контролювати положення.



Рисунок 2.7 – Зображення серводвигуна

Серводвигуни також відрізняються високою надійністю та

довговічністю, що робить їх вигідним вибором для довготривалого використання в системах автоматизації. Їх простота у використанні і інтеграції з мікроконтролерами, такими як Arduino Uno, дозволяє швидко і легко налаштовувати систему для досягнення необхідного рівня автоматизації.

Технічні характеристики серводвигунів:

- Живлення: 4.8-6 В
- Кут повороту: до 180 градусів
- Момент: до 1.8 кг/см

3 ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОТОТИПІВ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Технічна реалізація системи енергозбереження для "розумного будинку" включає розробку конкретних технічних рішень, алгоритмів роботи та програмного забезпечення для досягнення ефективного використання енергії. Система складається з трьох основних компонентів: "розумного" освітлення, управління побутовими приладами та клімат-контролю. Для кожного компонента використовуються сучасні електронні компоненти та програмні рішення, що дозволяють автоматизувати процеси, знижуючи споживання енергії та підвищуючи комфорт в будинку.

3.1 Система "розумного" освітлення

Реалізація "розумного" освітлення спрямована на автоматизацію управління світлом в приміщенні для підвищення енергоефективності. Система реагує на присутність людей, вмикаючи або вимикаючи освітлення залежно від виявленого руху. Це забезпечує ефективне використання електроенергії, оскільки світло вмикається тільки тоді, коли в ньому є потреба.

3.1.1 Алгоритм роботи програми "розумного" освітлення

Блок-схема, представлена на рисунку 3.1, ілюструє алгоритм роботи програми для управління "розумним" освітленням на основі датчика руху.

Алгоритм роботи системи освітлення полягає в наступному: програма починається з ініціалізації необхідних компонентів, таких як датчик руху та світлодіод. У циклі програма постійно зчитує стан датчика руху. Якщо датчик виявляє рух, програма вмикає світлодіод, інакше вимикає його. Ці дії

повторюються безперервно, забезпечуючи автоматичне вмикання та вимикання освітлення в залежності від наявності руху в приміщенні.

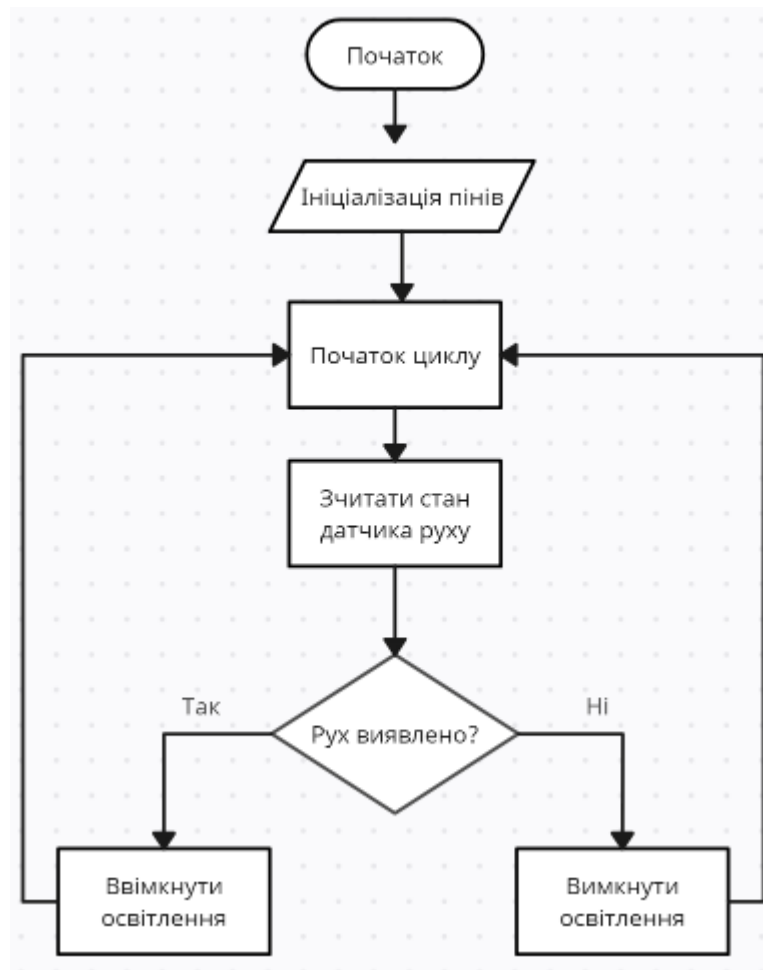


Рисунок 3.1 – Алгоритм роботи програми "розумного освітлення"

3.1.2 Код програми та зібраний прототип системи "розумного" освітлення

На рисунку 3.2 представлено код програми системи "розумного" освітлення.

Код програми для системи освітлення розроблено згідно з алгоритмом, зображеним на блок-схемі. Він ефективно виконує завдання енергозбереження, автоматично вмикаючи і вимикаючи освітлення на основі даних від датчика руху. Ця програма забезпечує ефективне управління енергоспоживанням, зменшуючи непотрібні витрати енергії і підвищуючи комфорт у приміщенні.

```

1  const int motionSensorPin = 8; // Пін для датчика руху
2  const int ledPin = 7;          // Пін для світлодіода
3
4  void setup() {
5      pinMode(motionSensorPin, INPUT);
6      pinMode(ledPin, OUTPUT);
7      Serial.begin(9600);
8  }
9
10 void loop() {
11     int motionDetected = digitalRead(motionSensorPin);
12
13     if (motionDetected == HIGH) {
14         digitalWrite(ledPin, HIGH); // Вмикає світлодіод
15         Serial.println("Помічено рух. освітлення ввімкнуте");
16     } else {
17         digitalWrite(ledPin, LOW); // Вимикає світлодіод
18         Serial.println("Рух не помічено. Освітлення вимкнене");
19     }
20
21     delay(1000);
22 }

```

Рисунок 3.2 – Код програми системи "розумного" освітлення

Зібраний прототип системи "розумного" освітлення представлено на рисунку 3.3.

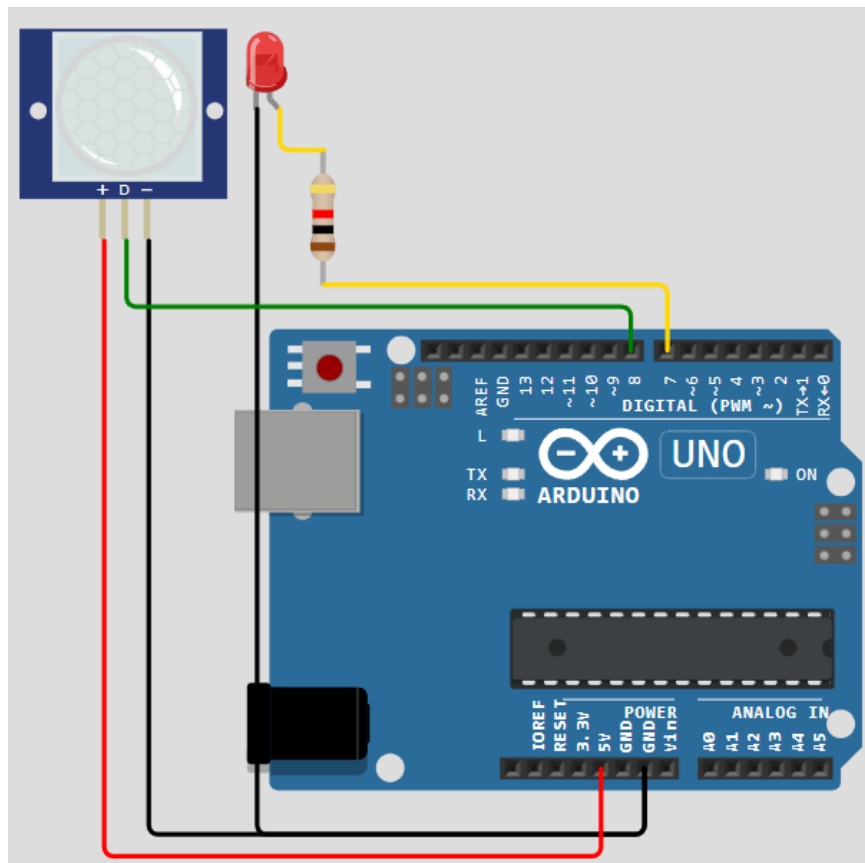


Рисунок 3.3 – Зібраний прототип системи "розумного" освітлення

На цій схемі світлодіод емулює систему освітлення яка використовується у приміщенні, реагуючи на стан датчика руху освітлення або вмикається, або вимикається. Таким чином, програма забезпечує автоматичне вмикання і вимикання освітлення в залежності від наявності руху, що допомагає знизити споживання енергії та підвищити комфорт у приміщенні.

3.2 Система "розумного" управління побутовими приладами

Система управління побутовими приладами призначена для автоматизації процесів вмикання та вимикання приладів на основі датчика руху та кнопки для ручного керування. Це дозволяє знизити споживання енергії та підвищити зручність користування побутовими приладами.

3.2.1 Алгоритм роботи програми "розумного" управління побутовими приладами

Блок-схема, представлена на рисунку 3.3, ілюструє алгоритм роботи програми для "розумного" управління побутовими приладами.

Ця блок-схема відображає послідовність дій програми для автоматичного та ручного управління приладами. Програма починається з ініціалізації пінів мікроконтролера для підключення датчика руху, кнопки, реле та світлодіода. Далі, програма зчитує стан кнопки, щоб визначити, чи активовано ручний режим управління. Якщо кнопка натиснута, програма перемикає стан приладу (вмикає або вимикає його) і встановлює ручний режим управління. Якщо кнопка не натиснута, програма переходить до зчитування стану датчика руху.

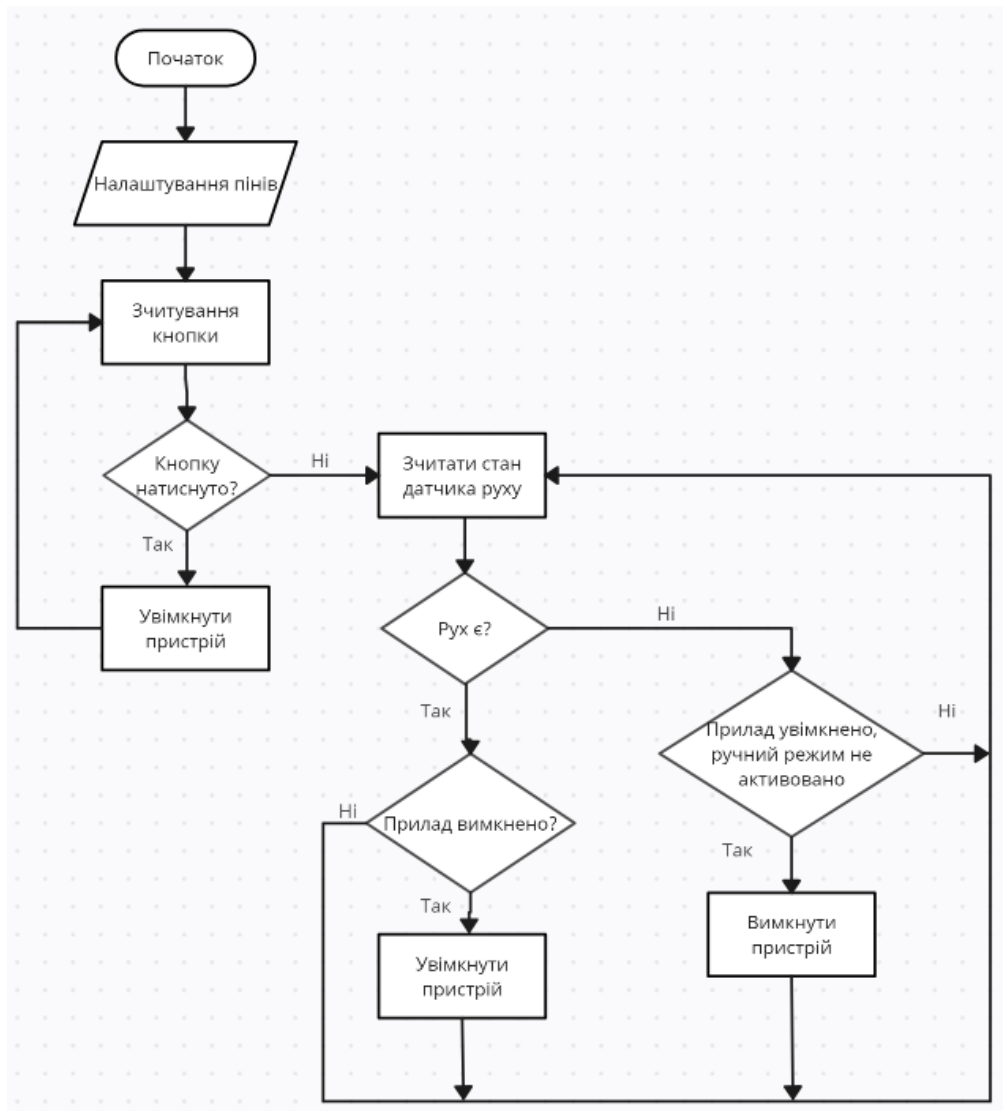


Рисунок 3.4 – Алгоритм роботи програми "розумного" управління побутовими приладами

Програма зчитує стан датчика руху для визначення наявності руху в приміщенні. Якщо рух виявлено, програма перевіряє, чи увімкнений прилад. Якщо прилад вимкнений, він вмикається. Якщо прилад вже увімкнений і не активований ручний режим управління, прилад залишається увімкненим. Якщо рух не виявлено, програма перевіряє, чи увімкнений прилад і не активований ручний режим управління. Якщо прилад увімкнений і не активований ручний режим управління, він вимикається через певний час.

Після виконання цих дій програма повертається до початку циклу для повторного зчитування стану кнопки та датчика руху. Ця блок-схема відображає логіку управління побутовими приладами, яка дозволяє

автоматично вмикати та вимикати прилади на основі руху, а також забезпечує можливість ручного керування приладами за допомогою кнопки.

3.2.2 Код програми та зібраний прототип системи "розумного" управління побутовими приладами

На рисунку 3.5 представлено код програми системи "розумного" управління побутовими приладами.

```

1  const int relayPin = 2;
2  const int motionSensorPin = 13;
3  const int buttonPin = 4;
4  const int ledPin = 3; // Пін для світлодіода
5  bool isDeviceOn = false;
6  bool manualOverride = false;
7  unsigned long lastMotionTime = 0;
8  const unsigned long keepAliveDuration = 6000; // Час роботи після останнього виявлення руху (у мілісекундах)
9
10 void setup() {
11     pinMode(relayPin, OUTPUT);
12     pinMode(motionSensorPin, INPUT);
13     pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);
14     pinMode(ledPin, OUTPUT); // Ініціалізуємо пін для світлодіода
15     Serial.begin(9600);
16 }
17
18 void loop() {
19     int motionDetected = digitalRead(motionSensorPin);
20     int buttonState = digitalRead(buttonPin);
21
22     // Якщо натиснута кнопка, перемикаємо стан приладу і встановлюємо ручне управління
23     if (buttonState == LOW) {
24         delay(50); // debounce delay
25         if (digitalRead(buttonPin) == LOW) {
26             isDeviceOn = !isDeviceOn;
27             manualOverride = isDeviceOn; // Якщо вручну ввімкнено, встановлюємо ручне управління
28             digitalWrite(relayPin, isDeviceOn ? HIGH : LOW);
29             digitalWrite(ledPin, isDeviceOn ? HIGH : LOW); // Вмикаємо або вимикаємо світлодіод
30             Serial.println(isDeviceOn ? "Button pressed: Device ON" : "Button pressed: Device OFF");
31             delay(500); // debounce delay
32         }
33     }
34
35     // Якщо виявлено рух і немає ручного управління
36     if (motionDetected == HIGH && !manualOverride) {
37         lastMotionTime = millis();
38         if (!isDeviceOn) {
39             isDeviceOn = true;
40             digitalWrite(relayPin, HIGH);
41             digitalWrite(ledPin, HIGH); // Вмикаємо світлодіод
42             Serial.println("Motion detected: Device ON");
43         }
44     }
45
46     // Вмикаємо реле, якщо не виявлено рух протягом keepAliveDuration і немає ручного управління
47     if (!manualOverride && isDeviceOn && (millis() - lastMotionTime > keepAliveDuration)) {
48         isDeviceOn = false;
49         digitalWrite(relayPin, LOW);
50         digitalWrite(ledPin, LOW); // Вимикаємо світлодіод
51         Serial.println("No motion: Device OFF");
52     }
53
54     delay(1000);
55 }

```

Рисунок 3.5 – Код програми системи "розумного" управління побутовими приладами

Код програми для управління побутовими приладами написаний відповідно до алгоритму, представленого на блок-схемі. Він чудово справляється з поставленими задачами по енергозбереженню, автоматично вмикаючи та вимикаючи прилади на основі даних від датчика руху, а також забезпечуючи можливість ручного керування за допомогою кнопки. Ця програма дозволяє ефективно керувати енергоспоживанням, знижуючи непотрібне використання енергії та підвищуючи комфорт у користуванні побутовими приладами.

Зібраний прототип системи "розумного" управління побутовими пристроями представлений на рисунку 3.6.

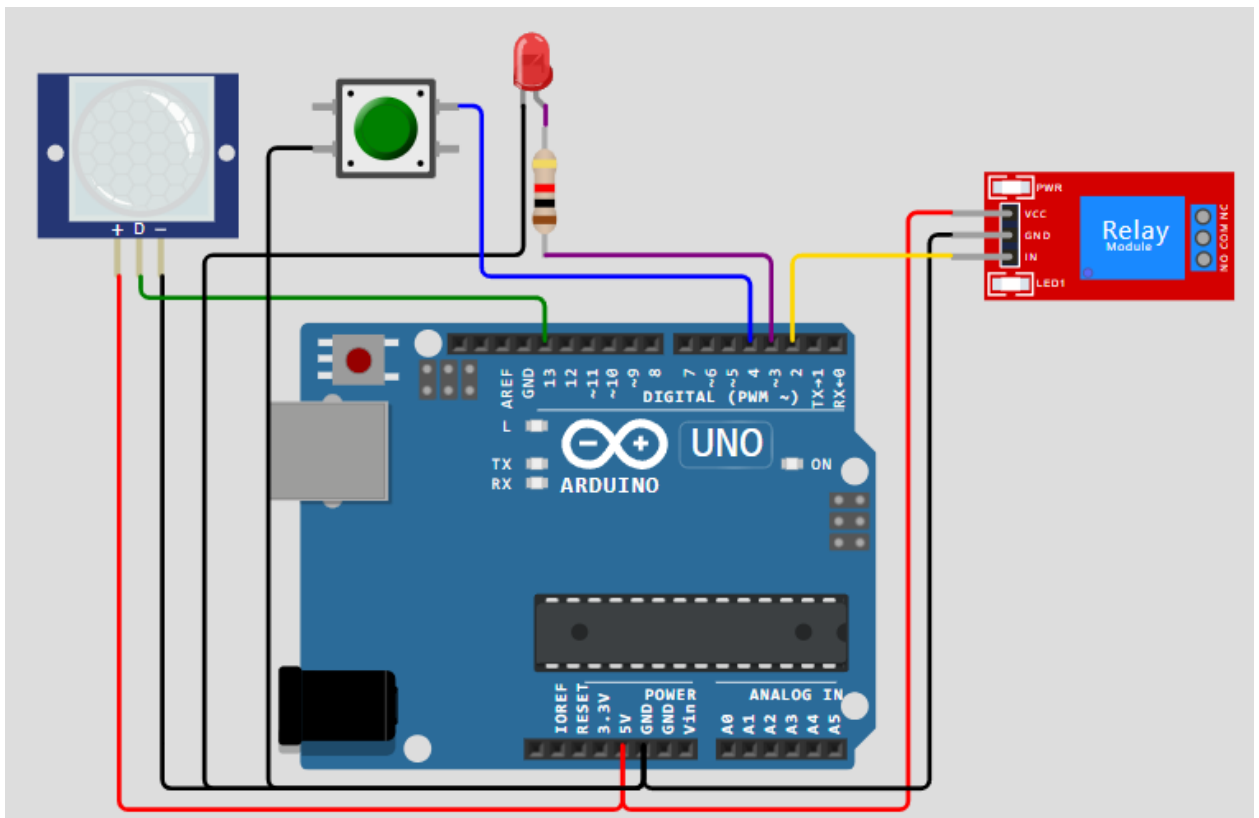


Рисунок 3.6 – Зібраний прототип системи "розумного" управління побутовими пристроями

На зібраній схемі прототипу "розумного" управління побутовими приладами в рамках обмежень, які надає онлайн середовище розробки, світлодіод емулює побутові пристрої, які керуються цією системою. Це дозволяє наочно демонструвати принципи роботи алгоритму та перевіряти

функціональність системи без необхідності підключення реальних побутових приладів. Світлодіод вмикається і вимикається відповідно до стану датчика руху та кнопки, показуючи, як система автоматично та вручну керує приладами для досягнення енергозбереження.

3.3 Система "розумного" клімат-контролю

Система клімат-контролю в "розумному будинку" спрямована на автоматизацію підтримки оптимального температурного режиму та рівня вологості. Це досягається за допомогою датчика температури і вологості, а також сервоприводу, який керує жалюзі або іншими приладами, які можуть бути вмонтовані до системи клімат-контролю.

3.3.1 Алгоритм роботи програми "розумного" клімат-контролю

Блок-схема, представлена на рисунку 3.3, ілюструє алгоритм роботи програми для "розумного" управління побутовими приладами.

Ця блок-схема системи клімат-контролю відображає послідовність дій програми для автоматичного підтримання оптимальної температури в приміщенні. Програма починається з ініціалізації пінів та встановлення початкового положення жалюзі. Далі, програма входить у цикл, де постійно зчитує інформацію з сенсора DHT, який вимірює температуру.

Якщо температура більша за 25°C , система вмикає прилад охолодження та закриває жалюзі. Якщо температура менша за 20°C , система вмикає нагрівач та відкриває жалюзі. Якщо температура знаходиться в межах від 20 до 25°C , система вмикає прилади охолодження та обігрівання, а також встановлює кут сервоприводу в залежності від конкретної температури.

Таким чином, алгоритм забезпечує автоматичне керування температурою в приміщенні, підтримуючи її в комфортних межах і

знижуючи споживання енергії.

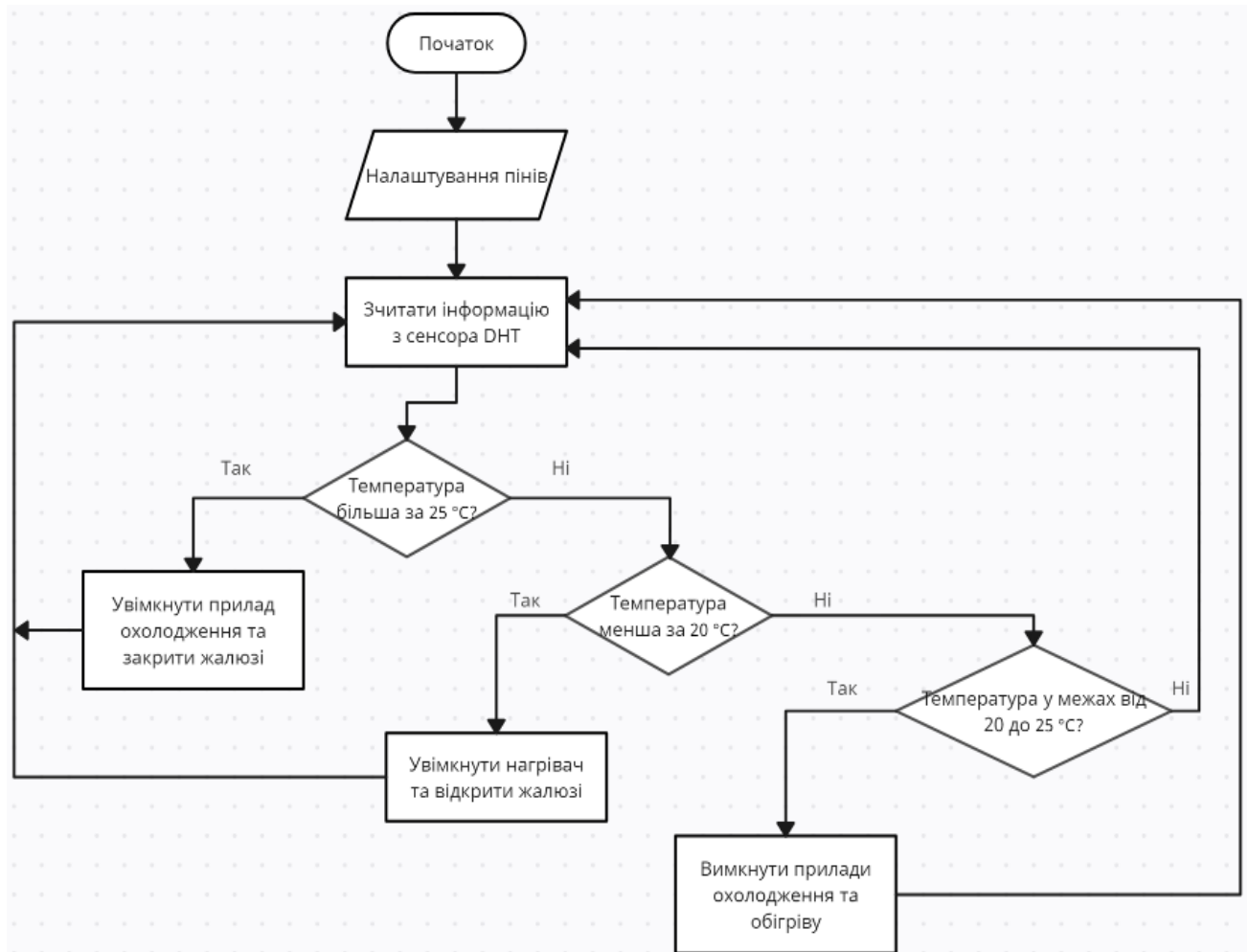


Рисунок 3.7 – Алгоритм роботи програми "розумного" клімат-контролю

3.3.2 Код програми та зібраний прототип системи "розумного" клімат-контролю

На рисунку 3.8 представлено код програми системи "розумного" клімат-контролю.

Код програми для системи клімат-контролю розроблено відповідно до алгоритму, зображеного на блок-схемі. Він ефективно виконує задачі енергозбереження, автоматично регулюючи температуру на основі даних сенсора DHT. Програма автоматично вмикає і вимикає охолоджувальні та обігрівальні пристрої, а також керує положенням жалюзі для підтримання

оптимальних умов у приміщенні. Це забезпечує ефективне управління енергоспоживанням, зменшуючи непотрібне використання енергії та підвищуючи комфорт у приміщенні.

```

#include "DHT.h"
#include <Servo.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#define DHTPIN 13 // Пін для сенсора DHT22
#define DHTTYPE DHT22
#define FAN_LED_PIN 3 // Пін для світлодіода, який симулює вентилятор
#define HEATER_LED_PIN 4 // Пін для світлодіода, який симулює нагрівач
#define SERVO_PIN 5 // Пін для серводвигуна

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
Servo servo;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Створення об'єкта для LCD 16x2 з адресою 0x27

void setup() {
  pinMode(FAN_LED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(HEATER_LED_PIN, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  servo.attach(SERVO_PIN);
  servo.write(90); // Початкове положення серводвигуна (жалюзі наполовину відкриті)

  // Ініціалізація ЖК-екрану
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.print("Temp: ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Humidity: ");
}

void loop() {
  float humidity = dht.readHumidity();
  float temperature = dht.readTemperature();

  if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
    return;
  }

  // Виведення даних на ЖК-екран
  lcd.setCursor(6, 0);
  lcd.print(temperature);
  lcd.print(" C ");
  lcd.setCursor(10, 1);
  lcd.print(humidity);
  lcd.print(" % ");

  // Керування системою клімат-контролю
  digitalWrite(FAN_LED_PIN, temperature > 25.0 ? HIGH : LOW);
  digitalWrite(HEATER_LED_PIN, temperature < 20.0 ? HIGH : LOW);

  // Керування "розумними жалюзі"
  int angle = (temperature > 30.0) ? 180 : (temperature < 15.0) ? 0 : map(temperature, 15, 30, 0, 180);
  servo.write(angle);

  delay(2000);
}

```

Рисунок 3.8 – код програми системи "розумного" клімат-контролю

Зібраний прототип системи "розумного" клімат-контролю представлений на рисунку 3.9.

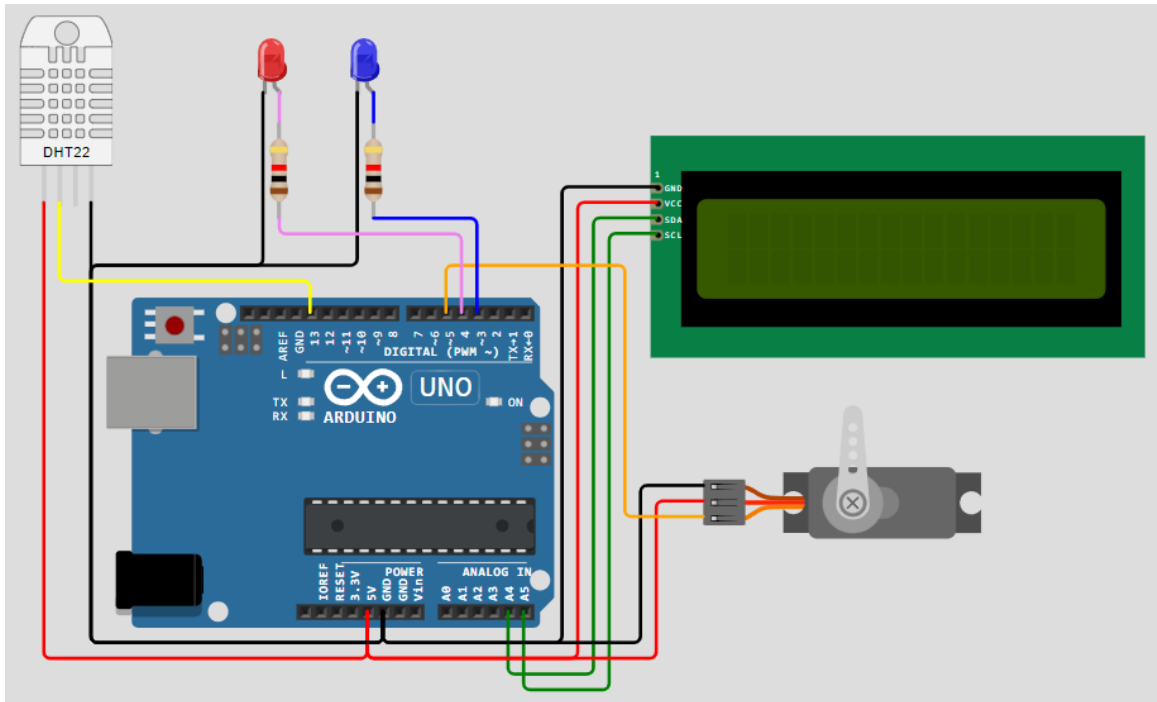


Рисунок 3.9 – Зібраний прототип системи "розумного" клімат-контролю

У зв'язку з тим, що в онлайн емуляторі відсутні реальні прилади охолодження та обігрівання, у даному прототипу червоний світлодіод використовується для емулявання приладів обігріву, а синій світлодіод — для емулявання приладів охолодження приміщення. Сервопривід, який відповідає за роботу жалюзі, також включений у схему для демонстрації автоматичного керування положенням жалюзі залежно від температури. Це дозволяє наочно показати роботу системи клімат-контролю в умовах обмеженого онлайн середовища розробки.

ВИСНОВКИ

Завершення цієї роботи підкреслює важливість та перспективи використання технологій енергозбереження в контексті "розумного будинку". Розробка системи енергозбереження для "розумного будинку" відповідає сучасним тенденціям впровадження енергоефективних рішень, що сприяють зменшенню споживання енергії та підвищенню комфорту проживання.

Протягом виконання роботи було проведено огляд технологій енергозбереження, таких як "розумне" освітлення, управління побутовими приладами та система клімат-контролю. Визначено ключові переваги та виклики впровадження цих технологій, включаючи економічні та екологічні вигоди.

Код програм для кожної системи написаний відповідно до алгоритмів, представлених на блок-схемах, і успішно виконує завдання по енергозбереженню, автоматизуючи процеси управління освітленням, побутовими приладами та кліматом у приміщенні.

Результати дослідження підтверджують, що впровадження системи енергозбереження в "розумний будинок" сприяє зниженню непотрібного споживання енергії та підвищенню комфорту проживання. Проте, є ще багато аспектів для подальшого розвитку та вдосконалення системи, таких як інтеграція з іншими "розумними" пристроями та більш детальне тестування в реальних умовах.

Завершуючи, робота демонструє важливість інноваційних технологій у розвитку сучасних житлових приміщень і підтверджує, що "розумний будинок" з системою енергозбереження може значно підвищити якість життя мешканців.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. MDPI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/11/3784>
2. Conditions for a cost-effective application of smart thermostat systems in residential buildings [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261920300386> - Назва з екрана.
3. How does Sense work on a smart meter? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://help.sense.com/hc/en-us/articles/24730840183827-How-does-Sense-work-on-a-smart-meter#:~:text=What%20it%20is,millisecond%20data%20and%20waveform%20technology>. - Назва з екрана
4. Energy management analytics: a driving force behind Smappee’s energy insights [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.smappee.com/blog/energy-management-analytics/> - Назва з екрана.
5. Simpson R. Lighting Control: Technology and Applications / R. Simpson. - Boston : Focal Press, 2003. – 576с.
6. U.S. Department of Energy [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [LED Lighting | Department of Energy](#)
7. FasterCapital [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fastercapital.com/content/Climate-control--Achieving-Perfect-Comfort-with-Smart-Climate-Control.html#:~:text=One%20of%20the%20most%20significant,on%20heating%20and%20cooling%20costs>.
8. Suntech [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sunteckindia.com/blog/10-environmental-benefits-of-a-smart-home/>
9. Rently [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://use.rently.com/blog/top-3-reasons-to-invest-in-smart-home-technology-in-2024/#:~:text=In%20addition%2C%20smart%20home%20technology,housing%2>

[Omarket%20of%20the%20future.](#)

10. Switch Go [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://switchsite.com/smart-home-energy-saving-statistics/>

11. HouseDigest [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.housedigest.com/1271096/how-much-value-smart-devices-add-home/>

12. Ambiq [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://ambiq.com/blog/how-smart-homes-can-help-combat-climate-change/>