

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії

Івануха Володимир Романович

**Модуль освітлення прибудинкової території
"розумного" будинку / The lighting module for the
outside territory of the "smart" house**

спеціальність: 123 - Комп'ютерна інженерія
освітньо-професійна програма - Комп'ютерна інженерія

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи КІ-41
В. Р. Івануха

Науковий керівник:
к.т.н., Л. О. Дубчак

Кваліфікаційну роботу допущено до захисту:

" _____ " 20 _____ р.

_____ Л. О. Дубчак

ТЕРНОПІЛЬ - 2024

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему «Модуль освітлення прибудинкової території "розумного" будинку» зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» освітнього ступеня «бакалавр» містить 69 сторінок пояснювальної записки, 15 рисунків, 3 таблиці, 2 додатки. Обсяг графічного матеріалу - 2 аркуші формату А3.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка та впровадження системи автоматичного керування освітленням прибудинкової території "розумного" будинку на основі мікроконтролера Arduino Uno, яка забезпечує оптимальні умови освітлення з мінімальними енерговитратами.

Методи дослідження включають огляд сучасних технологій автоматизації освітлення, аналіз вимог до систем освітлення, розробку алгоритмів керування освітленням на основі даних датчиків руху та освітлення, а також впровадження та тестування розробленої системи.

У розробленому проекті надано необхідні розрахунки й креслення, специфікація обладнання та матеріалів, необхідних для побудови системи освітлення. Реалізовано автоматичне керування освітленням на базі мікроконтролера Arduino Uno, що включає використання датчиків руху та фоторезисторів для оптимального керування освітленням залежно від зовнішніх умов. Результати роботи моделі показали ефективність запропонованої системи в умовах реального часу. Отримані дані можуть бути використані для подальшого вдосконалення системи та її адаптації до різних умов експлуатації.

Ключові слова: РОЗУМНИЙ БУДИНОК, АВТОМАТИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ, ARDUINO UNO, ДАТЧИК РУХУ, ФОТОРЕЗИСТОР, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.

ANNOTATION

The qualification work on the topic "The lighting module for the outside territory of the "smart" house" in the specialty 123 "Computer Engineering" of the educational degree "Bachelor" contains 69 pages of explanatory note, 15 figures, 3 tables, and 2 appendices. The volume of graphic material is 2 sheets of A3 format.

The aim of the qualification work is to develop and implement an automatic lighting control system for the outside territory of a "smart" house based on the Arduino Uno microcontroller, which ensures optimal lighting conditions with minimal energy consumption.

The research methods include a review of modern lighting automation technologies, analysis of lighting system requirements, development of lighting control algorithms based on data from motion sensors and photodiodes, and implementation and testing of the developed system.

The developed project provides the necessary calculations and drawings, specifications of equipment and materials required for building the lighting system. The automatic lighting control system based on the Arduino Uno microcontroller has been implemented, including the use of motion sensors and photodiodes for optimal lighting control depending on external conditions. The results of the model operation demonstrated the efficiency of the proposed system in real-time conditions. The obtained data can be used for further system improvement and adaptation to various operating conditions.

**Keywords: SMART HOUSE, AUTOMATIC LIGHTING, ARDUINO UNO,
MOTION SENSOR, PHOTODIODE, ENERGY EFFICIENCY.**

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 Сучасний стан автоматизації розумного будинку	11
1.1 Сучасні підходи до домашньої автоматизації.....	11
1.2 Застосування мікроконтролерів до домашньої автоматизації	14
1.3 Постановка задачі	18
2 Схема освітлення прибудинкової території	21
2.1 Схеми освітлення будинку	21
2.2 Arduino Uno.....	26
2.3 Загальна схема запропонованої системи освітлення.....	29
3 Результати тестування та впровадження модуля освітлення	31
3.1 Можливості Arduino IDE та TinkerCAD	31
3.2 Опис запропонованої схеми	32
3.3 Результати роботи моделі.....	36
Висновки	43
Список використаних джерел	45
Додаток А Техніко-Економічне Обґрунтування Розробки.....	48
Додаток Б Світлокопія публікації	54

					КР.КІ.07119/20.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Івануха В.Р.			Модуль освітлення прибудинкової території "розумного" будинку	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.						8	57	
Консульт.						ЗУНУ. ФКІТ.		
Н. Контр.						КІ-41		
Затвердив								

ВСТУП

У сучасному світі інноваційні технології значно змінили наш спосіб життя, зробивши його більш комфортним, безпечним та енергозберігаючим. Концепція «розумного» будинку стає все більш популярною завдяки можливості інтегрувати різні системи автоматизації для покращення умов проживання. Однією з ключових складових таких систем є освітлення прибудинкової території, яке відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки та комфорту мешканців.

Освітлювальні модулі на основі сучасних технологій не тільки автоматично регулюють освітлення відповідно до зовнішніх умов, але й значно економлять електроенергію. Вони можуть регулювати інтенсивність освітлення, вмикати та вимикати освітлення залежно від часу доби та умов руху, інтегруватися з іншими системами «розумного» будинку. Тому система освітлення не тільки покращує комфорт, але й допомагає зменшити споживання енергії та негативний вплив на навколишнє середовище.

Ця кваліфікаційна робота присвячена розробці модуля освітлення прибудинкової території "розумного" будинку на основі мікроконтролера Arduino Uno. Використання Arduino Uno дозволяє створювати гнучкі та ефективні рішення, що легко інтегруються з іншими компонентами системи автоматизації.

Метою даної роботи є розробка та впровадження системи автоматичного керування освітленням, що забезпечує оптимальні умови освітлення з мінімальними енерговитратами.

Об'єкт дослідження – “розумний” будинок.

Предмет дослідження – система освітлення розумного будинку.

Для досягнення поставленої мети передбачається виконання наступних завдань:

- огляд сучасних технологій автоматизації освітлення та їх застосування в системах «розумного» будинку;
- проаналізувати вимоги до систем освітлення прибудов;

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– розробити алгоритми керування освітленням на основі даних датчиків руху та освітлення;

– впровадити та протестувати розроблену систему та оцінити її ефективність.

За результатами роботи опубліковано тези доповіді на ІХ науково-практичній конференції «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі» [1]. Копії публікації наведено у додатку Б

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1 СУЧАСНИЙ СТАН АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

1.1 Сучасні підходи до домашньої автоматизації

У цьому напруженому графіку життя кожен хоче отримати трохи комфорту та безпеки. Домашня автоматизація використовується для дистанційного керування домашніми приладами, щоб зменшити зусилля. Система домашньої безпеки допоможе захистити будинок від пожежі та проникнення сторонніх осіб. Бездротова система розумного будинку відіграє життєво важливу роль в житті людини і набуває все більшої популярності завдяки своїй гнучкості, портативності і низькій вартості установки. Система розумного будинку дуже корисна в повсякденному житті, оскільки вона зменшує робоче навантаження на людину, економить електроенергію і зменшує занепокоєння про безпеку будинку для працюючих людей. Основна увага в автоматизації зосереджена на дистанційному управлінні станом увімкнення/вимкнення світла, швидкістю вентилятора та іншими побутовими приладами. Домашня безпека включає в себе такі послуги, як захист від витоку газу та відстеження проходу. Ця система дуже корисна для людей похилого віку та людей з обмеженими можливостями, а також для працюючих людей, вона є благословенням, оскільки попереджає людину, якщо якась неприємна ситуація виникла вдома під час її відсутності. Хоча існують різні технології, але в кожній з них мобільний телефон відіграє важливу роль, щоб автоматизувати домашню техніку або сповіщати про небезпечні ситуації. Привабливий графічний інтерфейс може бути використаний для системи розумного будинку, доступний за допомогою смартфонів, планшетів, ноутбуків та ПК [1].

Окрім розвитку науки, активність людини в сучасну епоху також зростає. Зазвичай домовласник вмикає світло у своєму будинку, коли він залишає будинок на тривалий час або навіть якщо будинок залишається порожнім, щоб протягом тривалого часу витратити енергію. Навіть якщо господар не вмикає світло, то вночі в будинку світло вимикається. Це може призвести до крадіжок у порожніх будинках. Виходячи з цього, ця програма може допомогти кожному дистанційно

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

контролювати та контролювати використання домашнього освітлення лише за допомогою смартфона, підключеного до Інтернету. Ця програма використовує мікроконтролер як інструмент, який може керувати електричним перемикачем, підключеним до міні-сервера, підключеного до мережі. Метод, використаний у цьому дослідженні, є експериментальним методом дослідження з етапами, дослідженням літератури, проектуванням апаратного забезпечення, проектуванням програмного забезпечення, тестуванням та оцінкою та висновком [2].

Оскільки Arduino є основною платформою початкового рівня для світу електронних схем і систем, існує багато середовищ програмування, які намагаються полегшити тягар текстового програмування Arduino для молодих учнів початкових класів. Незважаючи на блокову основу, більшість із цих середовищ зберігають імперативні структури текстових мов програмування, які нелегко зрозуміти таким учням. Система навчання Arduino намагається вирішити цю проблему шляхом прийняття підходу, заснованого на правилах: попередньо задану систему на основі Arduino можна запрограмувати шляхом побудови правил за допомогою дуже простих і інтуїтивно зрозумілих фрагментів мозаїки у візуальному, веб-заснованому середовищі. На відміну від інших середовищ програмування для Arduino, основна логіка LAWRIS реалізована на стороні плати, і на неї завантажується лише рядок конфігурації. Таким чином, LAWRIS має швидку реакцію як на зміни вхідних даних схеми, так і на модифікації програми. Він також накладає мінімальні витрати на хост-систему, забезпечує веб-доступ до середовища програмування та має дуже низьку вартість апаратного забезпечення [3].

Програмовані логічні контролери (ПЛК) широко використовуються в промисловості для запуску автоматизованих систем. ПЛК повинен мати деякі засоби отримання та інтерпретації сигналу від іншого пристрою, наприклад датчики та перемикачі. Існує два основних типи входу ПЛК: дискретний і аналоговий. Arduino було створено як міст або інтерфейс із додаванням можливостей Siemens PLC CPU1215C для отримання іншого типу вхідних даних. Arduino використовується для з'єднання ПЛК із датчиками. Наприклад, датчик

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

HT11 температури, вологості і роси зчитується Arduino та передаються на ПЛК через мережу LAN, що забезпечується екраном Ethernet. Дані можна надсилати на сервер MySQL і відображати на веб-сторінці PHP як екран моніторингу. Використовуючи Arduino Mega 2560 і Wiznet W5100 Ethernet shield, одному збору даних SHT11 і моніторингу потрібно 100 мс для зчитування значення датчика, 360 мс для підключення та запису даних на ПЛК і 4,12 с для підключення та збереження даних на сервері бази даних, загалом потрібно 4,58 с. Весь час виконання визначає період циклу, і це допомагає призначити цей міст Arduino для потрібного застосування. Отриманий час виконання можливий для неважливих до часу додатків [4].

Інтерфейс мозок-комп'ютер — це сучасний підхід до побудови інтерфейсу людина-машина, який з'єднує людський мозок і машину та дозволяє надсилати команди машині безпосередньо з центральної нервової системи, а особливо мозок. Велика популярність сімейства плат мікроконтролерів Arduino та інтеграція його членів у багато проектів, включаючи аматорські, професійні, промислові та наукові рішення, спонукала нас до розробки програмного рішення, яке допомагає інтегрувати Brain Computer Interface, що включає Emotiv EPOC Neuroheadset, з платами мікроконтролерів Arduino. У статті [5] представлено концепцію інтерфейсу «мозок-комп'ютер» у першому розділі та можливості його використання. Наступний розділ статті описує нейрогарнітуру Emotiv EPOC, яка є частиною BCI, з функцією електроенцефалографа, що не інвазивно контролює електромагнітні прояви нейронної активності центральної нервової системи людини, головним чином мозку. За допомогою власного програмного забезпечення, встановленого на головному комп'ютері, програмне забезпечення перетворює отримані сигнали в команди, які потім виконуються за допомогою стороннього програмного забезпечення. Інша частина статті представляє сімейство плат мікроконтролерів Arduino, а остання частина описує запропоноване програмне рішення, яке забезпечує програмний інтерфейс між програмним забезпеченням Emotiv EPOC Neuroheadset і платами мікроконтролерів Arduino.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.2 Застосування мікроконтролерів до домашньої автоматизації

Інновації в автоматизації зараз використовуються в кожній галузі. Домашня автоматизація є однією з цих областей, яка зосереджена на полегшенні рутинних домашніх справ, щоб людям було комфортно жити у їхньому насиченому житті. Протягом багатьох років було розроблено багато очисних машин, але не всі вони були автоматичними, тому ними потрібно керувати вручну. В основному машини для миття підлоги класифікуються відповідно до методу очищення, який вони використовують, наприклад підмітання, сухе пилососіння або миття підлоги. Деякі очищувачі використовують просте уникнення перешкод за допомогою інфрачервоних датчиків, тоді як інші використовують технологію лазерного картографування. Машини для миття підлоги, які використовують методи виявлення перешкод, є менш енергоефективними та потребують набагато менше часу для миття підлоги. У цій роботі запропоновано машину, яка виконує як сухе прибирання, так і прибирання. Пропонована машина є економічною і багатофункціональною. Машина виявляє перешкоди за допомогою ультразвукових датчиків та інфрачервоних датчиків, закріплених на передній частині машини, і тому вона здатна мити підлогу за допомогою щіток для чищення, прикріплених у нижній частині машини. Машина також має миючі щітки, підключені до заднього кінця, щоб мити підлогу. Щітки для миття під'єднані до невеликої ємності для води, з якої крихітний водяний насос розпилює воду для зволоження швабри. Arduino UNO використовується для керування всіма апаратними та програмними засобами [6].

Розумні будинки зараз стають вимогою сучасного світу. Відійшли в минуле часи, коли «Розумні будинки» обмежувалися лише науково-фантастичними фільмами, за останні кілька десятиліть вони набули великих досягнень і популярності. Домашня автоматизація надала абсолютно нового сенсу життю порівняно з минулими днями. Раніше всіма нашими побутовими приладами, такими як телевізор, кондиціонер, освітлення, вентилятори тощо, керувався окремий пульт дистанційного керування для кожного приладу. Виникає

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

проблема, оскільки робота з усіма цими пультами інколи неспокійна, особливо для літніх та інвалідів. У цій статті у огляді вирішення цієї проблеми обговорюється те, що всіма такими пристроями також можна керувати лише одним дистанційним контролером, а не одним дистанційним контролером на пристрій. Цей універсальний контролер можна легко реалізувати за ефективний спосіб, просто використовуючи будь-який наявний смартфон і мікроконтролер Arduino через передачу Bluetooth. Таким чином, керуючі пристрої на основі смартфонів усувають необхідність носити багато різних пультів дистанційного керування. Крім того, керування пристроями за допомогою мови дозволяє уникнути пошуку різних кнопок/опцій під час керування пристроями [7].

Існує стабільно зростаючий ринок додатків, які дозволяють підключати системи домашньої автоматизації для керування різними програмами та побутовою технікою для цілей управління та безпеки. Розробка систем домашньої автоматизації пов'язана з великою складністю через неоднорідний характер системи та її необхідність забезпечити безпеку та автентичність даних. Життєвий цикл розробки програмного забезпечення можна скоротити, якщо існує рішення, яке забезпечує відповідну трансформацію від розробки до грубої реалізації. Існує менш відома інтегрована структура для розробки системи високої доступності від моделі до реалізації. Це рішення можна отримати за допомогою розробки на основі моделі. Цей документ має на меті запропонувати рішення, засноване на моделюванні розробки, яке моделює домен домашньої автоматизації за допомогою техніки метамодельовання та незалежного від платформи домену. Специфічна мова моделювання (DSML), яка може бути використана для розробки залежного від платформи DSML для досягнення автоматизованої генерації коду за допомогою моделі. Запропонований DSML було підтверджено за допомогою перевірки концепції з використанням тематичних досліджень.

Зазвичай Arduino використовується для завдань дистанційного керування, які виконуються за допомогою певного мобільного пристрою (наприклад, Android або iOS), і це керування здійснюється лише за допомогою радіосистем дистанційного керування, інфрачервоних (ІЧ) пристроїв тощо та обмежено межами офісу/будинку, але не віддалено автоматизоване управління

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричними/електронними пристроями з будь-якого місця (за межами офісу/будинку). У цьому документі запропоновано домашню автоматизовану систему Інтернету речей (IoT) у двох категоріях: апаратне забезпечення через пристрій під назвою Worldwide Auto-mobi та програмне забезпечення, розроблене для автоматизації використання улюблених пристроїв, таких як телевізор, супутникове телебачення, DVD, додавання до будь-яких інших пристроїв, якими можна керувати ПЧ-сигналом, локально та в будь-якому місці (в усьому світі) через гібридний мобільний додаток зменшить кількість використовуваних контролерів у будинку за допомогою єдиного мобільного програмного забезпечення, яке керує пристроями, що використовують Інтернет через модуль WiFi ESP8266 на основі Arduino UNO. Ця система підключається до хмарного сервера, а мобільний додаток може підтримувати мобільні пристрої iOS/Android або iPad/планшети. Впровадження запропонованої системи домашньої автоматизації досягнуто при мінімальних витратах (близько 30\$) на офісні/домашні пристрої та із затримкою в діапазоні (0,4-1) с. цей діапазон майже в реальному часі (протягом кількох секунд), тобто це хороше рішення, до якого можна дістатися будь-де та будь-коли на основі хмари [8].

Інтеграція технологій і послуг у розумний дім може зменшити потребу у втручанні людини, підвищити безпеку та енергоефективність. Розумна домашня автоматизація використовується для виконання деяких частих дій, які виконуються в повсякденному житті. Він розроблений для створення недоторканного та комфортного середовища для покращення якості життя, а також для забезпечення потреб людей похилого віку та інвалідів у їхніх домівках. Однак це питання залишається відкритим через наявні труднощі, такі як відстань до мережі, перешкоди сигналу, недружній користувач, підвищена вартість і енергоспоживання. У статті [9] розроблено автоматизований розумний дім, який використовується для моніторингу домашніх пристроїв і підтримки незалежного життя людини. Використовується проста сенсорна мережа та Bluetooth, сумісні з мікроконтролером Arduino. Датчики та розумні електронні пристрої - це фізичні компоненти, які використовуються для взаємодії з об'єктами будинку. В додаток, для ефективного керування приладами домашньої автоматизації та отримання

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сигналів тривоги використовується смартфон із програмами Android. Крім того, з метою безпеки реалізована глобальна система мобільного зв'язку, щоб зменшити можливості вторгнення. Домашня автоматизація та безпека розділені на секції залежно від планування будинку, тому їх можна масштабувати та вдосконалювати, якщо план будинку змінюється. Крім того, смартфони з веб-додатками або самі люди можуть використовувати більше одного способу керування. Показано, що така бездротова система домашньої автоматизації, керована смартфоном, особливо для пристроїв Android, була успішно реалізована або через технологію Bluetooth, або за допомогою недорогих модулів Wi-Fi для деяких датчиків для швидкого завантаження своїх даних.

З експоненціальним прогресом технологій автоматизації майбутнє ручних систем змінюється на автоматичні системи з різними перевагами. Крім того, Інтернет став невід'ємною частиною життя людини, де Інтернет речей (IoT) — це найновіша інтернет-технологія, що розвивається, яка змінила погляд на речі. Інтернет речей щодня розвивається від малих машин до великих машин, які можуть обмінюватися даними та виконувати завдання, поки люди зайняті іншою діяльністю. Основною метою статті є розробка системи автоматизації розумного дому з використанням IoT, тобто перетворити звичайний дім на розумний дім для дистанційного доступу та керування пристроями та технікою за допомогою програми для смартфонів на базі Android. Точніше кажучи, ми прагнемо розробити недорогу, розширювану, гнучку бездротову систему автоматизації розумного дому з використанням IoT, яка використовує інтеграцію бездротового зв'язку, хмарні мережі, щоб надати користувачам можливість керувати різноманітними пристроями з віддалених місць, забезпечуючи зручний інтерфейс і легкість встановлення. У цьому документі представлено дизайн системи автоматизації розумного будинку, яка використовує поєднання хмарних мереж і бездротового зв'язку, для дистанційного керування різними електричними приладами (наприклад, освітленням, вентиляторами) користувачам у їхньому домі за допомогою смартфона. Система автоматично керуватиме приладами на основі даних датчиків, постійно відстежуючи домашнє середовище та зберігаючи дані датчиків у хмарі. Щоб продемонструвати можливість і адекватність нашої

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

системи, електричні прилади (наприклад, освітлення, вентилятори) і датчики були включені в запропоновану систему управління будинком [10].

1.3 Постановка задачі

Модуль освітлення - це ключовий елемент в системі освітлення, що відповідає за створення світла у приміщенні або на зовнішній території. Він складається з різних компонентів, таких як світлодіоди, керуюча електроніка, оптичні елементи, системи охолодження та корпус. Світлодіоди зазвичай використовуються через їх високу ефективність та тривалий термін служби. Керуюча електроніка відповідає за регулювання інтенсивності світла, колірної температури та інших параметрів. Оптичні елементи направляють і розсіюють світло в певному напрямку, забезпечуючи бажаний розподіл світла. Системи охолодження використовуються для відведення тепла від світлодіодів, що допомагає підтримувати їхню нормальну роботу та тривалий термін служби. Корпус модуля служить для захисту внутрішніх компонентів від зовнішніх впливів і може також впливати на розподіл світла та ефективність охолодження. Модулі освітлення широко використовуються у різних галузях, включаючи промисловість, комерцію, освітлення вулиць, побутове освітлення та багато інших. Вони надають можливість створювати різноманітні світлові сценарії, забезпечуючи безпеку, комфорт та ефективність освітлення в будь-якому середовищі.

Arduino Uno - це мікроконтролерна платформа, яка базується на мікроконтролері ATmega328P. Вона має вбудований USB-порт для програмування та комунікації з комп'ютером, ряд виведених контактів (піни), які дозволяють підключати до нього різні сенсори, пристрої та інші компоненти. Arduino Uno може бути використаний для створення різноманітних проектів, від освітлення та роботи до автоматизації та IoT (Internet of Things).

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Переваги Arduino Uno:

- 1) простота використання та програмування.
- 2) широкий вибір додаткових модулів та сумісних компонентів.
- 3) велика спільнота користувачів і розробників, що дозволяє отримувати підтримку та поради.
- 4) широкий спектр можливостей для розширення функціональності через бібліотеки та різноманітні модулі.
- 5) невеликі розміри та висока мобільність.

Недоліки Arduino Uno:

- 1) Обмежена потужність та об'єм пам'яті, що може бути недостатнім для складних проектів.
- 2) Немає підтримки бездротового зв'язку (Wi-Fi, Bluetooth) без додаткових модулів.
- 3) Обмежена кількість виведених контактів, що може стати обмеженням для деяких проектів.

Характеристики Arduino Uno:

- 1) Мікроконтролер: ATmega328P.
- 2) Оперативна пам'ять: 2 кБ.
- 3) Вбудована флеш-пам'ять: 32 кБ.
- 4) Вбудований USB-порт для програмування та живлення.
- 5) Вбудований відладчик (здійснюється через USB-порт).
- 6) 14 цифрових виводів/входів (6 з яких можуть бути використані як ШІМ виводи).
- 7) 6 аналогових входів.
- 8) Тактова частота: 16 МГц.

Порівняно з іншими мікроконтролерами, такими як Raspberry Pi, Arduino Uno має меншу потужність та обсяг пам'яті, але він простий у використанні та ідеально підходить для більшості проектів DIY та прототипів. У порівнянні з більш дорогими та потужними мікроконтролерами, Arduino Uno може бути менш функціональним, але його простота та доступність роблять його привабливим для багатьох користувачів.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для вирішення цього завдання необхідно (рисунок 1.1):

- 1) дослідити основні аспекти застосування мікроконтролерів в сучасних системах розумного будинку
- 2) розробити алгоритм освітлення прибудинкової території «розумного» будинку застосовуючи досліджені параметри мікроконтролерів Arduino Uno
- 3) розробити структуру засобу реалізації розробленого методу та дослідити його основні характеристики.

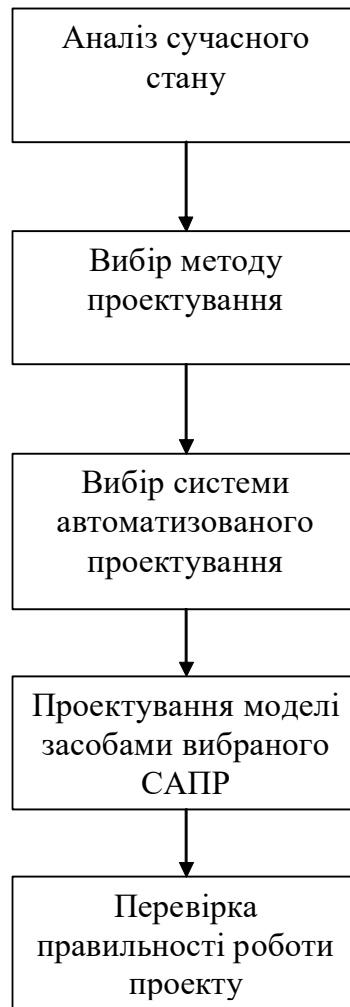


Рисунок 1.1 – Дерево рішень дипломного проекту

2 СХЕМА ОСВІТЛЕННЯ ПРИБУДИНКОВОЇ ТЕРИТОРІЇ

2.1 Схеми освітлення будинку

При виборі системи освітлення для прибудинкової території важливо врахувати ефективність, економічність та естетичний вигляд. Для цього можна розглянути чотири основних варіанти, кожен з яких відповідає різним вимогам та можливостям.

Варіант 1 "Економічний та Функціональний"

У цьому варіанті система освітлення прибудинкової території спроектована для оптимальної ефективності та функціональності. Вона включає в себе лампи з датчиками руху та сонячні ліхтарі, які працюють у взаємодії для забезпечення необхідного освітлення на території навколо будинку.

Лампи з датчиками руху є одним із ключових компонентів цієї системи. Вони розташовані у стратегічних точках біля входу до будинку та вздовж стежок. При спрацюванні датчика руху вони автоматично увімкнуться, що сприяє економії електроенергії та забезпечує безпеку пішоходів у темряві.

Додатково до ламп з датчиками руху використовуються сонячні ліхтарі. Ці ліхтарі розташовані у віддалених ділянках, де немає можливості підключити їх до електричної мережі. Вони оснащені сонячними панелями, які заряджаються протягом дня, а вночі надають необхідне освітлення за рахунок накопиченої енергії.

Така система освітлення поєднує в собі економічність та функціональність. Лампи з датчиками руху забезпечують точне та ефективне освітлення в той момент, коли воно потрібне, в той час як сонячні ліхтарі використовують відновлювальну енергію для освітлення віддалених ділянок без необхідності підключення до електромережі. Такий підхід дозволяє економити енергію та знижує вплив на навколишнє середовище.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Переваги:

1) Ефективне використання енергії: Лампи з датчиками руху працюють лише при необхідності, що дозволяє ефективно використовувати електроенергію та зменшує витрати на освітлення.

2) Забезпечення безпеки: Спрацьовуючи при виявленні руху може відлякувати потенційних недоброзичливців або викликати увагу до незвичайних подій на території, що сприяє загальній безпеці.

3) Зниження впливу на довкілля: Використання сонячних ліхтарів для освітлення віддалених ділянок дозволяє знизити споживання електроенергії та викиди вуглецю.

4) Автономність: Сонячні ліхтарі заряджаються самостійно протягом дня, що забезпечує їх автономну роботу вночі.

Недоліки:

1) Залежність від погоди: Ефективність сонячних ліхтарів залежить від наявності сонячного світла. Погана погода або затіненість може зменшити їх ефективність.

2) Вартість установки: Встановлення системи ламп з датчиками руху та сонячних ліхтарів може бути високою вартістю на початковому етапі.

3) Потреба у підтримці: Сонячні батареї потребують регулярного обслуговування та очищення для ефективної зарядки.

Варіант 2: "Комфорт та Ефективність"

У цьому варіанті система освітлення прибудинкової території розроблена для забезпечення максимального комфорту та ефективності. Вона включає в себе лампи з датчиками руху та лампи, які працюють протягом усієї ночі, що забезпечує постійне освітлення у ключових зонах.

Лампи з датчиками руху розміщені біля входів та виходів з будинку, а також біля гаражів. Вони активуються тільки при виявленні руху, що дозволяє забезпечити безпечний вхід та вихід з будинку в темну пору доби. Ці лампи забезпечують ефективне використання електроенергії, оскільки вони не працюють постійно, а лише при необхідності.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Додатково встановлені лампи, які працюють протягом усієї ночі, розміщені в основних зонах відпочинку біля будинку. Ці лампи забезпечують постійне освітлення у цих зонах, що створює комфортну атмосферу для мешканців та гостей. Вони включаються автоматично з настанням темряви і вимикаються вранці, забезпечуючи безперервне освітлення у відпочинкових зонах.

Такий підхід до освітлення прибудинкової території поєднує в собі комфорт та ефективність. Лампи з датчиками руху забезпечують безпеку та економію енергії, в той час як постійне освітлення від ламп, що працюють протягом усієї ночі, створює комфортне середовище для відпочинку та розваг.

Переваги:

1) Комфорт та безпека: Сполучення ламп з датчиками руху та ламп на всю ніч забезпечує комфорт та безпеку мешканців у важливих зонах території.

2) Ефективне використання енергії: Вимикаючись після відсутності руху, лампи з датчиками руху зменшують споживання електроенергії, а лампи на всю ніч дозволяють забезпечити постійне освітлення в ефективний спосіб.

3) Підвищення відчуття безпеки: Присутність освітлення навіть у темряві забезпечує мешканцям відчуття безпеки та захищеності на території.

Недоліки:

1) Вартість установки: Встановлення обох типів освітлення може бути високою вартістю на початковому етапі.

2) Необхідність налагодження: Датчики руху можуть вимагати періодичного підтримання та налаштування для оптимальної роботи.

Варіант 3: "Сучасний та Автоматизований"

У цьому варіанті система освітлення прибудинкової території відображає передові технології та автоматизацію. Вона включає в себе лампи з датчиками руху та освітлення з віддаленим управлінням, які спільно працюють для максимальної ефективності та зручності.

Лампи з датчиками руху розміщені у всіх ключових зонах прибудинкової території, включаючи входи, стежки та інші важливі ділянки. Ці лампи вмикаються автоматично при виявленні руху та вимикаються після певного часу

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

без руху. Це дозволяє ефективно використовувати енергію та забезпечує безпеку на території в умовах темряви.

Окремо від ламп з датчиками руху, використовуються лампи з освітленням з віддаленим управлінням. Ці лампи розміщені у зонах відпочинку та розваг біля будинку і можуть бути керовані з смартфона чи іншого пристрою. Такий підхід дозволяє мешканцям зручно керувати освітленням, відтворюючи різні налаштування освітлення для створення певної атмосфери.

Система освітлення в даному варіанті поєднує в собі передові технології та автоматизацію, що дозволяє максимально ефективно використовувати енергію та забезпечує зручне керування освітленням. Лампи з датчиками руху гарантують безпеку та економію енергії, в той час як освітлення з віддаленим управлінням додає зручність та можливість налаштувати освітлення під власні потреби.

Переваги:

1) Сучасні технології: Використання ламп з датчиками руху та віддаленим управлінням демонструє застосування передових технологій у сучасних системах освітлення.

2) Ефективне використання енергії: Автоматичне вмикання та вимикання ламп з датчиками руху сприяє економії електроенергії, а віддалене управління дозволяє точно регулювати освітлення зручним способом.

3) Зручність та комфорт: Можливість віддаленого управління забезпечує зручність та комфорт для мешканців, дозволяючи швидко адаптувати освітлення під свої потреби.

Недоліки:

1) Вартість інсталяції: Встановлення та налаштування системи з віддаленим управлінням може бути високою вартістю на початковому етапі.

2) Залежність від технічних засобів: Віддалене управління вимагає наявності пристроїв з відповідною програмною підтримкою, яка може бути обмеженою.

Варіант 4: "Естетичний та Практичний"

Цей варіант системи освітлення прибудинкової території спроектований з урахуванням естетичної привабливості та практичності. Він включає в себе

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розсіювальні ліхтарі, сонячні садові ліхтарі та сонячні фонтани та підсвічування водойм, створюючи гармонійне та стильне освітлення на території.

Розсіювальні ліхтарі є основним елементом в цій системі. Вони розміщені вздовж стежок та доріжок навколо будинку, створюючи рівномірне та приємне освітлення для відпочинкових зон. Ці ліхтарі, крім того, додають естетичний вигляд до прибудинкової території, створюючи атмосферу затишку та краси.

До цього варіанту також входять сонячні садові ліхтарі, розташовані в саду для декоративного освітлення рослин та садових елементів. Ці ліхтарі використовують сонячну енергію для свого функціонування і додають елегантності та стилю до зеленого простору.

Додатково до ліхтарів, в системі присутні сонячні фонтани та підсвічування водойм. Сонячні фонтани використовуються для освітлення фонтанів, струмків та озер на ділянці, створюючи привабливий вигляд та додавання спокою до водних елементів. Цей підхід до освітлення території дозволяє створити гармонійне та естетичне середовище, яке є не лише практичним, але й красивим для мешканців та гостей.

Такий варіант системи освітлення поєднує в собі функціональність та естетичність. Він забезпечує не лише необхідне освітлення на території, але й додає краси та атмосфери до прибудинкової території, створюючи затишне та привітне середовище для всіх, хто відвідує цю зону.

Переваги:

- 1) Естетика та стиль: Система освітлення у цьому варіанті сприяє створенню естетичної та стильної прибудинкової території.
- 2) Ефективне використання сонячної енергії: Використання сонячних ліхтарів, садових ліхтарів та фонтанів дозволяє ефективно використовувати відновлювальні джерела енергії.
- 3) Практичність: Освітлення додаткових зон в саду та водних елементів забезпечує практичне використання простору та підвищує комфорт в темряві.

Недоліки:

- 1) Обмежена освітленість: Деякі зони можуть залишатися менше освітленими в порівнянні з іншими варіантами.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2) Потреба у додатковому обслуговуванні: Сонячні елементи можуть потребувати певного обслуговування та чищення для ефективної роботи.

2.2 Arduino Uno

Arduino Uno є однією з найбільш розповсюджених платформ для реалізації проектів у сфері мікроконтролерів. Основою цієї плати є мікроконтролер ATmega328P виробництва компанії Atmel, що забезпечує достатню потужність для більшості навчальних та хобі-проектів.

Arduino Uno обладнаний мікроконтролером ATmega328P, що працює на частоті 16 MHz і має 32 KB Flash-пам'яті, 2 KB SRAM та 1 KB EEPROM. Цей мікроконтролер забезпечений вихідною напругою 5V, що є стандартом для більшості навчальних та хобі-проектів. Плата має 14 цифрових входів/виводів, із яких 6 можуть використовуватися для широтно-імпульсної модуляції (PWM), а також 6 аналогових входів, що дозволяє їй збирати дані із різноманітних сенсорів. Щодо можливостей зв'язку, Arduino Uno оснащений USB-портом для програмування та серійного зв'язку, з'єднанням ICSP для прямого програмування мікроконтролера та підтримує протоколи I2C та SPI для забезпечення взаємодії з іншими пристроями або платами. З точки зору живлення, Arduino Uno може отримувати енергію через USB або через зовнішній адаптер із діапазоном вхідних напруг від 6 до 20V. Ця гнучкість у живленні робить плату дуже практичною для використання в різних умовах та середовищах, від лабораторій до віддалених місць.

Arduino Uno, з моменту свого запуску, пройшла кілька значних етапів еволюції, кожен з яких вніс певні зміни та покращення у базову конструкцію. Початкова версія, Arduino Uno R1, заклала фундамент для подальших інновацій, представивши базову архітектуру та можливості, які згодом стали стандартом для хобістів і розробників у всьому світі. З появою Arduino Uno R2, були внесені дрібні корективи до розкладки пінів, що покращило їх доступність та зручність

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

використання. Ці зміни, хоч і не радикальні, спрямовані на оптимізацію процесу взаємодії з платою та розширення можливостей для користувачів при підключенні додаткових модулів та сенсорів. Найзначнішими є зміни, внесені в третій ревізії, Arduino Uno R3. Ця версія включає додаткові піни для I2C з'єднань, що значно розширює можливості плати для зв'язку з різними пристроями та модулями. Крім того, було вдосконалено декілька інтерфейсів і з'єднань, що забезпечує більшу гнучкість та надійність у розробці проектів. Ці поліпшення зробили Arduino Uno R3 найпопулярнішою версією серед розробників та ентузіастів, стимулюючи подальше розширення спільноти Arduino та впровадження нових, інноваційних застосувань. Кожна ревізія плати Arduino Uno відображає зусилля спільноти зробити технологію доступнішою та адаптивнішою до змінних потреб користувачів у світі електроніки.

Arduino Uno має широкий спектр додаткових модулів, відомих як "shields", які розширюють її функціональність та дозволяють користувачам адаптувати плату до специфічних проектів. Ось деякі з найпопулярніших модулів для Arduino Uno:

1) Motor Shield: Цей модуль дозволяє Arduino контролювати як крокові, так і двигуни постійного струму. Він часто включає драйвери двигунів, що забезпечують здатність керувати швидкістю та напрямком їх обертання. Моторний щит ідеально підходить для роботизованих проектів, автоматизації та будь-яких застосувань, де потрібне приводне управління.

2) Ethernet Shield: Використовуючи Wiznet W5100 чипсет, Ethernet Shield дозволяє Arduino підключатися до мережі через Ethernet порт. Це відкриває можливості для створення мережевих застосувань, таких як пульт дистанційного керування або серверів даних.

3) WiFi Shield: За допомогою чипсету, такого як ESP8266 або аналогічного, WiFi Shield надає можливість бездротового підключення до інтернету. Це дозволяє розробникам інтегрувати проекти з хмарними сервісами, віддалено керувати пристроями та збирати дані через інтернет.

4) Bluetooth Shield: Цей модуль підключає Arduino до Bluetooth-пристроїв, дозволяючи бездротове з'єднання з смартфонами та іншими

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

пристроями. Це відкриває можливості для створення додатків, які вимагають мобільного зв'язку, наприклад, для дистанційного керування або даних.

5) GPS Shield: Забезпечуючи доступ до супутників GPS, цей модуль дозволяє Arduino отримувати геолокаційні дані. Це ідеально для проектів, які потребують навігації або відстеження місцезнаходження, наприклад, в системах GPS-трекінгу або геотагінгу.

6) LCD Display Shield: Включає LCD екран, часто з кнопками для створення інтерактивних користувацьких інтерфейсів. Це дозволяє користувачам

7) створювати меню, відображати інформацію або керувати проектом безпосередньо через плату.

8) Data Logging Shield: Цей щит забезпечує можливість запису даних на зовнішній носій, такий як SD карта. Він часто використовується для збору даних з сенсорів у довготривалих експериментах або для додатків моніторингу.

9) Audio and Music Shields: З цим модулем Arduino може відтворювати звуки та музику, використовуючи файли з SD-карти або генеруючи тони програмно. Це розширює можливості Arduino в сферах, де потрібно аудіо звучання, як у іграшках або інтерактивних інсталяціях.

10) Relay Shield: Дозволяє контролювати високі напруги та струми, безпосередньо підключаючи Arduino до електроприладів. Це корисно для домашньої автоматизації, де необхідно управління освітленням, обігрівачами або іншими приладами.

11) Sensor Shield: Спрощує процес підключення численних сенсорів, надаючи роз'єми та інтерфейси, оптимізовані для легкого з'єднання. Це знижує технічні бар'єри для роботи з різними типами датчиків в експериментах та проектах.

12) CAN-Bus Shield: Забезпечує зв'язок з CAN-мережами, які широко використовуються у транспортних засобах та промислових застосуваннях для надійного обміну даними між контролерами.

13) Energy Shield: Цей модуль надає додаткові опції живлення для проектів, що вимагають батарейного живлення або мають підвищені вимоги до управління енергією, наприклад, для портативних пристроїв.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

2.3 Загальна схема пропонованої системи освітлення

Структура пропонованої системи освітлення розумного будинку подана в додатку А. Ця структурна схема описує автоматичну систему управління освітленням на базі мікроконтролера, яка включає декілька основних компонентів: мікроконтролер, датчик руху, модуль фоторезистора та світлодіоди.

Система призначена для ефективного управління освітленням у залежності від виявленого руху та рівня освітленості, що дозволяє економити енергію та забезпечувати комфорт для користувачів.

Центральним контролером системи є мікроконтролер, який приймає сигнали від інших компонентів, обробляє їх та керує світлодіодами. Датчик руху встановлений для виявлення руху в навколишньому середовищі. Коли датчик виявляє рух, він надсилає відповідний сигнал на мікроконтролер. Це дозволяє системі реагувати на присутність людей, включаючи освітлення тільки тоді, коли це необхідно. Модуль фоторезистора використовується для вимірювання рівня освітленості в навколишньому середовищі. Він підключений до аналогового входу мікроконтролера і постійно надсилає дані про рівень освітленості. Це дозволяє системі визначати, чи потрібне додаткове освітлення, чи достатньо природного світла. Якщо рівень освітленості низький, а датчик руху виявив рух, мікроконтролер приймає рішення про ввімкнення світлодіодів. Світлодіоди виконують роль освітлювальних елементів у системі. Вони підключені до вихідних пінів мікроконтролера, які контролюють їх включення та вимкнення. Коли мікроконтролер отримує сигнали від датчика руху та модуля фоторезистора, він керує світлодіодами відповідно до встановлених умов. Наприклад, світлодіоди можуть вмикатися при виявленні руху в умовах низької освітленості та вимикатися, коли рух припиняється або рівень освітленості стає достатнім.

Важливо зазначити, що система має декілька функціональних блоків. Датчик руху активується при виявленні руху, що сигналізує про необхідність увімкнення освітлення. Модуль фоторезистора визначає рівень освітленості та допомагає уникнути ввімкнення світлодіодів при достатньому природному світлі.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Мікроконтролер обробляє вхідні сигнали від датчика руху та модуля фоторезистора, приймає рішення щодо ввімкнення чи вимкнення світлодіодів. Світлодіоди, у свою чергу, виконують функцію освітлення в системі.

Процес роботи системи можна описати наступним чином: коли датчик руху виявляє рух, він надсилає сигнал на мікроконтролер. Мікроконтролер перевіряє рівень освітленості, отриманий від модуля фоторезистора. Якщо рівень освітленості низький, мікроконтролер вмикає світлодіоди, забезпечуючи необхідне освітлення. Коли рух припиняється або рівень освітленості стає достатнім, мікроконтролер вимикає світлодіоди, щоб зберегти енергію.

Ця система є прикладом простої автоматичної системи освітлення, яка може бути розширена додатковими функціями для підвищення ефективності та зручності використання. Можливі удосконалення включають використання більш чутливих сенсорів, інтеграцію з іншими системами управління будинком або використання більш ефективних алгоритмів для обробки сигналів. Незважаючи на свою простоту, ця система демонструє основні принципи автоматичного управління освітленням, що може бути корисним для різних застосувань, від домашнього освітлення до промислових систем.

Важливо враховувати деякі обмеження системи, такі як залежність від якості сенсорів та правильність налаштувань мікроконтролера. Недоліки можуть виникати, якщо сенсори не достатньо чутливі або якщо налаштування системи не відповідають умовам навколишнього середовища. Таким чином, для забезпечення надійної роботи системи необхідно уважно підбирати компоненти та проводити ретельне налаштування системи.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

3 РЕЗУЛЬТАТИ ТЕСТУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ МОДУЛЯ ОСВІТЛЕННЯ

3.1 Можливості Arduino IDE та TinkerCAD

Arduino IDE, розроблене спільнотою Arduino, є відкритим та доступним інструментом, призначеним для програмування мікроконтролерів, що входять у серію плат Arduino. Це інтегроване середовище розробки дозволяє користувачам писати, компілювати та завантажувати код на різні плати Arduino, використовуючи зрозумілий інтерфейс. Arduino IDE підтримує мови програмування C та C++, що дозволяє розробникам використовувати структурне та об'єктно-орієнтоване програмування для створення мікроконтролерних додатків. Інтерфейс Arduino IDE характеризується своєю простотою і наявністю основних інструментів, що робить її ідеальним для освітніх цілей та хобі-проектів. Середовище надає широкий набір бібліотек та прикладів, що допомагають новачкам швидко вивчити основи роботи з електронікою та програмуванням. Ці бібліотеки охоплюють різноманітні сценарії використання, від простих задач керування світлодіодами до більш складних комунікаційних і датчикових додатків.

На відміну від Arduino IDE, TinkerCAD представляє собою багатофункціональну онлайн-платформу, яка забезпечує можливості для 3D-моделювання, а також дизайну і тестування електронних схем. Це середовище включає модуль "Circuits", який дозволяє користувачам віртуально створювати і тестувати електронні схеми, імітуючи використання реальних компонентів, таких як мікроконтролери Arduino, резистори, світлодіоди та інші популярні компоненти. Використання TinkerCAD може значно підвищити рівень доступності освіти у сфері електроніки, забезпечуючи студентам і викладачам можливість експериментувати з схемами без необхідності інвестування у фізичне обладнання. Особлива цінність TinkerCAD полягає у можливості швидкої розробки прототипів та тестування ідей, що дозволяє користувачам негайно перевіряти та модифікувати свої проекти у віртуальному середовищі.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Комбінація Arduino IDE і TinkerCAD створює потужну екосистему для вивчення, дослідження та реалізації проектів в області електроніки і програмування. Використовуючи ці два інструменти разом, можна розширити можливості класичного навчання та надати студентам більше інструментів для інновацій і креативного виразу в технічних дисциплінах. TinkerCAD і Arduino IDE відіграють ключову роль у формуванні освітнього процесу, оскільки вони допомагають містити теоретичні знання з практичними вміннями, надаючи студентам унікальні можливості для розвитку в сучасному технологічному світі.

3.2 Опис запропонованої схеми

У запропонованій схемі використовується мікроконтролер Arduino UNO R3, який є центральним вузлом системи автоматичного освітлення. Вона також включає без пайкову макетну плату на 400 пікселів, модуль фоторезистора на базі LM393, датчик руху HC-SR501, та два світлодіода. Кожен з цих компонентів відіграє важливу роль в реалізації функціональності системи освітлення, яка автоматично реагує на зміни освітленості та рух у контрольованому просторі.

Модуль фоторезистора LM393 використовується для моніторингу рівня освітлення. Принцип роботи цього модуля полягає у зміні електричного опору в залежності від кількості падаючого на нього світла. Ця змінна обробляється Arduino, яке встановлює поріг активації. Коли вимірювання показують, що рівень освітлення впав нижче заданого порога, Arduino активує один зі світлодіодів. Це забезпечує автоматичне включення світла в умовах низької освітленості, підтримуючи комфорт та безпеку у приміщенні або на зовнішній території.

Датчик руху HC-SR501 надає можливість реагувати на рух у зоні дії датчика. Цей датчик використовує інфрачервоні сигнали для виявлення рухомих об'єктів, і коли такий рух зафіксовано, він відправляє сигнал на Arduino який реагує активацією другого світлодіода, створюючи додаткове освітлення, яке не тільки забезпечує більшу видимість, але й сприяє збільшенню безпеки простору.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Для того щоб реалізувати проекту було розроблено код для мікроконтролера Arduino.

Код складається з кількох частин: оголошення констант і змінних, функції `setup()`, яка виконується один раз при запуску програми, та функції `loop()`, яка виконується циклічно.

На початку коду оголошуються кілька констант і одна змінна:

```
const int pirPin = 3;
const int ledPin = 13;
const int ldrPin = A0;
const int PathPin = 12;
int raw = 0;
```

Константа `pirPin` визначає цифровий вхід для підключення PIR сенсора (Датчик руху), який встановлений на цифровий вхід 3. PIR сенсор використовується для виявлення руху. Константа `ledPin` визначає цифровий вхід для світлодіода який буде реагувати на сигнали від датчика руху, він встановлений на цифровий вхід 13. Константа `ldrPin` визначає аналоговий вхід для підключення LDR (Модуль фоторезистора), встановлений на A0. Модуль фоторезистора використовується для вимірювання рівня освітленості. Константа `PathPin` визначає цифровий вхід для іншого світлодіода який буде реагувати на сигнали від модуля фоторезистора, встановлений на цифровий вхід 12. Змінна `raw` призначена для зберігання значення, зчитаного з модуля фоторезистора.

Функція `setup()` виконується один раз при запуску програми і виконує кілька ініціалізаційних дій:

```
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(pirPin, INPUT);
    pinMode(ldrPin, INPUT);
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    pinMode(PathPin, OUTPUT);
}
```

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вона ініціалізує серійне з'єднання з baud rate 9600 для виведення даних у серіальний монітор. Це дозволяє виводити інформацію про рівень освітленості на комп'ютер для подальшого аналізу. Далі встановлюються режими роботи для пінів: pirPin і ldrPin налаштовуються як входи (INPUT), тоді як ledPin і PathPin налаштовуються як виходи (OUTPUT). Це забезпечує коректну роботу підключених сенсорів і світлодіодів.

Функція loop() виконується циклічно і складається з кількох етапів. На першому етапі здійснюється зчитування та виведення значення з модуля фоторезистора:

```
void loop(){
    raw = analogRead(ldrPin);
    Serial.println(raw);
    delay(100);
}
```

Значення аналогового сигналу зчитується з модуля фоторезистора і виводиться в серійний монітор з затримкою 100 мс. Це дозволяє постійно моніторити рівень освітленості. Потім знову зчитується значення з модуля фоторезистора та встановлюється порогове значення для освітленості на рівні 150:

```
int ldrValue = analogRead(ldrPin);
int threshold = 150;
```

Це значення використовується для порівняння з поточним рівнем освітленості, щоб визначити, чи потрібно включити або вимкнути світлодіод, підключений до PathPin.

Наступним етапом є зчитування стану датчика руху для визначення руху:

```
int pirState = digitalRead(pirPin);
```

Стан датчика руху зчитується як цифровий сигнал. Якщо сигнал високий (pirState == HIGH), це означає, що рух виявлено.

Далі виконується управління світлодіодом на основі даних з датчика руху:

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

```

if(pirState == HIGH){
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    delay(1000);
} else {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
}

```

Якщо датчик руху виявляє рух (`pirState == HIGH`), то світлодіод підключений до `ledPin`, включається і залишається увімкненим на 1 секунду. Якщо рух не виявляється, світлодіод вимкнений.

На наступному етапі здійснюється управління іншим пристроєм на основі значення з модуля фоторезистора:

```

if(ldrValue < threshold){
    digitalWrite(PathPin, HIGH);
} else {
    digitalWrite(PathPin, LOW);
}

```

Якщо значення модуля фоторезистора менше порогового (`threshold`), то світлодіод підключений до `PathPin`, включається. В іншому випадку, світлодіод вимкнений.

Завершується функція `loop()` затримкою перед наступною ітерацією циклу:

Ця затримка необхідна для стабілізації роботи системи і уникнення надто частих зчитувань даних з сенсорів. Таким чином, код створює систему, яка реагує на рух і рівень освітленості. Якщо виявляється рух, включається перший світлодіод, а якщо рівень освітленості падає нижче порогу, включається інший світлодіод.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

3.3 Результати роботи моделі

Перевірка правильності роботи проекту є важливим етапом розробки будь-якої технічної системи. У даному підрозділі представлено результати роботи моделі для виявлення руху та зміни освітленості з використанням сенсора руху та модуля фоторезистора. Аналіз результатів тестування, отриманих за допомогою серійного монітора та компіляції проекту, дозволяє оцінити ефективність реалізованої системи.

Перед запуском програми на мікроконтролері була проведена компіляція проекту у середовищі Arduino IDE. Під час компіляції було отримано наступне повідомлення (рисунок 3.1):

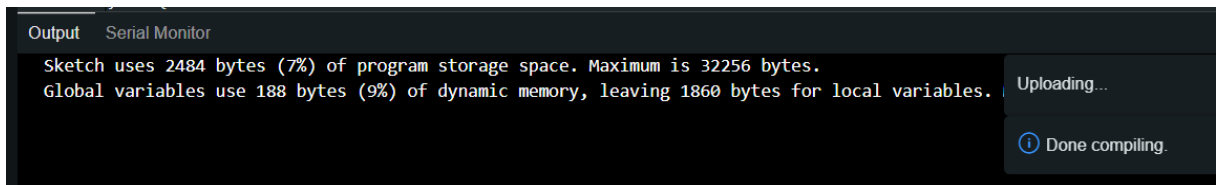


Рисунок 3.1 – Компіляція проекту

Це повідомлення вказує, що проект успішно компілюється, використовуючи 7% програмної пам'яті. Також повідомляється про використання 9% динамічної пам'яті для глобальних змінних, залишаючи 1860 байтів для локальних змінних та інших функцій. Ці дані свідчать про ефективність написаного коду та його оптимальність.

Процес тестування розпочався з підключення сенсора руху та модуля фоторезистора до мікроконтролера Arduino. Програмне забезпечення було завантажено на плату, а для виведення результатів використовувався серійний монітор. Це дозволило отримувати реальні дані про стан фоторезистора та реакцію світлодіоду у режимі реального часу (рисунок 3.2).

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

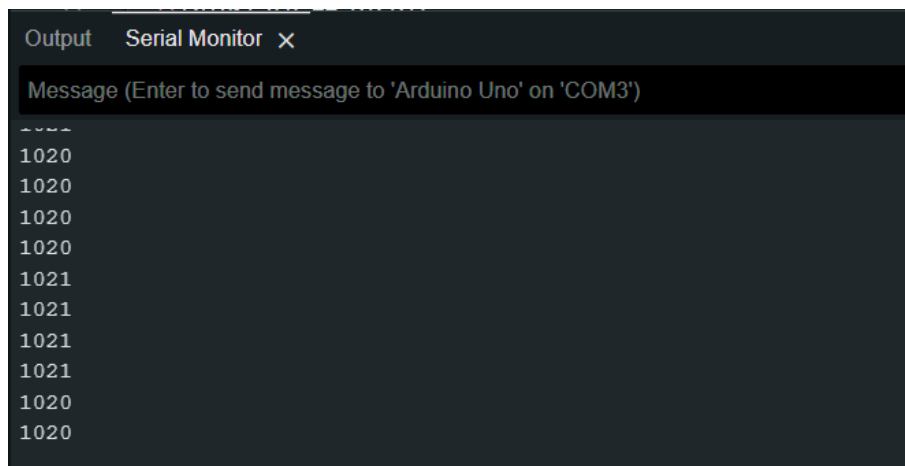


Рисунок 3.2 – Серійний монітор

На зображенні серійного монітора видно дані, що надходять з сенсора руху та фоторезистора в режимі очікування. Значення стабільно змінюються в межах 1020-1021. Ці дані свідчать про стабільний рівень освітленості. Стабільність показників вказує на правильну роботу фоторезистора та відсутність хибних спрацьовувань. У режимі очікування фоторезистор постійно вимірює рівень освітленості навколишнього середовища та передає ці дані на мікроконтролер. Мікроконтролер обробляє отриману інформацію та виводить її на серійний монітор. Таким чином, можна контролювати поточний стан системи в режимі реального часу.

Дані, отримані з серійного монітора (рисунок 3.3), також дозволяють оцінити стабільність роботи фоторезистора та його чутливість до змін освітленості. Це важливо для визначення правильності налаштувань системи та її подальшої оптимізації. У цьому режимі можна переконатися, що всі компоненти працюють належним чином, і немає ніяких несподіваних відхилень у показниках.

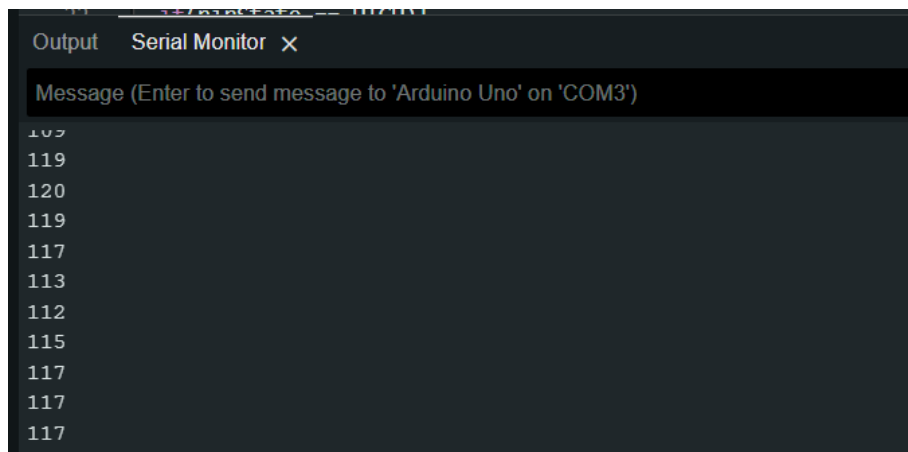


Рисунок 3.3– Серійний монітор

На другому зображенні показано зміну даних після виявлення зміни рівня освітленості. Значення змінюються в межах 117-120, що свідчить про зміну освітленості. Різка зміна показників у порівнянні з режимом очікування дозволяє однозначно визначити момент, коли освітленість змінилася. Це може бути викликано різними факторами, такими як переміщення предметів, зміна інтенсивності світла або інші зміни в навколишньому середовищі.

Такі різкі зміни в показниках є важливими для визначення чутливості системи та її здатності виявляти навіть незначні зміни у рівні освітленості. Це важливо для багатьох застосувань, де необхідна висока точність та швидкодія, наприклад, у системах безпеки або автоматизації домашніх пристроїв.

Фоторезистор миттєво реагує на зміну рівня освітленості та передає ці дані на мікроконтролер. Мікроконтролер обробляє отриману інформацію та виводить оновлені дані на серійний монітор. Це дозволяє в режимі реального часу відстежувати зміни в середовищі та оперативно реагувати на них. Аналіз даних з серійного монітора дозволяє також визначити, як швидко система реагує на зміни в середовищі. Це важливо для оцінки ефективності алгоритмів обробки даних та їх оптимізації для досягнення максимальної швидкодії та точності.

Отримані дані можуть бути використані для подальшого вдосконалення системи, налаштування чутливості фоторезистора та оптимізації алгоритмів обробки сигналів. Це допоможе зробити систему більш точною та надійною, здатною ефективно реагувати на зміни у навколишньому середовищі (рисунок 3.4).

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

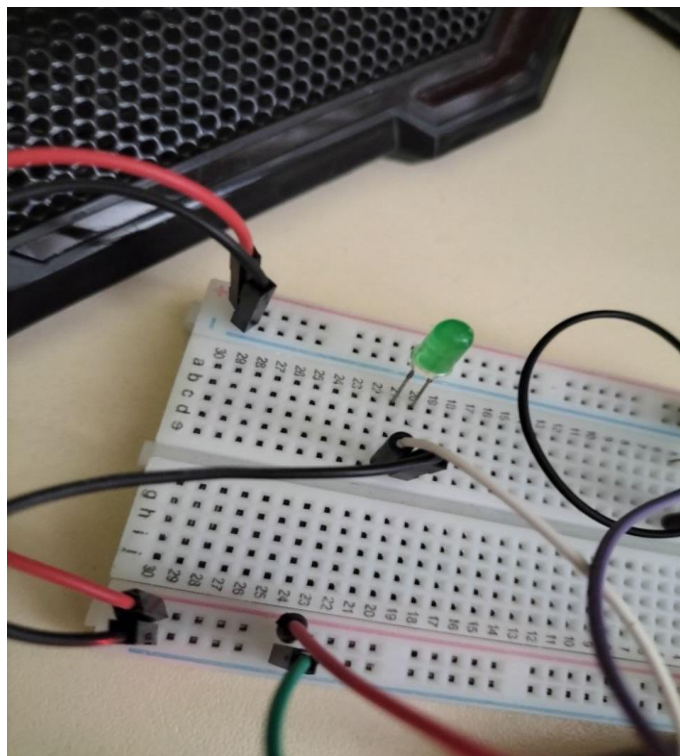


Рисунок 3.4 – Світлодіод вимкнений

У початковому стані, коли сенсор руху не виявляє жодного руху в зоні своєї дії, світлодіод залишається вимкненим. Це свідчить про те, що система перебуває у режимі очікування. Під час цього режиму сенсор руху постійно сканує навколишнє середовище, готовий відреагувати на будь-які зміни. Логіка програми передбачає, що у відсутності руху, сигнал на виході сенсора залишається низьким, що не активує світлодіод. Таким чином, система зберігає енергію, перебуваючи в стані готовності до дії лише за необхідності.

На цьому етапі важливо, щоб всі компоненти системи функціонували належним чином. Під час тестування виявлено, що діод не світиться за відсутності руху, що свідчить про коректну роботу програмного забезпечення та апаратної частини проекту. Це означає, що сигнал з сенсора руху правильно обробляється мікроконтролером і вірно передається на світлодіод (рисунок 3.5).

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

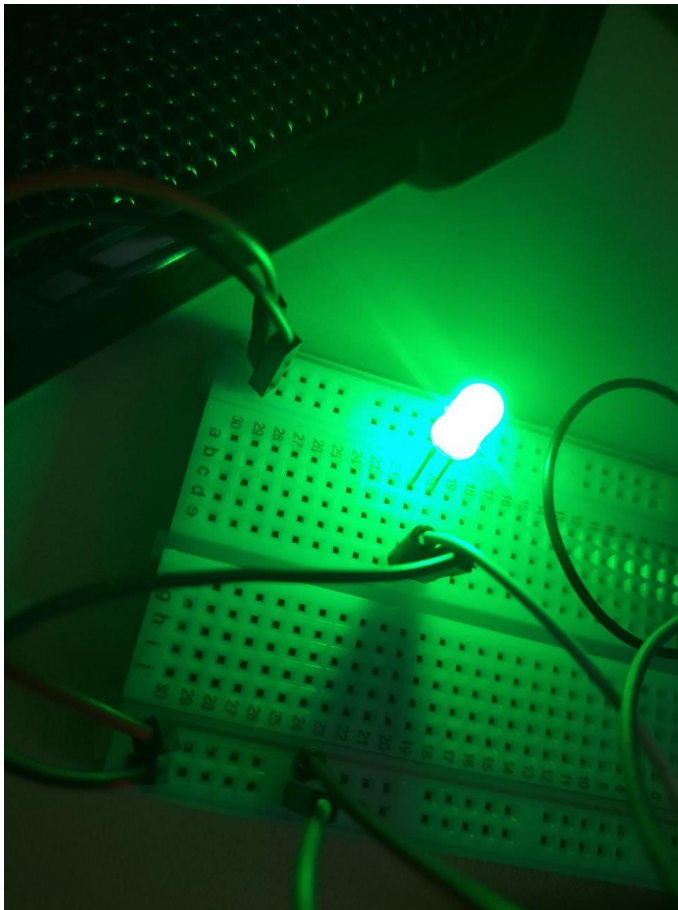


Рисунок 3.5 – Світлодіод увімкнений

Після виявлення руху сенсор руху передає сигнал на мікроконтролер, який у свою чергу активує світлодіод. Це демонструє, що система успішно переходить з режиму очікування до активного стану при виявленні змін у навколишньому середовищі. Коли сенсор руху фіксує рух, він генерує високий сигнал, який спричиняє активацію відповідного виходу мікроконтролера, що вмикає світлодіод.

Світлодіод світиться, підтверджуючи, що сенсор руху успішно виявив рух та активував відповідну реакцію системи. Це важливий момент, який демонструє коректну роботу всіх компонентів системи та правильну обробку сигналів від сенсора руху. Активований світлодіод служить візуальним індикатором того, що система працює належним чином і готова до виконання поставлених завдань.

Під час тестування було виявлено, що система реагує на рух без затримок, що свідчить про високу швидкодію і точність сенсора руху. Це критично важливо для застосувань, де потрібна миттєва реакція на зміну умов, наприклад, у системах безпеки. Окрім візуального підтвердження, такий підхід до тестування дозволяє

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

впевнитися у правильній роботі алгоритмів обробки даних і керування пристроями, що використовуються в проекті. Це підтверджує, що система здатна стабільно і надійно виконувати свої функції у різних умовах, зберігаючи при цьому високий рівень ефективності.

Отримані результати підтверджують, що розроблена модель виконує свої функції належним чином. Система реагує на зміну рівня освітленості, активуючи світлодіод у відповідь на виявлення руху. Дані з серійного монітора демонструють, що фоторезистор надає стабільні та точні значення у різних умовах. Успішна компіляція проекту вказує на правильну реалізацію програмного забезпечення, що підтверджується фактичною роботою системи. Важливо зазначити, що використання пам'яті є оптимальним, що дозволяє залишати достатньо ресурсів для можливого розширення функціональності.

Попри те, що модель працює належним чином, існують можливості для її подальшого вдосконалення. Перше, що можна покращити, це алгоритм обробки даних. Використання більш складних алгоритмів дозволить ефективніше фільтрувати хибні спрацьовування та обробляти сигнали від фоторезистора. Це підвищить точність системи та зменшить кількість помилкових реакцій. Друге, що можна вдосконалити, це розширення функціональності. Додавання можливості відправки сповіщень на мобільні пристрої при виявленні руху або зміні освітленості зробить систему більш зручною та корисною. Це дозволить користувачам миттєво отримувати інформацію про зміни в середовищі, що є особливо важливим для систем безпеки. Третє на що варто звернути увагу, це оптимізація енергоспоживання. Використання енергоефективних компонентів допоможе знизити споживання енергії, що є особливо важливим для автономних систем. Зниження енергоспоживання дозволить збільшити час роботи системи без необхідності заміни або підзарядки батарей.

Всі ці вдосконалення сприятимуть підвищенню ефективності та надійності системи, а також розширять її функціональні можливості, що зробить її більш привабливою для користувачів та потенційних замовників.

Отже Розроблена модель успішно виконує поставлені завдання зі зміни рівня освітленості та активації світлодіоду при виявленні руху. Перевірка

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

правильності роботи проекту показала, що система є надійною та ефективною. Отримані результати підтверджують можливість її використання у різних умовах та для різних застосувань. Це дослідження є важливим етапом у розробці більш складних систем автоматизації та безпеки, демонструючи практичність та ефективність використання простих електронних компонентів у таких системах.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

ВИСНОВКИ

У ході виконання даного дослідження було розроблено та впроваджено модуль освітлення прибудинкової території "розумного" будинку на базі мікроконтролера Arduino Uno. Основною метою роботи було створення ефективної системи керування освітленням, яка враховує умови навколишнього середовища та забезпечує оптимальний рівень освітлення з мінімальним споживанням енергії.

У процесі дослідження було досягнуто таких результатів:

1) Проведено всебічний огляд сучасних технологій автоматизації освітлення та їх застосування в системах "розумного" будинку. Визначено основні тенденції та перспективи розвитку даної галузі.

2) Проаналізовано вимоги до систем освітлення прибудинкових територій, що дозволило визначити ключові параметри для розробки алгоритму керування.

3) Розроблено та реалізовано алгоритм керування освітленням на основі даних від датчиків руху та освітленості. Запропонований алгоритм забезпечує автоматичне ввімкнення та вимкнення освітлення залежно від рівня освітленості та наявності руху.

4) Проведено комплексне тестування розробленої системи, результати якого підтвердили її ефективність та надійність. Система демонструє високу точність у виявленні руху та реагуванні на зміни освітленості, що дозволяє забезпечити комфорт та безпеку мешканців при мінімальних витратах на електроенергію.

Розроблений модуль освітлення має низку переваг, серед яких:

1) Висока енергоефективність, що досягається завдяки використанню світлодіодів та алгоритмів автоматичного керування.

2) Простота інтеграції з іншими компонентами системи "розумного" будинку завдяки використанню мікроконтролера Arduino Uno.

3) Можливість розширення функціональності за рахунок додавання нових датчиків та модулів.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Результати цього дослідження можуть бути використані для вдосконалення існуючих систем освітлення та впровадження новітніх інтелектуальних рішень у сфері управління житловими комплексами. Запропоновані рішення можуть бути адаптовані для різних умов експлуатації, забезпечуючи тим самим високий рівень комфорту та безпеки для користувачів. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення алгоритмів керування освітленням, інтеграцію системи з іншими компонентами "розумного" будинку, а також на розробку більш енергоефективних рішень для освітлення прибудинкових територій.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. H. Rahadian, W. Nugroho and D. N. Izzhati, "Siemens CPU1215C input expansion and remote monitoring with Arduino bridge," *2016 6th International Annual Engineering Seminar (InAES)*, Yogyakarta, Indonesia, 2016, pp. 159-164.
2. A. Efendi, A. Siswanto and A. Sudarman, "Application Control and Monitoring of Light Usage in Smart Home Environment," *2018 Third International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, Palembang, Indonesia, 2018, pp. 1-5.
3. S. Arakliotis, D. G. Nikolos and E. Kalligeros, "LAWRIS: A rule-based arduino programming system for young students," *2016 5th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCASST)*, Thessaloniki, Greece, 2016, pp. 1-4.
4. H. Rahadian, W. Nugroho and D. N. Izzhati, "Siemens CPU1215C input expansion and remote monitoring with Arduino bridge," *2016 6th International Annual Engineering Seminar (InAES)*, Yogyakarta, Indonesia, 2016, pp. 159-164.
5. B. Madoš, N. Ádám, J. Hurtuk and M. Čopjak, "Brain-computer interface and Arduino microcontroller family software interconnection solution," *2016 IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMII)*, Herlany, Slovakia, 2016, pp. 217-221.
6. B. N. Venkata, S. P. Boddapati, S. Vanka, V. R. Kumar Karimikonda, K. Mandava and M. Gunji, "Automated Cleaning Machine using Arduino UNO," *2023 Second International Conference on Electronics and Renewable Systems (ICEARS)*, Tuticorin, India, 2023, pp. 542-547.
7. S. Bajpai and D. Radha, "Smart Phone as a Controlling Device for Smart Home using Speech Recognition," *2019 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, Chennai, India, 2019, pp. 0701-0705.
8. A. G. Ismaeel and M. Q. Kamal, "Worldwide auto-mobi: Arduino IoT home automation system for IR devices," *2017 International Conference on Current*

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Research in Computer Science and Information Technology (ICCIT), Sulaymaniyah, Iraq, 2017, pp. 52-57.

9. T. E. Abdulabbas, S. M. Mahmoud and A. Z. Abdulsattar, "Automated Smart Home Based on Arduino Applications," 2022 2nd International Conference on Advances in Engineering Science and Technology (AEST), Babil, Iraq, 2022, pp. 657-662.

10. V. Govindraj, M. Sathiyarayanan and B. Abubakar, "Customary homes to smart homes using Internet of Things (IoT) and mobile application," 2017 International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon), Bengaluru, India, 2017, pp. 1059-1063.

11. Chengming, Li, Zhaoxin, Dai, Xiaoli, Liu, & Wei Sun. (2020). Evaluation System: Evaluation of Smart City Shareable Framework and Its Applications in China. Sustainability, 12(7), 29–57.

12. Hrytsiuk, Y. I. (2022). Features of giving preference to the characteristics of the software product quality model. Scientific Bulletin of UNFU, 32(3), 79-102.

13. Herman van den Bosch. 22. Two 100 smart city missions – Twice an ill-advised leap forward. Amsterdam Smart City. Retrieved from: <https://amsterdamsmartcity.com/updates/news/22-two-100-smart-city-missions-twice-an-ill-advised-leap-forward>.

14. Power, D. (1997). What is a DSS?. The On-Line Executive Journal for Data Intensive Decision Support, 1(3), 15–20. Pozdniakova, A. M. (2019). Vprovadzhennia kontseptsii ro-zumnykh stalykh mist v Ukraini: osoblyvosti ta rekomendatsii Rozvytok produktyvnykh syl i rehionalna ekonomika, 2(70), 49–57. <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2019-2-33>.

15. Scenic Rim Smart Region Strategy – Scenic Rim Regional Council. Scenic Rim Regional Council. Retrieved from: <https://www.scenicrim.qld.gov.au/scenic-rim-smart-region-strategy>.

16. Vladova, G., & Knieling, J. (2020). "Smart Region" governance for innovation. Rural-Urban Linkages for Sustainable Development. Routledge, 15–20

17. Suggested citation: Angelidou, M., Politis, C., Psarra, F., Trendera-fili, K., Fellnhofer, K., Bakratsas, T., Panori, A., & Buongiovanni, C. (2020). Deliverable 2.1:

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Report on the identification of emerging territorial trends, drivers & potential impacts. RRI2SCALEproject (G. A. No 8725260). Horizon. European Union. Retrieved from: <https://rri2scale.eu/wp-content/uploads/2022/01/D2.1-Report-on-the-identification-of-emerging-territorial-trends-drivers-potential-impacts.pdf>

18. Розумне освітлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://milight.com.ua/ua/umnoe-osveshchenie/>

19. Технологія розумного будинку: як AI створює простір, комфортний для життя [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.everest.ua/tehnologiya-rozumnogo-budynku-yak-ai-stvoryuye-prostir-komfortnyj-dlya-zhyttya/>

20. Котунова, Д. Г. Огляд ДІУ елементів для систем «Smart Home» / Д. Г.Котунова, О. М. Павловський // XIII Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 13-14 травня 2020 р., м. Київ, Україна : збірник праць конференції. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – С. 35–38.

21. Моніт Я.В. Система «Розумний будинок» з відкритим програмним забезпеченням/ Я.В.Моніт // XIX науково-технічна конференція студентів та молодих учених «Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки», 15-16 лютого 2016 р. – К.: «Політехніка», 2016. – С.43-44.

22. An Overview of Home Automation Systems [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7791223/>.

23. Dickson B. How to prevent your IoT devices from being forced into botnet bondage [Електронний ресурс] / Dickson. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://techcrunch.com/2016/08/16/how-to-prevent-your-iot-devices-from-being-forced-into-botnet-slavery/>.

24. Patrascu M. Integrating Services and Agents for Control and Monitoring: Managing Emergencies in Smart Buildings. Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing and Robotics. / Patrascu., 2014. – 544 с.

					КП.КІ. 07119/20.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		