



Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ Комп'ютерної інженерії та управління \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ Автоматизації проектування обчислювальної техніки \_\_\_\_\_  
Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалаврський) \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 123 Комп'ютерна інженерія \_\_\_\_\_  
Тип програми \_\_\_\_\_ Освітньо-професійна \_\_\_\_\_  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Комп'ютерна інженерія \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Здобувачу \_\_\_\_\_ Кохану Антону Івановичу \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Пристрій автоматичного керування освітленням на базі мікроконтролера

затверджена наказом університету від " 21 " \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2025 р. № 403 Ст \_\_\_\_\_

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_ 20.06.2025 \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_  
Arduino Uno r3,

ІЧ-датчик руху HC-SR501, фоторезистор,

реле напруги,

Середовище програмування

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі \_\_\_\_\_

Аналіз предметної галузі та постановка задачі проектування.

Розробка програмної частини пристрою.

Розробка апаратної частини пристрою.

Тестування роботи пристрою. Програмування мікроконтролерного пристрою. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) \_\_\_\_\_  
12 слайдів

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача теми проекту, узгодження і затвердження теми	02.05.2025-02.05.2025	
2	Аналіз проблемної галузі, постановка задачі, вибір інструментальних засобів	03.05.2025 -8.05.2025	
3	Розробка електричної схеми пристрою	9.05.2025 -12.05.2025	
4	Реалізація макету пристрою	13.05.2025 -20.05.2025	
5	Розробка програми для мікроконтролера	25.05.2025 -29.05.2025	
6	Тестування системи	30.05.2025 -04.06.2025	
7	Оформлення пояснювальної записки	05.06.2025 -07.06.2025	
8	Перевірка виконаного проекту керівником, допуск до захисту	08.06.2025 -10.06.2025	
9	Захист проекту	16.06.2025 -25.06.2025	

Здобувач \_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

(підпис)

проф. Литвинова Є. І.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи бакалавра: 49 с., 29 рис.,  
15 джерел, 1 додаток

ОСВІТЛЕННЯ, ДАТЧИК, ТАЙМЕР, ARDUINO, МІКРОКОНТРОЛЕР,  
IDE, КЕРУВАННЯ

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення продуктивності та зменшення вартості пристрою автоматичного керування освітленням за рахунок використання мікроконтролера Arduino Uno.

Виконано огляд аналогічних пристроїв, розробку структурної схеми, апаратного та програмного забезпечення, тестування пристрою. Пристрій забезпечує автоматичне вмикання та вимикання світла в залежності від наявного руху та поточного освітлення. Для розширення функцій пристрій може бути інтегрований з системами розумного дому.

## ABSTRACT

The pre-certification practice report contains 49 pages, 19 figures, 15 references, 1 appendix

LIGHTING, SENSOR, TIMER, ARDUINO, MICROCONTROLLER, IDE

The purpose of the qualification work is to increase the performance and reduce the cost of an automatic lighting control device using the Arduino Uno microcontroller.

A review of similar devices, development of a structural diagram, hardware and software, and testing of the device were performed. The device provides automatic switching on and off of light depending on the available movement and current lighting. To expand the functions, the device can be integrated with smart home systems.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	7
ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ .....	10
1.1 Еволюція освітлення .....	10
1.2 Системи керування освітленням.....	11
1.3 Мікроконтролери.....	21
1.4 Типи мікроконтролерів .....	22
1.5 Платформи на мікроконтролерах .....	24
2 АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЮ .....	28
2.1 Arduino Uno.....	28
2.2 ІЧ-датчик руху HC-SR501 .....	32
2.3 Фоторезистор GL5528 .....	33
2.4 Реле напруги KY-019.....	34
2.5 Макетна плата.....	35
3 РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ .....	36
3.1 Принцип роботи пристрою .....	36
3.2 Схема підключення .....	37
3.3 Програмна реалізація .....	38
3.4 Тестування пристрою .....	40
ВИСНОВКИ .....	46
ДОДАТОК А Графічний матеріал.....	50

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ  
І ТЕРМІНІВ

IT – інформаційні технології

V – вольт

A – ампер

Lк – люкс

ІЧ – інфрачервоний

РЧ – радіочастотний

WI-FI – бездротова локальна мережа

EPROM – електрично програмований постійний запам'ятовуючий пристрій

RAM – оперативна пам'ять з довільним доступом

АЛП – арифметико-логічний пристрій

CISC – комп'ютер зі складним набором команд

RISC – обчислення зі скороченим набором команд

IDE – інтегроване середовище розробки

GND – заземлення

АЦП – аналогово-цифровий перетворювач

GSM – глобальна система мобільного зв'язку

VDC – напруга постійного струму

## ВСТУП

У сучасному світі проблема раціонального використання енергоресурсів набуває дедалі більшої актуальності. Зростаючі тарифи на електроенергію, екологічні виклики та обмеженість традиційних джерел енергії спонукають людство шукати нові шляхи підвищення енергоефективності. Одним із напрямів, де спостерігається значне енергоспоживання, є освітлення — як зовнішнє, так і внутрішнє. Освітлювальні системи постійно функціонують у міському середовищі, промисловості, офісах, навчальних закладах і житлових приміщеннях, споживаючи суттєву частку загального енергетичного балансу.

На жаль, традиційні методи керування освітленням часто є неефективними, адже передбачають ручне вмикання або вимикання світла, що призводить до його марного використання в порожніх кімнатах, під час денного світла або при відсутності необхідності. Така надмірність не лише збільшує витрати на електроенергію, а й спричиняє зайві навантаження на електромережі, скорочує термін експлуатації освітлювальних приладів і збільшує викиди вуглекислого газу в атмосферу.

Одним із дієвих рішень цієї проблеми є впровадження систем автоматичного керування освітленням, які враховують рівень природної освітленості та наявність руху в приміщенні. Подібні системи дозволяють оптимізувати витрати енергії, водночас підвищуючи комфорт користувачів. Завдяки автоматичному аналізу умов навколишнього середовища такі пристрої самостійно приймають рішення щодо доцільності увімкнення або вимкнення світла, зменшуючи участь людини в цьому процесі.

В умовах розвитку мікроелектроніки та доступності апаратних рішень реалізація подібних систем стала можливою навіть у домашніх умовах. Однією з найпопулярніших платформ для побудови автоматизованих пристроїв є Arduino — відкрита апаратна екосистема, яка надає широкі

можливості для проєктування, тестування та реалізації керуючих систем. Вона дозволяє створити повноцінну систему моніторингу та керування без потреби у складних або дорогих компонентах.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення продуктивності та зменшення вартості пристрою автоматичного керування освітленням за рахунок використання мікроконтролера.

Задачі, які потрібно вирішити: огляд аналогічних пристроїв, розробка структурної схеми пристрою, розробка апаратного та програмного забезпечення, тестування пристрою.

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

## 1.1 Еволюція освітлення

Від мерехтливого полум'я стародавніх смолоскипів до теплового сяйва ламп розжарювання — історія домашнього освітлення є розповіддю про інновації та прогрес. Первісні люди покладалися на природні джерела світла, такі як сонце і вогонь, щоб освітлювати своє житло. Із розвитком цивілізацій люди почали експериментувати з різними способами створення штучного освітлення. Масляні лампи, свічки та газові ліхтарі використовувалися для освітлення осель, але часто вони були задимленими, тьмяними та небезпечними.

Винахід електричної лампочки наприкінці XIX століття здійснив революцію в домашньому освітленні. Електричне світло було яскравішим, чистішим і безпечнішим за традиційні джерела світла, і воно швидко стало стандартом освітлення в оселях. Спочатку електричне освітлення було розкішшю, доступною лише багатим, але з часом воно стало більш доступним і поширеним серед широкого загалу.

Із поширенням електричного освітлення люди почали експериментувати з різними способами його використання для створення певного настрою та атмосфери в оселі. На початку XX століття рух Ар-Деко популяризував використання непрямого освітлення для створення м'якого, розсіяного сяйва. У 1950-х і 1960-х роках зростання популярності модернізму призвело до переваги простих, функціональних світильників, які підкреслювали чисті лінії та геометричні форми.

Друга половина XX століття разом з розвитком електроніки відкрила нові горизонти у сфері освітлення. З'явилися флуорисцентні лампи, що забезпечували більшу кількість світла за менше використання енергії, а

згодом світ побачив світлодіодні технології, які стали справжнім проривом у енергоефективності, довговічності та екологічності. Такі лампи не лише споживали у десятки разів менше енергії, ніж традиційні лампи розжарювання, але й відкрили можливості для гнучкого дизайну освітлення, включаючи кольорову палітру та регулювання яскравості.

У наш час розвиток розумних технологій зробив освітлення ще більш інтегрованим у повсякденне життя. Сьогодні освітлення це не просто функціональна потреба, а засіб відтворення комфорту, безпеки та естетики, який продовжує еволюціонувати разом із технологічним прогресом.

## 1.2 Системи керування освітленням

Останніми роками поява технологій «розумного» освітлення відкрила абсолютно нові можливості для домашнього освітлення. Смарт-лампи можна керувати дистанційно за допомогою смартфонів або голосових асистентів, а також програмувати на зміну кольору, яскравості та температури світла протягом дня. Розумне освітлення також можна інтегрувати з іншими пристроями розумного дому, такими як термостати чи системи безпеки, створюючи по-справжньому взаємопов'язане середовище.

Керування освітленням може варіюватися від простих настінних вимикачів до складних систем затемнення, інтегрованих з іншими системами будівлі. Кожна система керування освітленням має унікальні можливості та ціновий діапазон. Зазвичай саме належить вирішити, яка система найкраще відповідатиме потребам власника будівлі.

Оскільки потреби в освітленні змінюються залежно від призначення простору (наприклад, офіси, коридори, кабінети, навчальні кімнати) та особливостей приміщення (розмір і форма кімнати, висота стелі, наявність природного освітлення), більшість будівель включають у себе кілька типів систем керування освітленням. Комбінування доступних технологій часто дозволяє досягти найбільш економічно вигідного рішення.

Автоматичне керування освітленням стає невід'ємною складовою розумного будинку, що дозволяє підвищити комфорт користувача, оптимізувати використання енергоресурсів та зменшити затрати на електроенергію. Системи автоматизації освітлення базуються на різних принципах реалізації та включають декілька способів керування.

Розглянемо основні з них нижче.

Керування датчиками руху. У якості сигналізаторів і датчиків — пристроїв для вимірювання певних параметрів — люди використовують найрізноманітніші, іноді досить незвичні прилади. Сьогодні в побуті найбільш популярними є автоматичні вимикачі освітлення на основі датчиків руху (піроелектричних датчиків). Вони дозволяють спростити керування освітлювальними приладами, автоматизувати їхню роботу, заощаджувати електроенергію й загалом додають у дім господаря більше комфорту, ніж турбот. Тобто роблять дім «розумним», керованим і безпечним.

Невеличка «коробочка», що встановлюється на стіні або стелі, керує освітленням вмикаючи його при наближенні людини [1].

Розглянемо детальніше принцип роботи такого датчика.

Мікрохвильові сенсори — або датчики руху, або присутності (об'єму) — реагують на теплове випромінювання живої істоти чи агрегату або ж активно, подібно до радіолокатора, «обмацують» контрольовану зону мікрохвильовим випромінюванням. Як виконавчий (комутуючий) елемент у мережі 220V такі датчики використовують електромагнітне реле, тому вони можуть вмикати не лише світильник, а й будь-яке інше активне навантаження (вентилятор, телевізор, охоронну сигналізацію). Діапазони вибору паспортної потужності датчика та зони його дії — досить широкі.

Так, наприклад, в інфрачервоних приладах Steinel (C8055–C8067) (рис. 1.1) датчик із сегментованою лінзою Френеля контролює півколо радіусом до 12 м, а датчик із напівсферичною мульти-лінзою охоплює площу до 450 м<sup>2</sup> у межах кута 360°

Поверотом лінзи можна досягти оптимального спрацьовування датчика за відстанню, а за допомогою шторок — обмежити кут охоплення. Регулюються також час увімкнення, тобто період, протягом якого світло залишатиметься ввімкненим після того, як «тепловий» об'єкт покине зону дії датчика, а також поріг сутінків, тобто рівень освітленості, при якому світло автоматично вмикається [2].



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд датчика Steinel

Перевагами таких датчиків є доступність, енергозбереження та зручність.

Керування за допомогою датчиків освітлення. Датчики освітленості використовуються для автоматичного ввімкнення освітлення у темний час доби. Вони фіксують зниження зовнішньої освітленості в приміщенні нижче допустимого рівня і подають сигнал на увімкнення. Датчик освітленості складається з електронного вимикача та фотоелемента. Існують такі типи датчиків освітленості:

- прості — для вмикання та вимикання за сигналом від датчика;
- програмовані — крім функції реагування на сигнал датчика, мають вбудований таймер-програматор;

– багатофункціональні — мають входи для підключення додаткових керуючих вимикачів, які змінюють режим основної програми (примусове ввімкнення освітлення, чергове та аварійне освітлення) [3].

Як приклад розглянемо фотометричний датчик освітленості VIDEX 10A (рис 1.2), призначений для керування системою освітлення. Він аналізує рівень світла у приміщенні або вулиці та в потрібний момент включає та вимикає додаткове освітлення. Використання фотометричного датчика дозволяє заощаджувати кошти на електроенергії, оскільки прожектор або світильник буде працювати лише тоді, коли це необхідно. Цей пристрій буде чудовим вибором для дачних ділянок, прибудинкових територій, систем дорожнього освітлення, а також для зон відпочинку.



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд фотометричного датчика Videx

Вологість повітря і температура не впливатимуть на спрацювання датчика. Ось деякі характеристики цієї моделі:

- вмикання та вимкнення залежно від освітленості: <10-100 лк (ВКЛ); >40-250 лк (ВИКЛ) (доступне регулювання порогового рівня освітленості);
- ступінь захисту: IP44;

– робоча температура: від  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Датчик встановлюється на рівній поверхні при відключеній подачі електроживлення (рис. 1.3) [4].

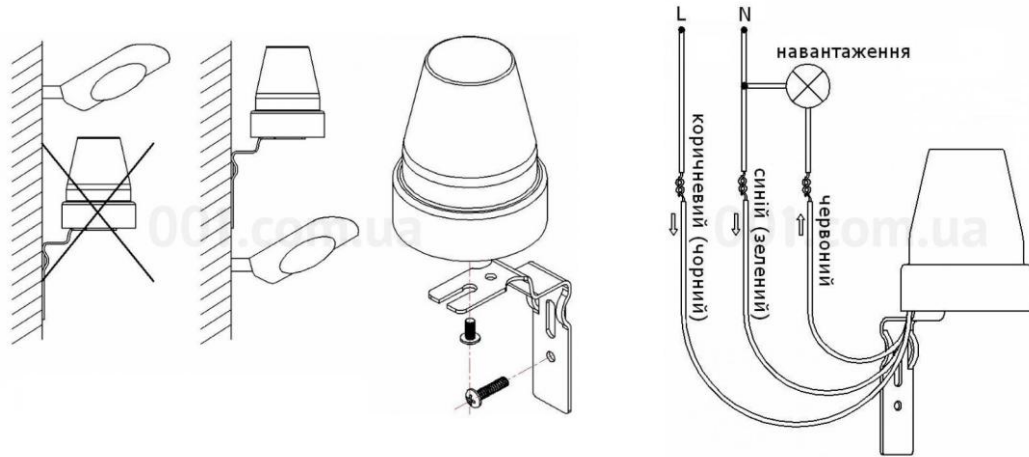


Рисунок 1.3 – Встановлення та схема підключення датчика освітлення

Часове керування. Таймери увімкнення та вимкнення, реле часу використовуються для автоматичного керування електроприладами згідно з наперед заданою програмою в межах певного проміжку часу. Їх широко використовують в управлінні різноманітних технологічних процесів, електронагрівальних та інших побутових приладів, типу акваріумів або зволожувачів повітря. У сільському господарстві таймери можуть керувати годівницями та поїлками для тварин. В промисловості виступають частиною автоматизованих систем керування. Загалом ці пристрої незамінні в ситуаціях, в яких необхідно забезпечити керування приладом за часом доби, днем тижня або у межах певного циклу. Тож таймери однією зі складових частин керування зовнішнім та внутрішнім освітленням.

Таймер освітлення - електричне коло, що має вбудований годинник. Він дозволяє автоматично вмикати або вимикати освітлення в певний час відповідно до вимог користувача. Цифрові таймери зазвичай підключаються

до електричного ланцюга, що живиться від мережі. Вони оснащені схемами синхронізації, що перемикають пристрої і не мають рухомих частин. Такі вимикачі можуть використовуватися для вмикання або вимикання світла в обраний користувачем час. Деякі моделі дають змогу встановлювати циклічний режим роботи відповідно до заданого графіка [5].

Типи таймерів показано на рис. 1.4 [5].



Рисунок 1.4 – Типи таймерів для освітлення

– таймери для автоматичного освітлення. Їх зазвичай використовують для зміни рівня освітлення в різний час доби. Встановлюється бажана схема освітлення та забезпечуються різні рівні освітленості у певний час. До загальних характеристик таких вимикачів належать автоматичне перемикання на літній/зимовий час, світлодіодні/ЖК-дисплеї та внутрішні батареї [5];

– програмовані таймери для освітлення. Виробники пропонують низку програмованих таймерів для освітлення з різною кількістю

налаштувань увімкнення і вимкнення. Ці пристрої дають змогу створювати різні графіки освітлення завдяки більш точному налаштуванню. Програмовані вимикачі більш універсальні, ніж механічні альтернативи, проте складніші у налаштуванні [5];

- бездротові та інтелектуальні таймери для освітлення. Ці таймери можуть керуватись дистанційно за допомогою різних гаджетів. Розумні таймери можна налаштувати через смартфон або планшет. Деякі з них підключаються через Bluetooth для можливості голосового управління[5];

- цифрові таймери для освітлення. Існує широкий вибір цифрових таймерів для освітлення з дисплеями, що легко читаються. З їхньою допомогою можна змінювати рівень освітлення в різний час дня і ночі. Ці вимикачі легко встановлювати і програмувати [5];

- світлочутливі таймери дають змогу контролювати рівень природного освітлення протягом дня та ночі. Їх можна налаштувати так, щоб вони вмикалися, коли природне освітлення падає нижче певного рівня [5];

- мініатюрні таймерні вимикачі можна встановлювати до різних розподільчих коробок. Деякі моделі мають дистанційне керування за допомогою смартфонів і планшетів. Як можна побачити з назви, дані таймери компактні, що робить ідеальними для сучасних житлових приміщень[5];

- сходові реле. Таймери для сходових вимикачів встановлюються для освітлення сходів, коридорів або вестибюлів. Вони також налаштовуються на підтримання рівня освітлення протягом часу, що необхідний людині для того, щоб піднятися або спуститися сходами [5];

- сутінкові таймери використовуються для освітлення різних об'єктів на відкритому повітрі. Вони прикріплюються до кріплень на стінах або стовпах, і на них встановлюються тимчасові затримки, що залежать від необхідних змін освітлення[5];

- багатоканальні таймери для освітлення можуть одночасно керувати двома або більше каналами з незалежним виходом. Вони

використовуються в налаштуванні рівня освітлення в приміщеннях або на вулиці [5].

Головною перевагою таймеру освітлення є зручність, що полягає в автоматичному вмиканні освітлення у певний час доби.

Дистанційне керування за допомогою пульта або смартфона. Дистанційне керування представляє собою складніший функціонал, ніж просто вмикання чи вимикання світла за допомогою пульта. Сучасні системи розумного освітлення дозволяють повноцінно керувати пристроями на відстані, використовуючи мобільні застосунки, що встановлюються на смартфон. Підключення такої системи до інтернету надає користувачу змогу контролювати освітлення у будь-якій точці будинку незалежно від того, де він сам знаходиться, що забезпечує високий рівень комфорту.

Розглянемо найпоширеніші способи дистанційного керування.

Інфрачервоні пульти дистанційного керування (рис. 1.5) використовують інфрачервоні сигнали для зв'язку з вашими лампами, подібно до того, як працює пульт дистанційного керування телевізора. Цей метод вимагає прямої видимості, тобто користувачеві потрібно спрямувати пульт безпосередньо на лампу, щоб він працював.

Хоча ІЧ-пульти дистанційного керування прості та ефективні, вони найкраще підходять для невеликих приміщень, де перешкоди не блокуватимуть сигнал. У великих приміщеннях або якщо потрібно керувати освітленням з іншої кімнати, ІЧ-пульти дистанційного керування можуть бути недостатньо ефективними.

Радіочастотні пульти дистанційного керування (рис 1.6): ці пульти використовують радіохвилі для надсилання сигналів до ваших світильників, а це означає, що не потрібна пряма видимість. Це робить РЧ-пульти дистанційного керування ідеальними для великих будинків або приміщень, де потрібно регулювати освітлення, не перебуваючи поблизу. Вони пропонують більший радіус дії порівняно з ІЧ-пультами, що робить їх універсальним вибором.



Рисунок 1.5 – Типовий ІЧ-пульт керування світильником



Рисунок 1.6 – Дистанційний вимикач з пультом

Пульти дистанційного керування Bluetooth (рис. 1.7): зазвичай вони забезпечують хороший радіус дії та можуть керуватися за допомогою смартфона або планшета. Це означає, що ви можете керувати кількома лампами з одного пристрою, що полегшує створення ідеальної системи

освітлення для будь-якої події. Пульти дистанційного керування Bluetooth чудово підходять для тих, хто цінує вишуканість керування освітленням і хоче зручності керування ними за допомогою своїх мобільних пристроїв.



Рисунок 1.7 – Bluetooth-пульт

Пульти дистанційного керування Wi-Fi (рис. 1.8): такі прилади підключаються до бездротової мережі вашого дому, що дозволяє керувати ними практично з будь-якого місця за допомогою застосунку для смартфона. За допомогою пульта дистанційного керування Wi-Fi ви можете налаштовувати параметри, встановлювати розклади та інтегрувати освітлення з іншими пристроями розумного дому. Пульти дистанційного керування Wi-Fi пропонують безперешкодну інтеграцію та високий рівень зручності, що робить їх найсучаснішим варіантом для сучасного життя [6].



Рисунок 1.8 – Wi-Fi пульт

Дистанційне керування актуальне своїм комфортом та гнучкістю, що надає можливість керувати освітленням майже з будь-якої точки будинку, не перебуваючи у конкретній кімнаті.

### 1.3 Мікроконтролери

Мікроконтролер — це комп'ютерна система керування на одному кристалі. Вона має багато вбудованих електронних схем, які можуть декодувати письмові інструкції та перетворювати їх на електричні сигнали. Потім мікроконтролер покроково виконує ці інструкції та виконує їх одну за одною. Як приклад, мікроконтролеру можна дати інструкцію вимірювати температуру в кімнаті та вмикати обігрівач, якщо вона охолоне.

Мікроконтролери зараз змінюють електронні конструкції. Замість того, щоб жорстко з'єднувати кілька логічних вентилів разом для виконання певної функції, ми тепер використовуємо інструкції для електронного підключення вентилів. Список цих інструкцій, що передаються мікроконтролеру, називається програмою.

Усередині мікроконтролера програма, яку ми пишемо, зберігається в області, що називається EPROM – електрично програмований постійний запам'ятовуючий пристрій. Ця пам'ять є енергонезалежною та запам'ятовується після вимкнення живлення. Пам'ять програмується електрично за допомогою апаратного забезпечення, яке називається програматором. Інструкції, які ми програмуємо в наш мікроконтролер, працюють шляхом переміщення та маніпулювання даними в комірках пам'яті, відомих як файли та реєстри користувача. Ця пам'ять називається RAM (Random access memory).

#### 1.4 Типи мікроконтролерів

Мікроконтролери можна класифікувати за розрядністю:

– 8-бітні – внутрішня шина має ширину 8 біт, АЛП виконує операції з 8 бітами одночасно. Приклад: Intel 8031/8051, PIC1x, Motorola MC68HC11;



Рисунок 1.9 – Мікроконтролер Intel 8051

– 16-бітні – шина має 16-бітну ширину, що забезпечує кращу точність та продуктивність, може обробляти ширший діапазон чисел (від 0x0000 до 0xFFFF, або від 0 до 65535). Приклад: Extended 8051XA, PIC2x, Intel 8096, Motorola MC68HC12;

– 32-бітні – використовують 32-бітні інструкції для операцій, використовуються в передових системах, так як медичні пристрої або системи керування двигунами. Приклад: сімейство Intel/Atmel 251, PIC3x.

За типом пам'яті:

– мікроконтролер вбудованої пам'яті – всі функції вбудовані в чип, включає пам'ять програм, даних, порти введення/виведення, послідовний зв'язок, лічильники та таймери переривання;

– мікроконтролер зовнішньої пам'яті – не має функціональних блоків на кристалі, деякі компоненти, наприклад пам'ять програм, потребують зовнішнього підключення.

За набором інструкцій:

– CISC – дозволяє виконувати складні інструкції, які можуть виконувати кілька завдань за допомогою однієї команди, зменшує потребу в багатьох простіших інструкціях, що скорочує час виконання;

– RISC – спрощує набір інструкцій, використовуючи менше простіших команд, дозволяє інструкціям працювати з будь-яким регістром та одночасно отримувати доступ до програми та даних, скорочує час виконання за рахунок зменшення кількості тактів на інструкцію.

За архітектурою пам'яті:

– архітектура пам'яті Гарвардського університету (рис. 1.10) – має окрему пам'ять для програм і даних, дозволяє одночасний доступ до пам'яті програм і даних, що підвищує ефективність, поширений у мікроконтролерах, що потребують швидшої обробки даних;

– архітектура пам'яті фон Неймана (рис. 1.11.) – використовує спільну пам'ять як для програм, так і для даних, спрощує проектування, але може бути повільнішим, оскільки програма та дані використовують одну й ту ж шину [8].



Рисунок 1.10 – Гарвардська архітектура

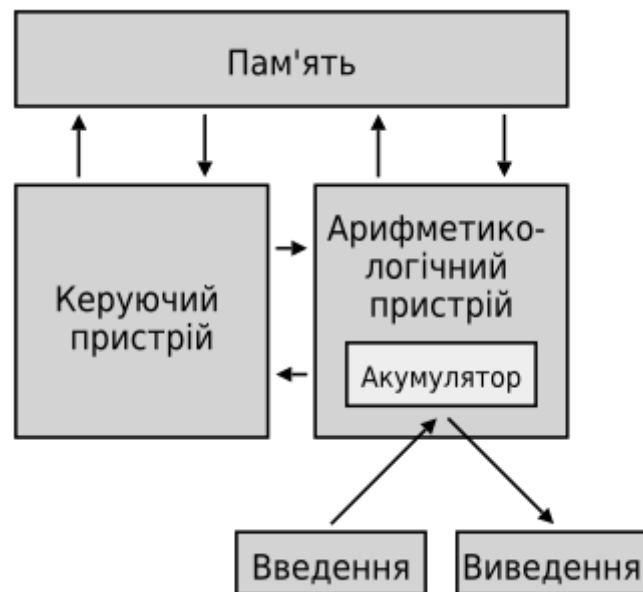


Рисунок 1.11 – Архітектура фон Неймана

### 1.5 Платформи на мікроконтролерах

На ринку представлено декілька плат на мікроконтролерах, що у поєднанні з додатковими модулями допомагають звичайному користувачу з легкістю досліджувати та використовувати їх у своєму побуті.

Розповсюджені плати:

– Arduino. Термін Arduino використовується для опису як фізичної плати Arduino, так і системи Arduino в цілому. Система також включає програмне забезпечення Arduino IDE, яке потрібно запустити на комп'ютері для програмування плати, та периферійні шилди, які можна підключити до плати Arduino [9]. Найвідомішою є плата Arduino UNO;

– Raspberry PI – це мініатюрний одноплатний комп'ютер, що має розмір банківської карти, був розроблений як бюджетна система для вивчення інформатики [10]. Raspberry PI по суті своїй є комп'ютером, що дозволяє запустити на ньому операційну систему, основу на Linux-ядрі. Основною операційною системою для даних одноплатних комп'ютерів виступає Raspberry PI OS (раніше Raspbian) [11];

– NodeMCU – це платформа на основі модуля ESP8266. Плата призначена для зручного керування різними схемами на відстані через передачу сигналу в локальну мережу або інтернет через вбудований модуль Wi-Fi [12]. Пристрій підтримує різноманітні компоненти, такі як монітори або сервоприводи. Програми пишуться мовою Lua, наближеною до Python [13]. Платформа має невеликі розміри та низьке енергоспоживання та виступає бюджетною та більш доступною альтернативою повноцінним комп'ютерам, як Raspberry PI.

– STM32 – сімейство 32-бітних мікроконтролерів компанії STMicroelectronics на основі ARM Cortex-M. Вони мають широкий діапазон характеристик: від енергоефективних моделей STM32L до високопродуктивних STM32F4. Такі мікроконтролери активно застосовуються в промислових, медичних та вбудованих системах. Програмуються через STMCubeIDE, або для деяких моделей через Arduino IDE. Найпопулярнішою є плата “Blue Pill” (STM32F103C8T6)

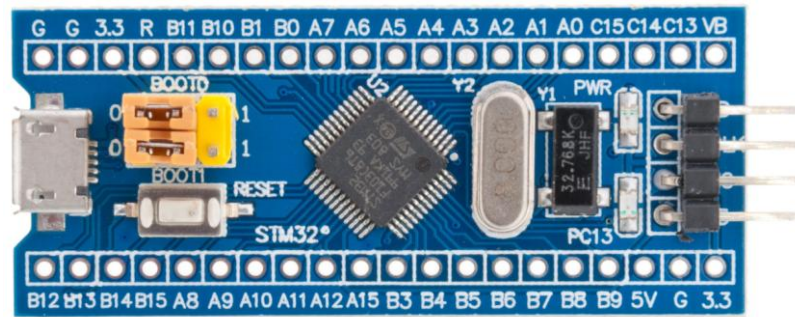


Рис.1.12 – Плата Blue Pill

– Teensy – компактні високошвидкісні мікроконтролерні плати, сумісні з Arduino IDE. Використовуються в задачах, що потребують значної обчислювальної потужності: обробка аудіо, графіка, синхронізація з USB. Наприклад Teensy 4.0 працює на частоті 600 МГц і базується на ARM Cortex7.

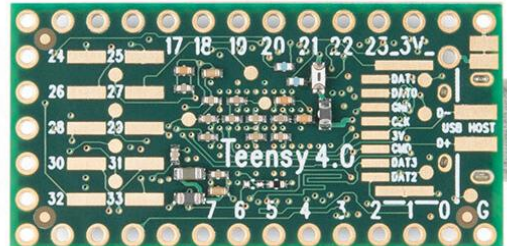


Рис. 1.13 - Teensy 4.0

– micro:bit — це освітня платформа, створена BBC для навчання школярів. Плата має вбудований акселерометр, компас, Bluetooth, матрицю з 25 світлодіодів та кнопки. Програмується в онлайн-середовищах: MakeCode, Python або Scratch. Хоча має обмежену кількість GPIO, ідеально підходить для початкового навчання.

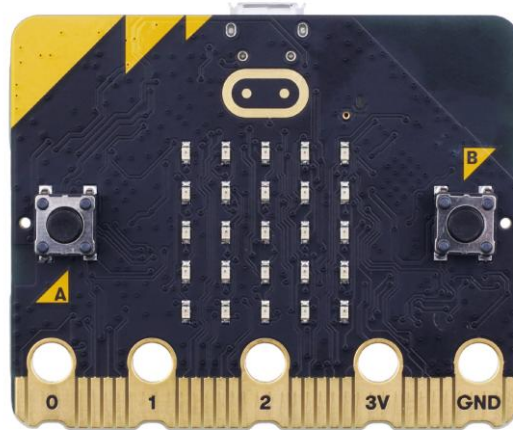


Рис. 1.14 - BBC Micro:bit v.2

– мікроконтролери ATtiny — це мініатюрні 8-бітні мікросхеми сімейства AVR, які підходять для простих задач: керування світлодіодами, кнопками, датчиками. Програмуються через Arduino IDE. Вони є енергоефективними та мають компактні розміри, що дозволяє використовувати їх у вбудованих системах з обмеженим простором.

Завданням на кваліфікаційну роботу є розробка мікроконтролерного пристрою автоматичного керування освітленням, що має виконувати наступні функції:

- заміряти рівень природного освітлення у приміщенні;
- виявляти присутність руху;
- подавати сигнал на джерело світла про необхідність увімкнення.

## 2 АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЮ

### 2.1 Arduino Uno

Досліджуючи вищеперераховані системи та платформи на мікроконтролерах, основою для майбутнього пристрою була обрана плата Arduino UNO R3.

Arduino – це апаратна платформа для швидкої розробки різноманітних електронних пристроїв та гаджетів, таких як розумні іграшки, системи охорони та будь-яких автоматичних систем, типу автогодівниці для домашніх тварин, полив рослин або термоконтроль вентилятора. Створивши прототип пристрою на Arduino можна робити готовий пристрій на друкованій платі та запускати у виробництво.

Основою Arduino є мікроконтролер, що здатен обробляти дані, запам'ятовувати їх, вимірювати або подавати електричні сигнали. Він зчитує дані з датчиків, кнопок, потенціометрів, а також може приймати інформацію через Bluetooth, Wi-Fi або GSM. Відповідно до завантаженої програми, мікроконтролер керує лампочками, моторами, дисплеями та динаміками, також може надсилати дані на телефон або сервер чи зберігати інформацію на карту пам'яті.

Хоч мікроконтролери можна придбати окремо, їх підключення та програмування потребує певного досвіду. Саме тому основною перевагою Arduino виступає доступність на ринку повних наборів для проектування, що включають в себе усі необхідні модулі та датчики для комфортної розробки пристроїв. На одній платі ми отримуємо все необхідне: мікроконтролер, стабілізатор, програматор та штифтові порти для швидкого під'єднання компонентів.

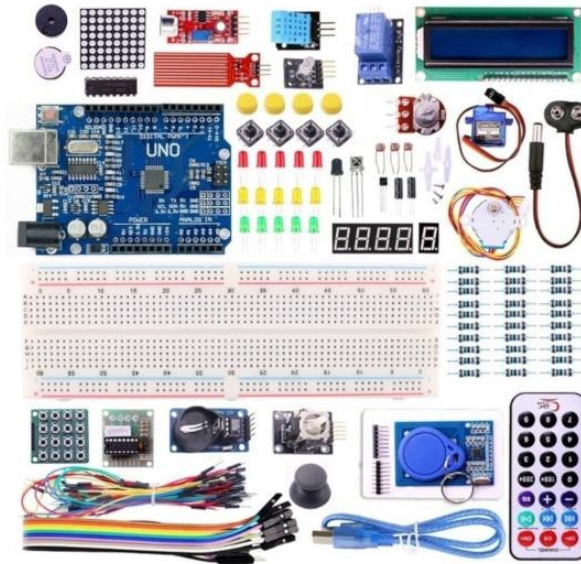


Рисунок 2.1 – Стартовий набір Arduino Uno kit

Arduino Uno R3 (рис. 2.2) містить мікроконтролер ATmega328P для виконання запрограмованих інструкцій та пам'ять для зберігання даних. Arduino живиться через вхід постійного струму або USB-з'єднання, яке також використовується для завантаження інструкцій та зв'язку з комп'ютером або ноутбуком. Мікросхема ATmega16U2 керує зв'язком USB та послідовним портом. Загальні характеристики Arduino Uno наведено у табл. 2.1.

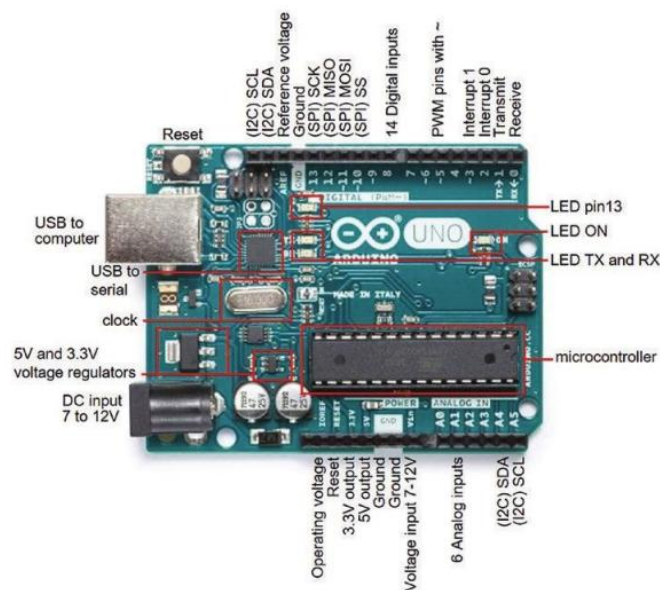


Рисунок 2.2 - Arduino Uno R3

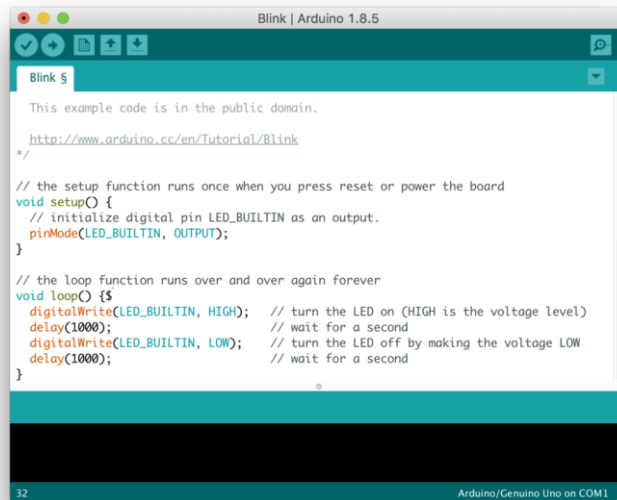
Таблиця 2.1 – Загальні характеристики Arduino Uno

Основні критерії	Значення
Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5V
Напруга живлення (рекомендована)	7-12V
Напруга живлення (гранична)	6-20V
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)

Контакти живлення дозволяють подавати 5V або 3,3V та заземлення (GND) для підключення інших пристроїв. Контакти 0 та 1 призначені для передачі та отримання послідовних даних від інших пристроїв. Контакти з 2 по 13 є цифровими входами та виходами, які вводять або видають 5V для цифрової одиниці або 0V для цифрового нуля. Кілька вихідних контактів змінюють час, протягом якого стан контакту становить 5V, для емуляції напруги від 0V до 5V. Аналогові контакти, від A0 до A5, вимірюють напругу від 0V до 5V та перетворюють аналогові сигнали на цифрові значення (АЦП). Виводи A4 та A5 також можуть взаємодіяти з іншими пристроями, як і виводи з 10 по 13, але з використанням різних систем зв'язку, I2C та SPI відповідно, ніж USB-з'єднання. Три світлодіоди (світлодіоди) вказують на живлення (ON), передачу (TX) та прийом (RX), а четвертий світлодіод

підключено до виводу 13. Кнопка скидання використовується для перезапуску мікроконтролера.[13]

Програмування контролера здійснюється у середовищі Arduino IDE.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE software. The window title is "Blink | Arduino 1.8.5". The main editor area contains the following code:

```
This example code is in the public domain.

http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
*/

// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
```

The bottom status bar indicates "32" and "Arduino/Genuino Uno on COM1".

Рисунок 2.3 – Вікно середовища Arduino IDE

Програми, написані за допомогою програмного забезпечення Arduino, називаються скетчами. Ці скетчі пишуться в текстовому редакторі та зберігаються з розширенням файлу .ino. Редактор має функції для вирізання/вставки та пошуку/заміни тексту. Область повідомлень надає зворотний зв'язок під час збереження та експорту, а також відображає помилки. Консоль відображає текстовий вивід програмного забезпечення Arduino (IDE), включаючи повні повідомлення про помилки та іншу інформацію. У правому нижньому куті вікна відображається налаштована плата та послідовний порт. Кнопки панелі інструментів дозволяють перевіряти та завантажувати програми, створювати, відкривати та зберігати скетчі, а також відкривати монітор послідовного порту[15]. Arduino IDE підтримує мови програмування C та C++, використовуючи спеціальні правила структурування коду.

## 2.2 ІЧ-датчик руху HC-SR501

Датчик HC-SR501 використовує пасивний інфрачервоний датчик LHI778 та мікросхему BISS0001 для керування виявленням руху. Модуль має регульовану чутливість, яка дозволяє визначати діапазон виявлення руху, а також включає налаштування часової затримки, що дозволяє точно налаштувати систему.



Рисунок 2.4 - ІЧ-датчик руху HC-SR501

Технічні характеристики:

- напруга живлення: 5V – 20V;
- споживання струму: 65мА;
- TTL-вихід: 3.3V/0V;
- час блокування: 0.2 секунди
- кут виявлення: <math><120^\circ</math>;
- дальність виявлення: до 7 метрів;
- діаметр лінзи: 23 мм;
- розміри: 32×24 мм.

Індукційний модуль потребує близько хвилини для ініціалізації, під час якої він видає до 3-х сигналів та переходить у режим очікування. Для збільшення діапазону індукції даний модуль використовує круглу лінзу, що допомагає індукувати ІЧ- випромінювання майже з усіх напрямків.

### 2.3 Фоторезистор GL5528

Світлозалежний резистор (LDR) GL5528 – пристрій, що складається з резистора виготовленого з напівпровідникового матеріалу, провідність якого змінюється зі зміною яскравості. Фоторезистори широко використовуються у різних галузях як недорогі світлочутливі елементи в лампах, іграшках або камерах.



Рисунок 2.5 – Фоторезистор GL5528

Технічні характеристики:

- максимальна напруга: 150 VDC;
- максимальна потужність: 100мВт;
- робоча температура: -30 - +70 °C;
- спектральний пік: 540 нм;
- час відгуку: 20-30 мс;
- опір в темряві: 1 МОм;
- опір при освітленні 10 Лк: 10-20 кОм.

## 2.4 Реле напруги KY-019

Релейний модуль — це електронний комутаційний пристрій, який передає електричні сигнали з одного кола в інше, активуючи електромагнітний перемикач, де "NO" (нормально розімкнутий), "NC" (нормально замкнутий) та "COM" (загальний) позначають різні можливості підключення перемикача, причому NO та NC описують стани перемикача, а COM — це спільна точка підключення для протікання струму.

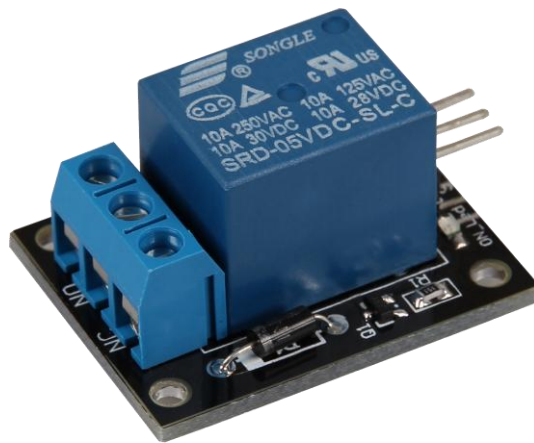


Рисунок 2.6 – Реле напруги

Технічні характеристики:

- керуючий сигнал TTL: 5 – 12 V;
- максимальний змінний струм і напруга контактів реле: 10 A/  
220 V;
- максимальний постійний струм і напруга контактів реле: 10 A/  
30 V.

## 2.5 Макетна плата

Макетна плата – це безпаяльна конструкційна основа, що використовується для розробки електронних схем та підключення більшості компонентів для проектів з платами мікроконтролерів, зокрема Arduino.

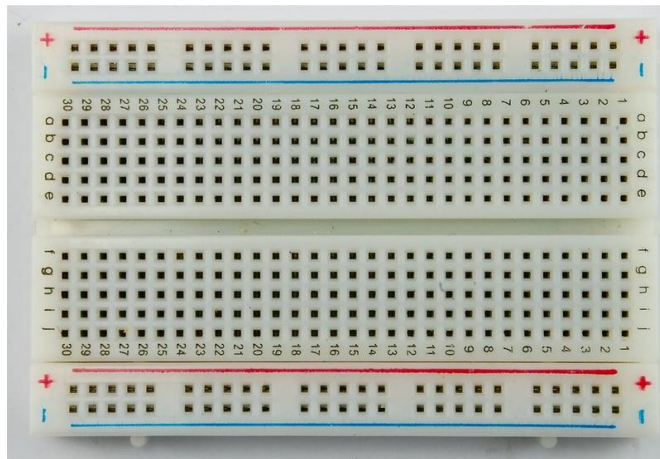


Рис. 2.7 – Макетна плата

Макетна плата складається з двох областей, які називаються смугами: шини та клемні смуги:

- шинні смуги в основному використовуються для підключення джерел живлення;
- клемні смуги використовуються для електричних компонентів. Кожна клема має 5 отворів для контактів, що дозволяє підключити до 5 компонентів в одній секції.

Оскільки Arduino отримує живлення від комп'ютера або від зовнішнього джерела, макетну плату можна під'єднати напряму до мікроконтролера.

Звичайна макетна плата може витримувати напругу 5 V при струмі 1 A.

### 3 РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ

Основною ідеєю даної роботи є розробка пристрою, що автоматично вмикає освітлення в кімнаті за наявності руху та при недостатньому рівні природного освітлення, і вимикає його через час після відсутності руху.

Програмно-апаратна система включає в себе всі вищеперераховані компоненти та додаткові елементи, такі як макетна плата і дроти, за допомогою яких і здійснюється з'єднання між собою компонентів.

В якості джерела світла використовується звичайна LED-лампа та патрон з подовжувачем, що під'єднанні через реле модуль до плати.

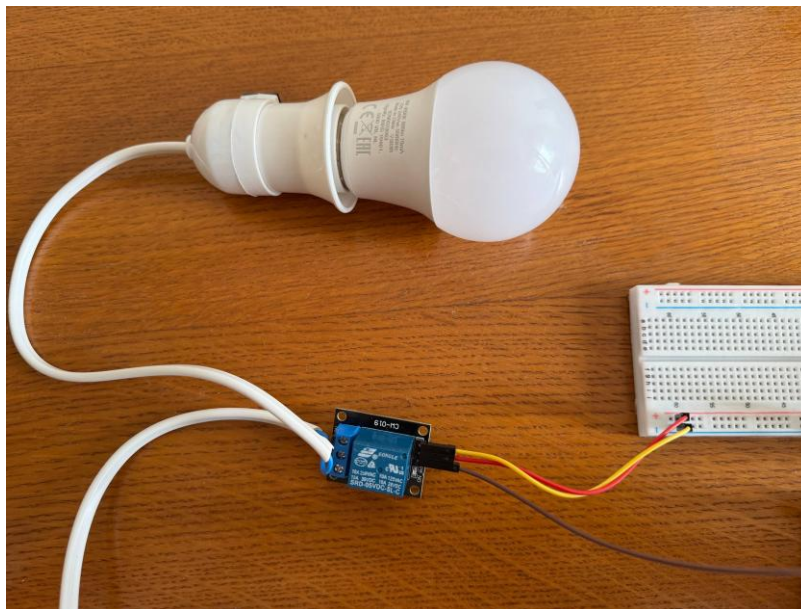


Рисунок 3.1 – Під'єднання джерела світла

#### 3.1 Принцип роботи пристрою

Після подачі живлення система переходить у режим очікування. Покази з фоторезистора та PIR-датчика постійно зчитуються та передаються до контролера. Коли система фіксує рівень освітлення, що нижчий за

встановлене порогове значення та при цьому спостерігається наявність руху, мікроконтролер активує реле, що подає живлення на освітлювальний прилад. Якщо впродовж певного часу рух відсутній, реле вимикається.

### 3.2 Схема підключення

PIR-сенсор:

- VCC – 5 V;
- GND – GND;
- OUT – цифровий пін D2.

Фоторезистор:

- перший контакт – 5 V;
- другий контакт – резистор 10 кОм та паралельно до A0.

Реле:

- VCC – 5 V;
- GND – GND;
- IN – цифровий пін D3.

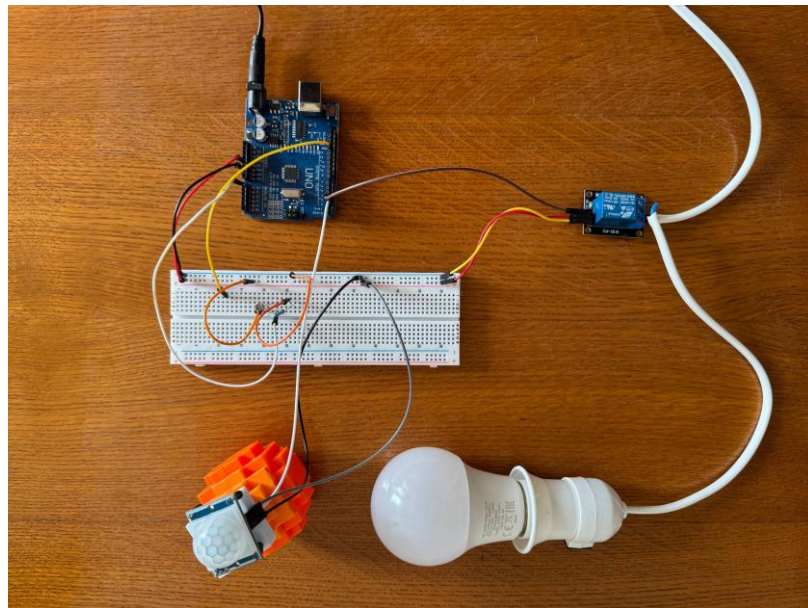


Рисунок 3.2 – Підключення компонентів

### 3.3 Програмна реалізація

Програмне забезпечення реалізоване у середовищі Arduino IDE.

Основні функції:

- зчитування даних з датчиків;
- порівняння освітленості;
- керування станом реле;
- встановлення затримки на вимкнення.

Лістинг наведено нижче.

#### Лістинг 3.1 – Код програми керування пристроєм

```
// Піни підключення
const int pirPin = 2;           // Датчик руху
const int ldrPin = A0;         // Фоторезистор
const int relayPin = 3;       // Реле

// Порогове значення освітленості (менше – темно)
const int lightThreshold = 14 ;

// Затримка вимкнення світла (мс)
const unsigned long lightDelay = 5000;

unsigned long lastMotionTime = 0;
bool lightOn = false;

void setup() {
  pinMode(pirPin, INPUT);
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  digitalWrite(relayPin, LOW); // Світло спочатку вимкнено

  Serial.begin(9600);
}
```

```

void loop() {
  int motion = digitalRead(pirPin);          // Чи є рух
  int lightLevel = analogRead(ldrPin);      // Освітленість

  Serial.print("Рух: ");
  Serial.print(motion);
  Serial.print(" | Освітленість: ");
  Serial.println(lightLevel);

  // Якщо є рух і темно
  if (motion == HIGH && lightLevel < lightThreshold) {
    digitalWrite(relayPin, HIGH); // Ввімкнути світло
    Serial.println("Реле відкрито: рух наявний та рівень
освітлення низький");
    lightOn = true;
    lastMotionTime = millis();
  } else {Serial.println("Реле закрито: немає руху або рівень
освітлення високий");
  }
  // Якщо світло ввімкнене, але давно не було руху
  if (lightOn && (millis() - lastMotionTime > lightDelay)) {
    digitalWrite(relayPin, LOW); // Вимкнути світло
    lightOn = false;
    Serial.println("Рух не спостерігається, реле закрито");
  }

  delay(200); // Невелика затримка для стабільності
}

```

Рівень освітлення у кімнаті не може бути 0, адже постійно є певні світлові шуми, такі як вуличне освітлення, автомобільні фари або місячне сяйво. Для коректного порогового значення необхідно провести заміри робочого приміщення та встановити відповідний показник

Датчик руху встановлено в режим, при якому рух зчитується постійно і затримка на вимкнення починається лише після повної відсутності руху.

### 3.4 Тестування пристрою

Невід’ємним етапом розробки будь-якого пристрою є його тестування, що дозволяє перевірити правильність функціонування апаратної та програмної частини, виявити недоліки та забезпечити відповідність технічному завданню.

Метою тестування розроблено пристрою керування освітленням є:

- перевірка правильності зчитування сигналів з датчиків;
- оцінка реакції системи на зміну параметрів навколишнього середовища (рух, освітлення);
- перевірка коректності логіки роботи (вмикання та вимикання світла);
- визначення оптимального порогового рівня освітлення;
- оцінка затримки вимкнення при відсутності руху.

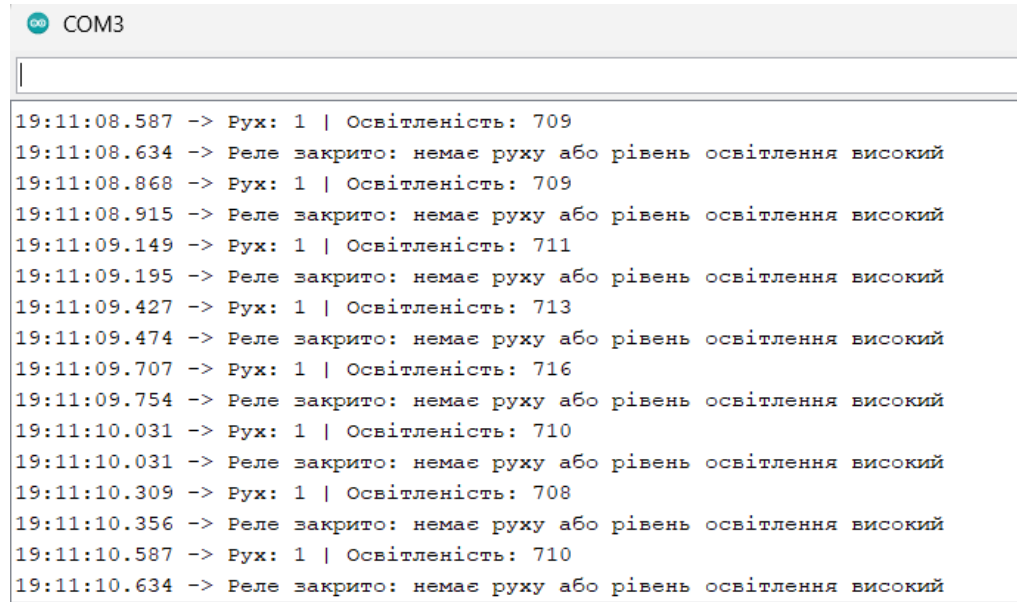
Тестування проводилося в реальних умовах – у приміщенні з регульованим освітленням. Було перевірено кілька типових сценаріїв використання пристрою.

3.4.1 Сценарій 1 – виявлення руху при денному світлі. Першочергово необхідно перевірити правильність роботи датчика руху. Для цього проведемо тестування спочатку за денного освітлення, щоб запевнитися у працездатності сенсора.

Основними умовами в даному сценарії є рівень освітленості, вищий за пороговий, що має перешкоджати увімкненню джерела світла, та наявність руху у приміщенні для перевірки коректної індикації датчика.

Використовуючи монітор порту середовища розробки Arduino IDE, ми спостерігаємо, що рівень освітленості набуває високих показників, що

перевищує порогове значення. Інфрачервоний датчик зчитує рух у приміщенні, це означає, що він працює коректно, але при цьому реле залишається закритим, адже освітлення забагато. Як результат, пристрій не вмикає світло, що відповідає очікуванням (рис. 3.3).



```
COM3
19:11:08.587 -> Рух: 1 | Освітленість: 709
19:11:08.634 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:11:08.868 -> Рух: 1 | Освітленість: 709
19:11:08.915 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:11:09.149 -> Рух: 1 | Освітленість: 711
19:11:09.195 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:11:09.427 -> Рух: 1 | Освітленість: 713
19:11:09.474 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:11:09.707 -> Рух: 1 | Освітленість: 716
19:11:09.754 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:11:10.031 -> Рух: 1 | Освітленість: 710
19:11:10.031 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:11:10.309 -> Рух: 1 | Освітленість: 708
19:11:10.356 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:11:10.587 -> Рух: 1 | Освітленість: 710
19:11:10.634 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
```

Рисунок 3.3 – Результат 1 сценарію

3.4.2 Сценарій 2 – виявлення руху у темряві. Наступним етапом є перевірка фоторезистора. Він має чітко зчитувати дані навколишнього середовища для точної індикації рівня освітлення у приміщення.

Умовою виступає індикація руху сенсором у повній темряві.

Повністю перекривши доступ світла до фоторезистора можна перевірити правильність спрацьовування пристрою при спостереженні руху за відсутності освітлення.

На моніторі порта ми бачимо, що рівень освітлення падає майже до нуля, що нижче за встановлене порогове значення. Фоторезистор спрацьовує правильно. Датчик руху спостерігає присутність людини у приміщенні та посилає сигнал про відкриття реле. Світло вмикається. Прилад функціонує коректно (рис. 3.4).

```
COM3
19:19:24.529 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:19:24.576 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:19:24.810 -> Рух: 0 | Освітленість: 0
19:19:24.857 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:19:25.088 -> Рух: 0 | Освітленість: 0
19:19:25.133 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:19:25.368 -> Рух: 1 | Освітленість: 0
19:19:25.414 -> Реле відкрито: рух наявний та рівень освітлення низький
19:19:25.645 -> Рух: 1 | Освітленість: 1
19:19:25.691 -> Реле відкрито: рух наявний та рівень освітлення низький
19:19:25.967 -> Рух: 1 | Освітленість: 0
19:19:26.014 -> Реле відкрито: рух наявний та рівень освітлення низький
19:19:26.248 -> Рух: 1 | Освітленість: 1
19:19:26.294 -> Реле відкрито: рух наявний та рівень освітлення низький
19:19:26.527 -> Рух: 1 | Освітленість: 0
19:19:26.574 -> Реле відкрито: рух наявний та рівень освітлення низький
```

Рис. 3.4 – Результат 2 сценарію

### 3.4.3 Сценарій 3 – вимкнення за відсутності руху

Задля забезпечення енергоефективності пристрою необхідно мінімізувати марне використання електроенергії на підтримку джерела світла. Для цього необхідно налаштувати автоматичне вимкнення світла, якщо рух не спостерігається певний час.

Умовою є відсутність фіксації руху протягом 5 секунд після ввімкнення освітлення.

Спостерігаючи поведінку приладу ми бачимо, що реле деактивується після закінчення таймеру, відповідно до встановленої затримки, що становить 5 секунд. В результаті світло вимикається автоматично, що відповідає вимогам (рис. 3.5, 3.6).

```
19:23:41.587 -> Реле відкрито: рух наявний та рівень освітлення низький
19:23:41.819 -> Рух: 1 | Освітленість: 2
19:23:41.865 -> Реле відкрито: рух наявний та рівень освітлення низький
19:23:42.099 -> Рух: 0 | Освітленість: 2
```

Рис.3.5 – Початок 3 сценарію

```
19:23:44.426 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:23:44.658 -> Рух: 0 | Освітленість: 1
19:23:44.705 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:23:44.938 -> Рух: 0 | Освітленість: 1
19:23:44.984 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:23:45.216 -> Рух: 0 | Освітленість: 1
19:23:45.262 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:23:45.497 -> Рух: 0 | Освітленість: 1
19:23:45.543 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:23:45.774 -> Рух: 0 | Освітленість: 2
19:23:45.821 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:23:46.054 -> Рух: 0 | Освітленість: 2
19:23:46.101 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:23:46.333 -> Рух: 0 | Освітленість: 1
19:23:46.380 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:23:46.613 -> Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:46.659 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:23:46.893 -> Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:46.940 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
19:23:47.032 -> Рух не спостерігається, реле закрито
19:23:47.265 -> Рух: 0 | Освітленість: 0
```

---

Рис. 3.6 – Результат 3 сценарію

#### 3.4.4 Сценарій 4 – визначення порогового значення робочого приміщення

Як було сказано вище, у приміщенні майже неможливо отримати нульовий рівень освітленості. Для правильної роботи пристрої необхідно провести заміри у робочій зоні, та на їхній основі встановлювати порогове значення, що має зчитувати фоторезистор.

Заміри проводилися у коридорі житлової квартири, через вікна постійно пробивається певна частка освітлення з вулиці. В результаті спостерігається, що більшість часу рівень освітленості тримається на рівні 14 Лк.

Пороговим значенням встановлено 14 Лк. В результаті тестування, система спрацьовує коректно та вмикає реле, коли значення освітленості падає нижче за порогове (рис. 3.7).

```

COM3
20:18:35.203 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:18:35.435 -> Рух: 0 | Освітленість: 14
20:18:35.482 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:18:35.716 -> Рух: 0 | Освітленість: 14
20:18:35.763 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:18:36.018 -> Рух: 0 | Освітленість: 14
20:18:36.077 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:18:36.278 -> Рух: 0 | Освітленість: 14
20:18:36.394 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:18:36.603 -> Рух: 0 | Освітленість: 14
20:18:36.603 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:18:36.885 -> Рух: 0 | Освітленість: 14
20:18:36.885 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:18:37.167 -> Рух: 0 | Освітленість: 14
20:18:37.167 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:18:37.448 -> Рух: 0 | Освітленість: 14
20:18:37.496 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:18:37.728 -> Рух: 0 | Освітленість: 14
20:18:37.774 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:18:37.973 -> Рух: 0 | Освітленість: 14
20:18:38.055 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:18:38.288 -> Рух: 0 | Освітленість: 14
20:18:38.334 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:18:38.569 -> Рух: 0 | Освітленість: 14
20:18:38.616 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий

```

Рис.3.7 – Заміри порогового значення.

Пороговим значенням встановлено 14 Лк. В результаті тестування система спрацьовує коректно та вмикає реле, коли значення освітленості падає нижче за порогове (рис. 3.8).

```

20:28:17.821 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:28:17.900 -> Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:17.947 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:28:18.180 -> Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:18.227 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:28:18.460 -> Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:18.505 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:28:18.736 -> Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:18.782 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:28:19.015 -> Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.061 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:28:19.292 -> Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.338 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:28:19.574 -> Рух: 1 | Освітленість: 10
20:28:19.620 -> Реле відкрито: рух наявний та рівень освітлення низький
20:28:19.854 -> Рух: 1 | Освітленість: 315
20:28:19.902 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:28:20.135 -> Рух: 1 | Освітленість: 316
20:28:20.181 -> Реле закрито: немає руху або рівень освітлення високий
20:28:20.412 -> Рух: 1 | Освітленість: 316

```

Рис 3.8 – Результат 4 сценарію

Тестування підтверджує, що пристрій працює згідно до технічних вимог та демонструє стабільну та коректну роботу у всіх запропонованих сценаріях. Система чітко реагує як на зміну рівня освітленості, так і на фіксацію руху в зоні дії датчика, що забезпечує своєчасне автоматичне вмикання та вимикання освітлення. Логіка роботи дозволяє досягти високої енергоефективності, мінімізуючи випадки надмірного споживання електроенергії.

Функціональні модулі, PIR-сенсор, фоторезистор та реле, забезпечують правильну взаємодію компонентів у межах системи. Наявність затримки вимкнення після припинення руху дозволяє уникнути надмірної кількості перемикань реле та забезпечує комфорт користування пристроєм. Можливість зміни програмних параметрів дає змогу адаптувати систему до конкретних умов використання.

Особливої уваги заслуговує здатність пристрою до адаптації під різні типи приміщень та рівні природного освітлення. Вносячи незначні зміни у програмний код, можна з легкістю налаштувати необхідні значення освітленості відповідно до потреб користувача. Також є можливість змінити час затримки вимкнення, враховуючи активність в приміщенні.

Пристрій має потенціал для подальшого вдосконалення. Його можна інтегрувати з іншими сенсорами та модулями, що дозволить забезпечити віддалене керування за допомогою смартфона або підключення до системи розумного дому.

Тестування довело ефективність обраної ідеї, технічну працездатність пристрою та практичність його застосування. Система є прикладом недорогого, але функціонального рішення для керування освітленням.

## ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи було виконано повний цикл розробки пристрою автоматичного керування освітленням на базі мікроконтролера Arduino. Основною метою проєкту було створення простого, надійного та енергоефективного рішення для керування освітленням залежно від присутності людини та рівня навколишнього освітлення, що відповідає сучасним вимогам до автоматизації побутових процесів.

Проведено аналіз розвитку систем освітлення, вивчено сучасні принципи побудови систем керування світлом, проаналізовано технічні рішення на базі мікроконтролерів. Особливу увагу приділено різним компонентам систем автоматичного керування, а саме: таймерам, датчикам руху, освітлення та системам дистанційного контролю. Це дало змогу сформулювати технічне завдання, обрати апаратні компоненти та визначити логіку роботи пристрою.

Розглянуто переваги мікроконтролера Arduino Uno та основні компоненти пристрою. Враховано особливості роботи у побутовому середовищі.

Програмна реалізація проєкту здійснювалася у середовищі Arduino IDE. Написаний скетч дає змогу зчитувати дані з датчиків, порівнювати їх з пороговим значенням, керувати реле та зберігати стан освітлення протягом заданого часу у разі виявлення руху. Алгоритм роботи враховує можливі зміни умов освітлення, запобігаючи хибним спрацьовуванням.

Проведено декілька практичних випробувань за різних сценаріїв використання. Перевірено правильність реакції на зміни середовища, стабільність роботи програмного забезпечення та точність обраних значень. Результати тестування підтверджують коректність функціонування системи, її надійність та відповідність поставленим вимогам.

Розроблений пристрій дозволяє автоматизувати вмикання та вимикання освітлення без прямої участі людини, знизити витрати електроенергії та підвищити комфорт користувача. Пристрій є бюджетним за вартістю та простим у реалізації, що дозволяє з легкістю використовувати його у побуті та навчанні. Описане рішення можна модернізувати та удосконалювати.

Виконана робота допомогла закріпити практичні навички з програмування мікроконтролерів та дозволила створити функціональний пристрій з реальним практичним застосуванням.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кашкаров А. П. Датчики в электронных схемах: от простого к сложному. Москва : ДМК Пресс, 2014. 200 с.
2. Кашкаров А. П. Справочно-практическое пособие электрика: усовершенствованные выключатели света и не только. Ростов-на-Дону : Феникс, 2011. 316 с.
3. Суворин А. В. Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения. Красноярск : Сибирский Федеральный университет. 354 с.
4. Датчик освітленості VIDEX 10A. Ohrana.ua. URL: <https://ohrana.ua/uk/datchik-osveshchennosti-videx-10a-fotometricheskiy.html> (дата звернення: 17.05.2025).
5. Таймери освітлення: різновиди, поради щодо вибору та підказки щодо встановлення. E-Server. URL: <https://e-server.com.ua/uk/poradi/taimeri-osvitlennia-riznovidy-poradi-shhodo-viboru-ta-pidkazki-shhodo-vstanovlennia> (дата звернення: 17.05.2025).
6. How Remote Control Lights works and Transform Your Space. Linkind. URL: <https://www.linkind.com/blog/post/how-remote-control-lights-works-and-transform-your-space> (дата звернення: 17.05.2025).
7. Smith D. W. PIC in Practice A Project-based Approach. Нідерланди : Elsevier Science, 2006. 308 с.
8. Microcontroller and its Types. Geeksforgeeks. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/microcontroller-and-its-types/> (дата звернення: 19.05.2025).
9. Simon Monk Programming Arduino Next Steps Going Further with Sketches. Нью-Йорк : McGraw-Hill Education, 2019. 321 с.
10. Raspberry PI. Wikipedia. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://ru.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi) (дата звернення: 19.05.2025).

11. Raspberry Pi OS. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi\\_OS](https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi_OS) (дата звернення: 19.05.2025).
12. NodeMCU (ESP8266) для начинающих. Edurobots. URL: <https://edurobots.org/2017/04/nodemcu-esp8266/> (дата звернення: 19.05.2025).
13. Лучшие аналоги Arduino. Losst. URL: <https://losst.pro/luchshie-analogi-arduino> (дата звернення: 20.05.2025).
14. Cameron N. Arduino Applied Comprehensive Projects for Everyday Electronics. Единбург : apress, 2019. 555 с.
15. Arduino Integrated Development Environment. Docs.*Arduino*. URL: <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/arduino-ide-v1-basics/> (дата звернення: 20.05.2025).

ДОДАТОК А  
Графічний матеріал

# Пристрій автоматичного керування освітленням на базі мікроконтролера

ЗДОБУВАЧ 4 РОКУ НАВЧАННЯ

КОХАН А.І.

КЕРІВНИК

проф. Литвинова Є.І.

## Актуальність теми

- Зростання тарифів
- Потреба у раціональному використанні ресурсів
- Недоліки традиційних методів керування
- Необхідність автоматизації



## Мета і завдання

Мета: створення пристрою для керування освітленням

Завдання:

- аналіз рішень;
- розробка схеми;
- реалізація програмного коду
- тестування

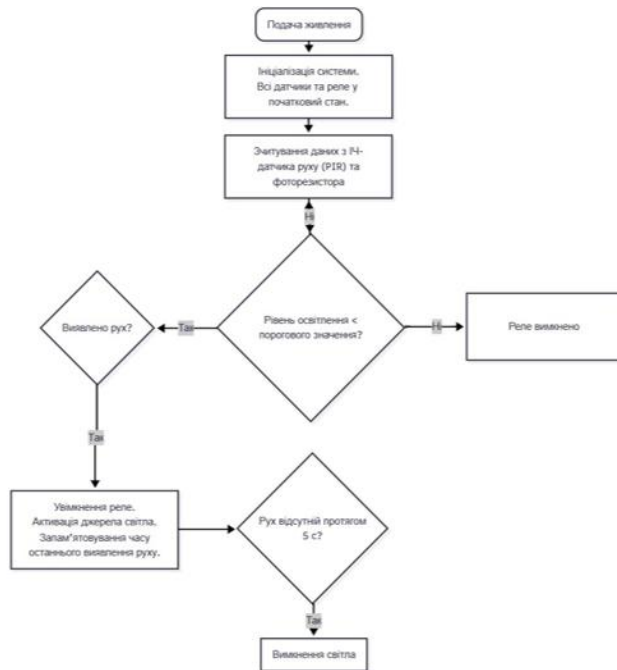
### Принцип роботи

Вимірювання освітленості

Виявлення руху

Увімкнення освітлення

Вимкнення після затримки



## Компоненти системи



Arduino UNO



УЧ-датчик HC-SR501

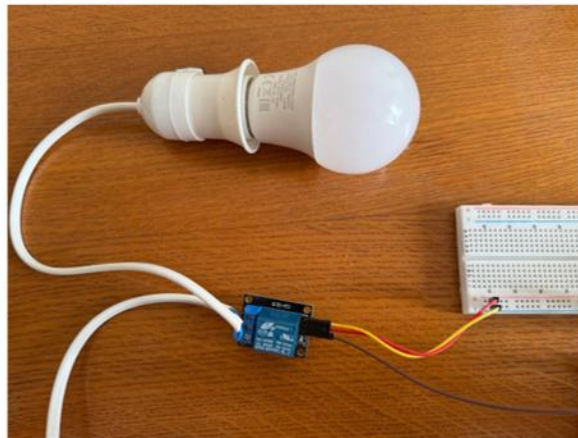


Фоторезистор



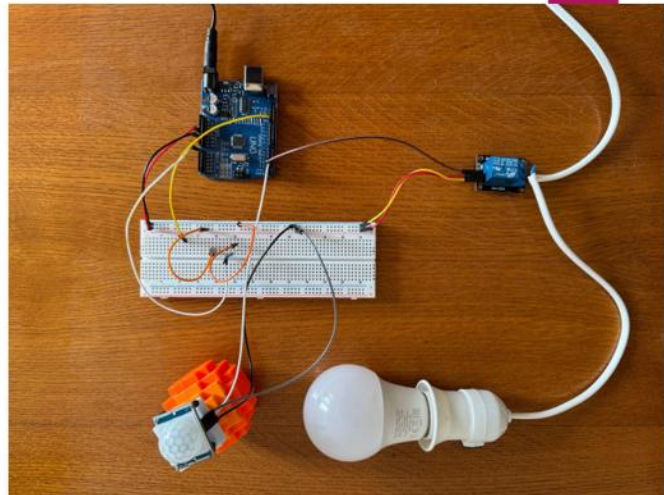
Реле напруги

## Джерело освітлення



## Схема підключення

- PIR — до D2
- Фоторезистор — до A0 через резистор
- Реле — до D3
- Напряга 5В і GND



## Програмне забезпечення

- Arduino IDE

Основні частини коду:

- Читання датчиків
- Логіка увімкнення світла
- Затримка вимкнення

```

Robot | Arduino 1.8.19
Файл Редакція Сервіс Інструменти Помічь
Robot
// Коди підключення
const int pirPin = 2; // Датчик руху
const int ldrPin = A0; // Фоторезистор
const int relayPin = 3; // Реле

// Порог значення освітленості (вектор - вольти)
const int lightThreshold = 14;

// Затримка вимкнення світла (мс)
const unsigned long lightDelay = 5000;

unsigned long lastMotionTime = 0;
bool lightOn = false;

void setup() {
  pinMode(pirPin, INPUT);
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  digitalWrite(relayPin, LOW); // Увімкнути світло
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int motion = digitalRead(pirPin); // Чи є рух
  int lightLevel = analogRead(ldrPin); // Освітленість

  Serial.print("Type: ");
  Serial.print(motion);
  Serial.print(" | Освітленість: ");
  Serial.println(lightLevel);

  // Якщо є рух і світло
  if (motion == HIGH && lightLevel < lightThreshold) {
    digitalWrite(relayPin, HIGH); // Вимкнути світло
    Serial.println("Time elapsed: прр секунд та після освітлення вимкнуто");
    lightOn = true;
    lastMotionTime = millis();
  }
}

```

# Тестування системи

## Рух + світло

```

COM3
19:11:08.587 => Рух: 1 | Освітленість: 708
19:11:08.674 => Рух: 0 | Освітленість: 708
19:11:08.843 => Рух: 1 | Освітленість: 708
19:11:08.913 => Рух: 0 | Освітленість: 708
19:11:09.148 => Рух: 1 | Освітленість: 711
19:11:09.195 => Рух: 0 | Освітленість: 713
19:11:09.427 => Рух: 1 | Освітленість: 718
19:11:09.474 => Рух: 0 | Освітленість: 718
19:11:09.707 => Рух: 1 | Освітленість: 718
19:11:09.754 => Рух: 0 | Освітленість: 718
19:11:10.031 => Рух: 1 | Освітленість: 710
19:11:10.031 => Рух: 0 | Освітленість: 710
19:11:10.209 => Рух: 1 | Освітленість: 708
19:11:10.374 => Рух: 0 | Освітленість: 710
19:11:10.587 => Рух: 1 | Освітленість: 710
19:11:10.634 => Рух: 0 | Освітленість: 710
    
```

## Відсутність руху

```

19:23:44.424 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:44.439 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:44.710 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:44.808 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:45.094 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:45.242 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:45.497 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:45.543 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:45.774 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:45.811 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:46.084 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:46.101 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:46.338 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:46.380 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:46.613 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:46.838 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:46.898 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:46.988 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:47.005 => Рух: 0 | Освітленість: 0
19:23:47.265 => Рух: 0 | Освітленість: 0
    
```

## Рух + темрява

```

20:28:17.900 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:18.943 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.160 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.227 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.460 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.505 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.736 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.782 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.935 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.941 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.262 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.338 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.574 => Рух: 1 | Освітленість: 11
20:28:19.620 => Рух: 0 | Освітленість: 10
20:28:19.854 => Рух: 1 | Освітленість: 315
20:28:19.902 => Рух: 0 | Освітленість: 315
20:28:20.135 => Рух: 1 | Освітленість: 315
20:28:20.181 => Рух: 0 | Освітленість: 315
20:28:20.418 => Рух: 1 | Освітленість: 315
    
```

# Перспективи розвитку

► Додавання Bluetooth або Wi-Fi

► Мобільний застосунок



## Висновки



- ▶ Пристрій виконує поставлену задачу
- ▶ Працює стабільно
- ▶ Може бути частиною розумного дому







**Дякую за увагу!**

**Гарного дня.**

## Відомість кваліфікаційної роботи

## Пристрій автоматичного керування освітленням на базі мікроконтролера

	Прізвище та ініціали відповідальної особи	Підпис	Дата
Роботу виконав здобувач групи КІУКІ-21-9 Структура кваліфікаційної роботи: – пояснювальна записка <u>49</u> с.; – графічний матеріал <u>12</u> арк..	Кохан А.І.		18.06.2025
Керівник роботи	Литвинова Є.І.		18.06.2025
Перевірка на плагіат здійснена	Литвинова Є.І.		18.06.2025
Нормоконтроль проведено :	Литвинова Є.І.		18.06.2025