

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

Приладобудівний факультет

Кафедра приладобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 152 - Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

Сніжко Ростислав Ростиславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації **Інтелектуальний освітлювальний пристрій**

науковий керівник магістерської дисертації \_\_\_\_\_

Нечай Сергій Олексійович, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом дисертації \_\_\_\_\_

3. Перелік завдань, які потрібно розробити \_\_\_\_\_

4. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентаційний аркуш 1арк. А1ф., складальне креслення 1арк. А1ф., креслення деталей 1арк. А1ф., схеми 2арк. А1ф.; графіки 1арк. А1ф.

5. Орієнтовний перелік публікацій 2 доповіді на конференціях



## Магістерська дисертація

на тему: \_\_\_\_\_ Інтелектуальний освітлювальний пристрій \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра приладобудування

«На правах рукопису»  
УДК 628.9.06

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри  
Гераїмчук М.Д.  
(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2019 р.

**Магістерська дисертація**

зі спеціальності 152 - Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

на тему: \_\_\_ Інтелектуальний освітлювальний пристрій \_\_\_\_\_

Виконав (-ла): студент (-ка) 2 курсу, групи ПІ-81мп  
(шифр групи)

Сніжко Ростислав Ростиславович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник \_\_\_ Нечай Сергій Олексійович к.т.н. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

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

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

## ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на магістерську дисертацію	2	
2	A4	МД ПІ81мп. 00 ПЗ	Текстовий матеріал		
3	A1	МД ПІ81мп. 00	Схеми	3	
4	A1	МД ПІ81мп. 00	Складальні кресленики	1	
5	A1	МД ПІ81мп. 00	Кресленик деталей	1	
6	A1	МД ПІ81мп. 00	Графіки	2	
7	A1		Презентаційний аркуш	1	

				МД ПІ-81мп.ВД		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Сніжко			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Н. Керівн.	Нечай				1	1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ПБ Гр. ПІ-81мп	
Н/контр.						
Зав.каф.						

## Реферат

Дисертаційна робота складається з пояснювальної записки та графічного матеріалу. Пояснювальна записка займає 81 стор., містить 24 посилань, 35 рисунків, 23 таблиць, складається з двох розділів і 2 додатків.

Мета роботи - створення пристрою для вимірювання освітленості в приміщенні за допомогою інтелектуального освітлювального пристрою. Робота присвячена ознайомленню з основними ідеями та принципами, що лежать в основі розумного освітлення, огляду існуючих прототипів. Запропоновано різні конструктивні та технологічні рішення для досягнення заданих характеристик пристрою.

*Об'єктом дослідження* є вимірювальна автоматизована система освітлювального пристрою, що управляється мікроконтролером.

В процесі проектування були розроблені структурна, функціональна і принципова електрична схеми пристрою, схеми модулів, що входять в нього та обґрунтовані їх технічні характеристики.

Під відповідно розроблене технічне завдання було реалізовано програмне забезпечення, спроектовано та оформлено конструкторську документацію, складено рекомендації для правильного використання приладу.

Завершальним етапом є висновки про придатність пристрою для реалізації в рамках відповідно розробленого стартап проекту.

Ключові слова: освітлення, розумний дім, мікроконтролер.

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ABSTRACT

The purpose of the work is to create a device for measuring the illumination indoors using an intelligent lighting device. The work is devoted to acquaintance with the basic ideas and principles that underlie smart lighting, review of existing prototypes. Various design and technological solutions are offered to achieve the set characteristics of the device.

The object of the study is a measuring automated system of a lighting device controlled by a microcontroller.

In the process of design structural, functional and basic electrical circuits of the device, circuits of the modules included in it and their technical characteristics were developed.

Under the corresponding technical specification the software was implemented, the design documentation was designed and drawn up, recommendations were made for the correct use of the device.

The final stage is the conclusions about the suitability of the device for implementation in the framework of a properly designed startup project.

Keywords: lighting, smart home, microcontroller.

					<i>МД ПП-81мн.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

## Зміст

Вступ.....	8
Перелік умовних позначень і скорочень.....	

### **РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ .....**

1.1. Методи керування розумним світлом.....	
1.2. Існуючі пристрої елементів розумного світла .....	
Висновки до розділу 1 .....	

### **РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ .....**

2.1. Розробка принципової схеми пристрою .....	2
2.2 Вибір елементної бази пристрою .....	
2.2.1 Мікроконтролер .....	3
2.2.2 Блок з світлодіодами.....	
2.2.3 Блок живлення.....	
2.2.4 Датчик жестів .....	
2.2.5 Датчик присутності.....	
2.2.6 Датчик освітлення.....	
2.3 Основні параметри фоторезисторів .....	
2.4. Характеристики фоторезисторів .....	
2.5. Розробка електричної схеми .....	
2.6. Розробка конструкції пристрою .....	
Висновки до розділу 2 .....	

### **РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «Розумна лампа» .....**

3.1 Опис ідеї проекту .....	
3.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	
3.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	
3.4 Розробка ринкової стратегії проекту .....	

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



3.5 Розробка маркетингової програми стартап-проекту .....

Висновки до розділу 3 .....

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....

Додатки .....

					<i>МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						7
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Вступ

Нікого з нас вже давно не дивує, що настільний вентилятор може оснащуватися цифровим таймером автоматичного відключення, а всередині електричного чайника може бути вбудований мікропроцесор, що дозволяє керувати температурою води і підтримувати її гарячою. В наших приміщеннях, де ми проводимо значну частину свого життя, працюємо відпочиваємо і розважаємося, більшість з нас задовольняється архаїчною електричною проводкою, яку була прокладена багато років тому.

Системи цифрового управління освітленням та домашньою електронікою отримали широке застосування на початку 1990-х і почали використовуватись в нових будинках елітного класу.

Найпростішу річ, що виконує «розумний дім» це включення і вимикання світла в приміщенні своїй квартирі. Світло в приміщенні може включатися за розкладом, затемнюватися і розпалюватися після заходу сонця за наявності в приміщенні людини і вимикається при виході з приміщення. Його можна пов'язати з датчиками руху або присутності та з іншими розумними пристроями та системами. Такими вимикачами світла можна управляти голосом, пультом або через смартфон.

Мета роботи - створення пристрою для вимірювання освітленості в приміщенні за допомогою інтелектуального освітлювального пристрою. Робота присвячена ознайомленню з основними ідеями та принципами, що лежать в основі розумного освітлення, огляду існуючих прототипів. Відслідковувати (вимірювати) рівень освітлення в приміщенні, робочій зоні. Пристрій повинен знизити витрати на електроенергію за рахунок автоматичного відключення освітлення при тривалій відсутності людини в приміщенні. Розроблений пристрій повинен використовуватися в житлових кімнатах, оскільки відключає освітлення коли людина виходить із

					МД ПІ-81м.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

приміщення і вмикається коли вона заходить. Світло горить доки людина знаходиться або в приміщенні або біля джерела світла.

					<i>МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		9

## Перелік умовних позначень і скорочень

АЧХ – амплітудо-частотна характеристика

A – амплітуда

АЦП – аналогово-цифровий перетворювач

D – діаметр, м

$m$  – маса, кг;

МК – мікроконтролер,

$U$  – напруга, В

ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач

$U_p$  – Робоча напруга

$t$  – час, с

$f$  – частота, Гц

CdS – сірчистий кадмій

PbS – сірчистий свинець

ЛлСв – антимонід індію

Ge:Cu – германій, легований міддю

PbS – сульфід свинцю

PbSe – селенід свинцю

PbTe – телурид свинцю

InAs – арсенід індія

HgCdTe – кадмій-ртуть-телурид

$R_T$  – темновий опір

$\Phi_{\min}$  – гранична чутливість

$l_{\max}$  – Робоча довжина хвилі

$t_\phi$  – Постійна часу

$K_R$  – Кратність зміни опору

					МД ПП-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

Система Розумний Дім - це інтелектуальна система, яка управляє Вашим будинком (офісом або квартирою) заощаджує Ваш час, кошти на електроенергію та опалення.

**У Вашу відсутність** система Розумний Дім:

- буде вести відеоспостереження вдома і в його околицях,
- буде імітувати Вашу присутність - керування освітленням, шторами, жалюзі, перекриє витік газу і води,
- почне обігрівати сауну,
- увімкне на розігрів підготовлену вечерю,
- включить охоронну/пожежну сигналізацію в разі пожежі або стороннього втручання в будинок,
- проконтролює доступ в приміщення і до окремих функцій мешканців будинку (друзів, дітей і робочого персоналу),
- перемкне всі побутові пристрої в економний режим, або їх виключить,
- створить комфортну клімат і температуру в приміщеннях.

**За Вашої присутності** система Розумний Дім:

- включить на деякий час вентиляцію після прийняття ванни чи відвідування санвузла,
- покаже Вашого гостя біля дверей показавши його на смартфоні або телевізорі,
- в непогоду закриє двері, вікна, накриє басейн,
- світло буде реагувати на вашу присутність,
- відрегулює температуру та вологість приміщень,
- переключиться з ручного на автоматичне управління.

					МД ПІ-81м.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Розумний Дім постійно спостерігає і регулює всі параметри і події в будинку. За допомогою цієї технології можна відчутно заощадити на опаленні та електроенергії шляхом оптимального використання ресурсів. Розумний Дім пам'ятає Ваші звички і розпорядок дня, знає як правильно опалювати ваш будинок.

Управління освітленням за допомогою елементів розумного дому – є найпоширенішою автоматизацією квартири або будинку. Така система створює в будинку (приміщенні) комфорт, збереже електроенергію і принесе задоволення мешканцям будинку.

Алгоритм роботи розумного освітлення розробляється виходячи з персональних переваг людини:

- робоче місце повинно освітлюватися протягом робочого дня;
- під час відпочинку світло вимикається чи працює на мінімумі;
- люди виходять з приміщення світло скрізь вимикається.

Коли управління світлом в будинку відбувається в автоматичному режимі, то можна не встановлювати вимикачі. Розумний світло буде включатися при наближенні людей, і гаснути при їх відсутності.

### **1.1. Методи керування розумним світлом**

А цей час існують кілька методів керування розумним світлом:

#### *1. Управління світлом з пульта*

Полягає в керуванні на відстані вуличними ліхтарями і RGB підсвіченням за допомогою пульта або єдиної панелі управління (рис. 2.1). Такою панеллю може бути смартфон. За допомогою такого пульта можна за допомогою декілька кнопок можна включати/вимикати світло в гаражі, в спальні, або в будь-якому приміщенні будинку. Таким пультом (через смартфон) можна керувати освітленням в оселі з будь-якої частини світу.

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рисунок 2.1 – Пульт управління контролером освітлення

## 2. Датчики руху/присутності

Датчики руху (рис. 2.2) автоматизують функціонування різноманітних систем в приміщенні, будинку. Датчики руху - активують включення світла в кімнаті при появі людини. Вони є також складовими охоронних систем.

					МД ПІ-81м.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рисунок 2.2 – Датчик руху

### 3. Вимкнення світла за таймером(рис. 2.3)

Можливо налаштувати вимкнення світла після того, як господар йде. Такий режим практичний при входженні в кімнату з зайнятими руками, так як не потрібно прикладати зусилля, щоб знайти вимикач.



Рисунок 2.3 – Таймер вмикання-вимикання

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



#### 4. Світлові ефекти

Світлові ефекти розумного освітлення дозволяють створити умови танцмайданчики, тобто світло може мерехтіти в такт музики та міняти колір (рис. 2.4). Можна налаштувати колір світла у відповідності до інтер'єру, настрою чи атмосфери.

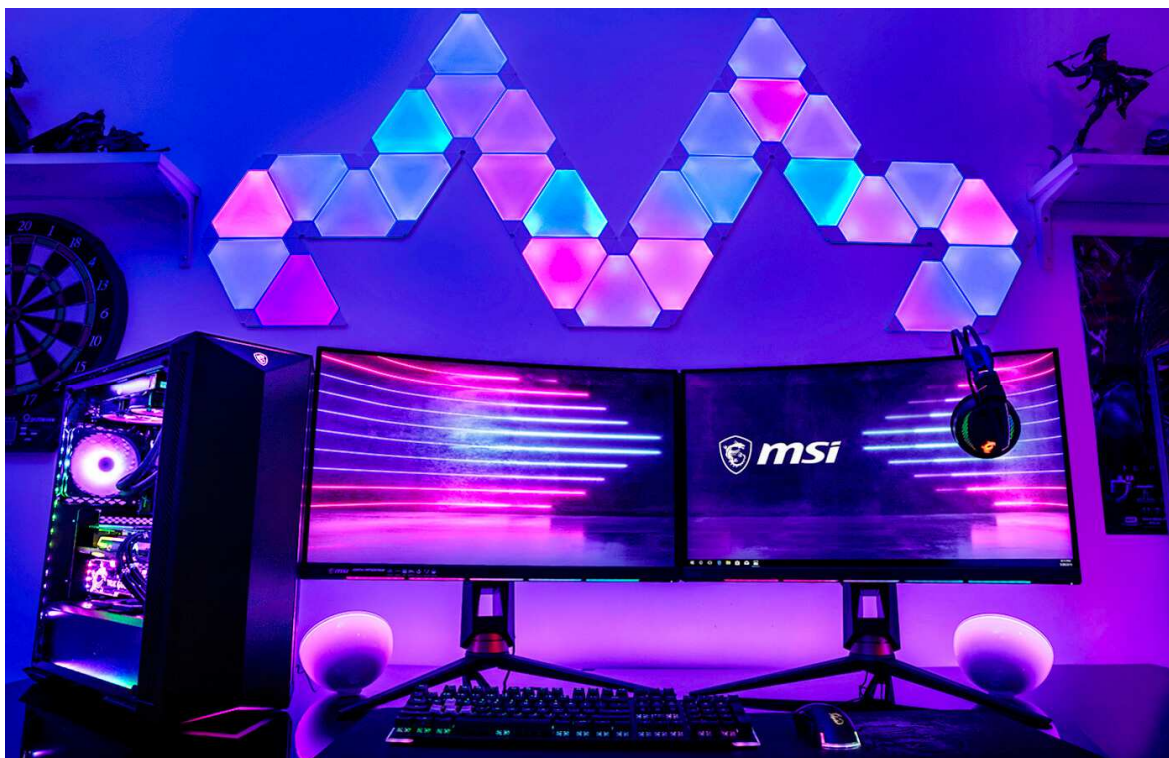


Рисунок 2.4 – RGB підсвічування робочого місця

### 1.2. Існуючі пристрої елементів розумного світла

Розглянемо кілька існуючих способів зробити світло в приміщенні або по всьому будинку розумним (без затратного ремонту з використанням існуючої електропроводки).

*Першим способом є купівля розумного світлодіодного світильника стельового/настінного або настільного (рис. 2.5) [1]. Робота такого світильника управляється за допомогою пульта. Залежно від налаштованої користувачем колірної температури випромінювання відтінок корпусу буде*

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

змінюватися від теплого до нейтрального або холодного (в діапазоні від 3000 до 6000 K).



Рисунок 2.5 – Стельовий розумний світильник

Переваги таких світильників: при низькій потужності споживання випромінює значну потужність випромінення (наприклад світильник потужністю 70 Вт випромінює 630 Вт); можна настроїти колір температури випромінення; вимикання світла через запрограмований виробником час (в залежності від моделі 30 хв.); робота світильника в режимі нічника. Крім того такими світильниками можна управляти за допомогою звичайного вимикача шляхом вмикання та вимикання світильника в проміжку до 10 с відбувається перемикання кольору на холодний, теплий, нейтральний та режим нічника.

Наведемо кілька прикладів світильників.

Настільний світильник Xiaomi Mi Motion Activated Night Light (рис. 2.6). Він 2 оснащений двома датчиками. Один датчик відповідає за регулювання яскравістю увімкненого світла, в залежності від природного освітлення в приміщенні. Другий - це інфрачервоний датчик руху, що дозволяє лампі автоматично включатися при наявності руху біологічної

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

особи. Світильник підтримує два рівня яскравості. Крім того в нього вбудовано таймер що вимикає освітлення через 15 секунд після останнього виявлення руху. Це дозволяє економити енергію.



Рисунок 2.6 – Світильник Xiaomi Mi Motion Activated Night Light 2

Світильник Brixoll Smart BRX-40W-023 D459 3000-6400K 3000Lm 220V (рис. 2.7) з пультом - багатофункціональний LED світильник, керування відбувається з пульта. Пульт дозволяє регулювати яскравість і температуру світла.

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17



Рисунок 2.7 – Світильник Brixoll Smart BRX-40W-023

*Другим способом є оснащення звичайної лампи розумними патронами (рис. 2.8) [2]. Такі «перехідники» допоможуть перетворити будь-яку лампочку або світильник у розумний. Цей перехідник встановлюється між стандартним патроном освітлювача і звичайною лампою.*

Такий спосіб підходить тільки для освітлювальних приладів, в які встановлюють лампочки розжарювання. На кожну лампочку треба встановлювати свій перехідник, крім того конструктивно вони підходять не до всіх світильників. Звичайний вимикач є лишньою ланкою, його треба або прибирати або тримати весь час увімкнутим.

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18



Рисунок 2.8 - Розумний патрон (адаптер)

Такі пристрої розраховані на потужність зазвичай 200 Вт (максимум 400 Вт) і керуються за допомогою смартфона по WiFi або пультом по радіоканалу, вони підтримують безкоштовні додатки для iOS і Android (Mobile eWeLink, Ready for Sky), можливість синхронізації - статус пристрою в режимі реального часу, що надається з додатком; встановлення таймерів/таймерів зворотного відліку для включення/вимикання в зазначений час, можливість керування освітленням з будь якого куточка світу, створення сценаріїв роботи освітлення.

Одними з прикладом існуючої реалізації таких пристроїв є розумний адаптер для лампочки Koogeek SK1 Smart Socket (рис. 2.9). Цей адаптер компанії Koogeek працює в системі Apple HomeKit. Ця система, від компанії Apple, забезпечує управління електронними приладами в будинку, в тому числі і освітленням, за допомогою додатку на пристроях Apple. За

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

допомогою цієї системи, керуючи пристроями, інтегрованими в цю систему, можете налаштувати під себе освітлення, створюючи свої варіанти освітлення (сцени), або вибирати зі списку запропонованих, встановлювати свої таймера і режими роботи. Використовуючи домашній хаб, можна керувати освітленням будинку перебуваючи далеко від нього.



Рисунок 2.9 – Розумний адаптер для лампочки Koogeek SK1 Smart Socket

Адаптер Koogeek SK1 Smart Socket встановлюється між патроном і лампочкою без додаткових проводів. Адаптер має стандартний роз'єм E26/E27 (рис. 2.10). Розумний адаптер розрахований на максимальне потужність в 25 Вт, через це в ньому можна використовувати тільки LED або CFL лампи. Світлодіодний індикатор над кнопкою включення покаже наявність живлення і Wi-Fi з'єднання.

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20



Рисунок 2.10 – Будова розумного адаптеру

Функції розумного адаптеру Koogeek SK1 Smart Socket:

- голосового управління за допомогою Siri;
- керування освітленням в будинку за наявності Wi-Fi з'єднання;
- шифрування Wi-Fi з'єднання - забезпечує безпеку дистанційного керування;
- ведення статистики енергоспоживання;
- створення планів роботи освітлювальних приладів;
- установка режимів роботи і таймерів.

*Третій спосіб* є встановлення самої розумної лампи (смарт-лампа) (рис. 2.11) [3]. На відміну від стандартних ламп розжарювання їх смарт-лампи дозволяють повністю контролювати роботу всієї системи. Підключення за допомогою бездротових мереж Bluetooth і Wi-Fi надає можливість налаштувати освітлення з будь-якого зручного місця в будинку для цього знадобиться лише ноутбук, планшет або смартфон.



Рисунок 2.11 – Розумна лампочка

Такі смарт-лампочки мають наступні переваги: дистанційне керування за допомогою смартфона; низький рівень споживання енергії за рахунок спеціальних світлодіодів для тривалого користування і економії; велика кількість відтінків і кольорів освітлення, деякі моделі можуть перемикаати колір під відповідну музику; вибір рівня яскравості і насиченість кольору; таймер для планування включення або відключення лампочки в визначений час.

					МД ПІ-81м.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



Розумна лампочка LifeSmart BLEND Light Bulb [4] з різноманітним налаштуванням відтінків світіння (16 мільйонів різних колірних схем), яка керується зі смартфона (рис. 2.12).



Рисунок 2.12 - Розумна лампочка LifeSmart BLEND Light Bulb

Цей пристрій підтримує роздільну гнучку систему налаштувань яскравості і кольору, завдяки чому ви зможете створити ідеальну атмосферу в будь-якому приміщенні.

Комплект з розумної світлодіодної лампи, Smart Station , а також мобільного додатку LifeSmart дозволить вам отримати цілковитий контроль над усіма можливостями освітлення в будь-якій кімнаті.

Керування лампою LifeSmart відбувається за допомогою безпроводного зв'язку Bluetooth через зручний та інтуїтивно зрозумілий додаток LifeSmart. Завдяки двосторонньому зв'язку додаток має зручне

					МД ПІ-81м.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

дистанційне керування лампочкою, а також забезпечує чудову гнучкість налаштувань.

Додаток LifeSmart має три режими налаштування освітлення в приміщенні:

- *Вільний режим (Free)* дозволяє вибирати свій колір освітлення (рис. 2.13);



Рисунок 2.13 - Розумна лампочка LifeSmart BLEND Light Bulb в режимі *Вільний режим (Free)*

- *Режим Палітра (Palette)* дозволяє вибирати існуючі колірні схеми;
- *Режим Тем (Themes)* дозволяє створювати динамічне освітлення.

Прилади відмінно працюють при температурі від 25 до 50 °С.

За допомогою смартфона можна керувати одночасно кількома смарт-лампами або розумними патронами.

До недоліків таких пристроїв (смарт-ламп і розумних патронів) є можливість злому лампочки хакерами. При цьому їх конструкція досить

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

складна, що значно підвищує ризик поломки і зменшує термін експлуатації. Але остання проблема вирішується шляхом покупки пристроїв у перевірених виробників.

Конструктивно такі смарт-пристрої складаються з мікроконтролера, приймача, драйвера для світлодіодів. Також в них вбудовують сенсори (мікрофони, динаміки, точки доступу WiFi, датчики руху та присутності) для розширення функцій.

Крім того існують лампочки з вбудованим сенсором руху. Їх єдина функція полягає у вмиканні світла при появі людини в приміщенні.

Ще одним елементом розумного освітлення може виступати **розумна Wi-Fi розетка Broadlink SP Contros** (рис. 2.14). Цей пристрій призначений для керування електроприладами по безпроводному зв'язку Wi-Fi, наприклад, такими як: настільна лампа, каво-машина, пральна машина, мультиварка...

Ця розетка легко підключається і налаштовується без необхідності додаткового обладнання.

					<i>МД ПП-81мп.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25



Рисунок 2.14 - Розумна Wi-Fi розетка Broadlink SP Contros

Такі пристрої забезпечують наступні функції по управлінню електрообладнанням:

- «зворотний відлік»;
- «запланований час» (вмикає/вимикає прилад у певний час за встановленим графіком;
- випадковий таймер (вмикає/вимикає прилад в випадковий час для створення «ефекту присутності»).

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

## Висновки до розділу 1

Як показано вище існують багато способів для створення розумного освітлення в приміщенні, квартирі, будинку використовуючи існуючу електричну проводку. З розвитком сучасних технологій можливі відкриття нових областей використання розумного освітлення.

На основі проведеного аналізу в роботі буде розроблений пристрій з наступними функціями: вимірювання освітленості робочої зони, реагування на присутність/відсутність людини, безконтактне керування кольором, яскравістю і вмикання/вимикання світла.

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

Розділ присвячено розробці інтелектуального освітлювального пристрою його конструкції, вибору елементної бази та проведення необхідних розрахунків.

Мета роботи - знизити витрати на електроенергію за рахунок автоматичного відключення освітлення при тривалій відсутності людини в приміщенні. Відслідковувати (вимірювати) рівень освітлення в приміщенні, робочій зоні. Розроблений пристрій повинен використовуватися в житлових кімнатах, оскільки відключає освітлення коли людина виходить із приміщення і вмикається коли вона заходить. Світло горить доки людина знаходиться або в приміщенні або біля джерела світла.

### 2.1. Розробка принципової схеми пристрою

Виходячи з мети пристрій буде складатися з:

- 1) датчик освітлення - він реагує на рівень освітлення в приміщенні (робочої зони) і економить електроенергію при достатньому освітленні;
- 2) датчик присутності - призначений для визначення присутності людини в приміщенні (робочої зони): вмикає коли людина присутня і вимикає коли відсутня;
- 3) датчик жестів – використовується для безконтактного керування освітленням (змінює яркість освітлення, вмикає/вимикає світло);
- 4) блок з світлодіодами – безпосередньо джерело освітлення;
- 5) мікроконтролер – це спеціалізована мікропроцесорна система, що включає мікропроцесор, блоки пам'яті для збереження коду програм і даних, порти вводу-виводу і блоки зі спеціальними функціями (лічильники, компаратори, АЦП та інші) [5]. Він безпосередньо керує усіма переліченими компонентами;

					<i>МД ПІ-81м.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

б) Блок живлення – джерело струму для забезпечення живлення всього пристрою.

Запропонована схема представлена на рис. 2.1.

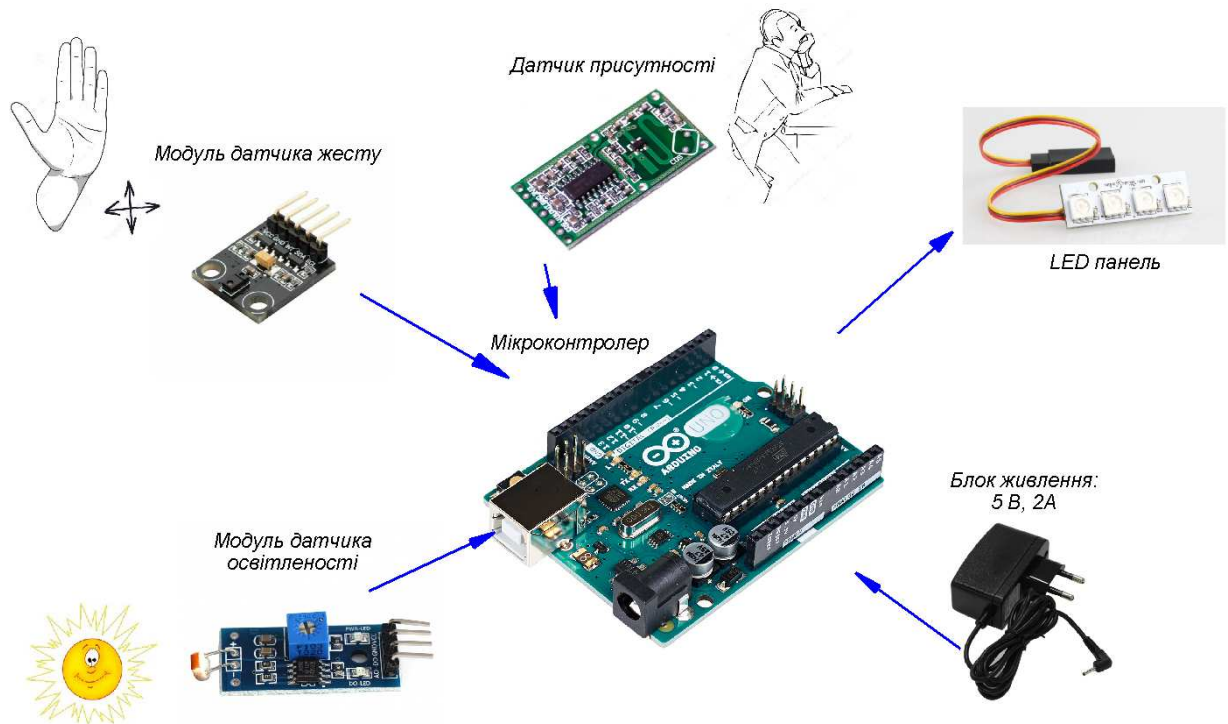


Рисунок 2.1 - Принципова схема інтелектуального освітлювального пристрою

					МД ПІ-81м.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

## 2.2 Вибір елементної бази пристрою

### 2.2.1 Мікроконтролер [5]

У якості мікроконтролера для пристрою виберемо Arduino NANO – плата невеликих розмірів з мікроконтролером ATmega328. Головними характеристиками є кількість цифрових входів/виходів – 14, кількість аналогових входів – 6, робоча напруга 5 В.

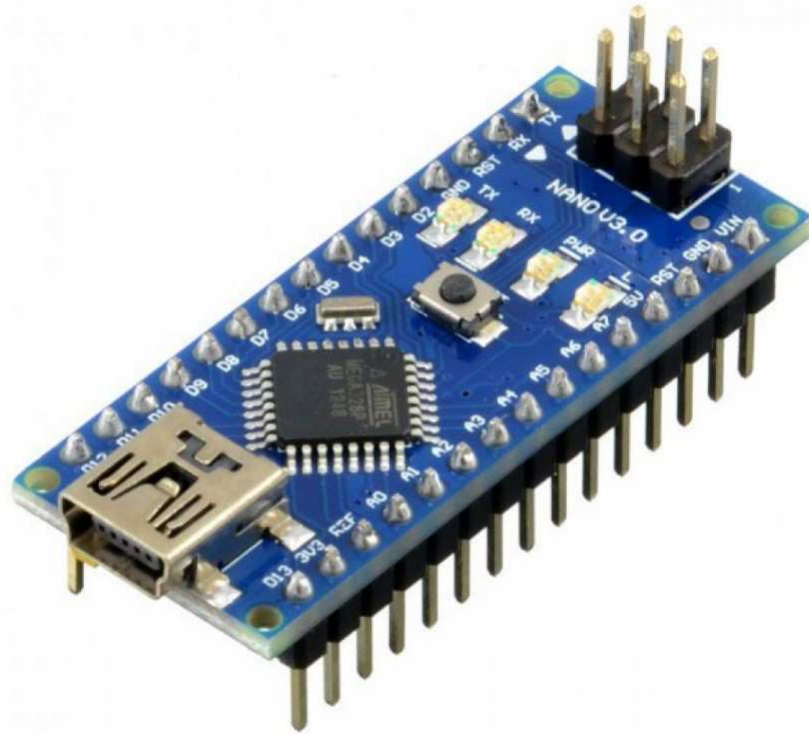


Рисунок 2.6 – Arduino NANO

### 2.2.2 Блок з світлодіодами

В якості блоку з світлодіодами виберемо RGB LED панель розраховану на напругу 5В. Ця панель дозволить забезпечити якісне освітлення робочої зони та зміну кольорів.

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



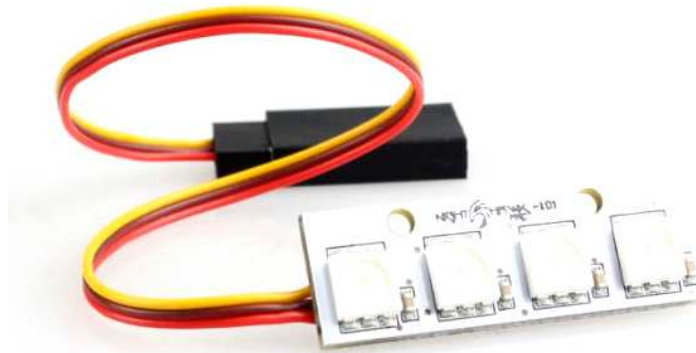


Рисунок 2.6 – RGB LED панель

### 2.2.3 Блок живлення

Для блоку живлення виберемо імпульсне джерело живлення розрахованого на напругу 5В та струм 2А (рис. 2.7). Ця напруга вибрана через те, що всі елементи пристрою будуть працювати при напрузі 5В.



Рисунок 2.7 – Джерело живлення

### 2.2.4 Датчик жестів [6]

Цей елемент пристрою є додатковим і розширює його функціональні можливості. Він дозволяє безконтактно за допомогою жестів руки керувати світінням LED панелі (рис. 2.8).

					<i>МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Вбудований датчик жестів розрахований на відстань до 10 мм.

Необхідно відмітити, що вбудованого автоматичного механізму визначення жестів у APDS-9960 не передбачено; тобто такого, датчик розпізнав жест необхідно попередньо написати алгоритм інтерпретації цього жесту. Це дозволяє видумувати та програмувати нові жести керування.

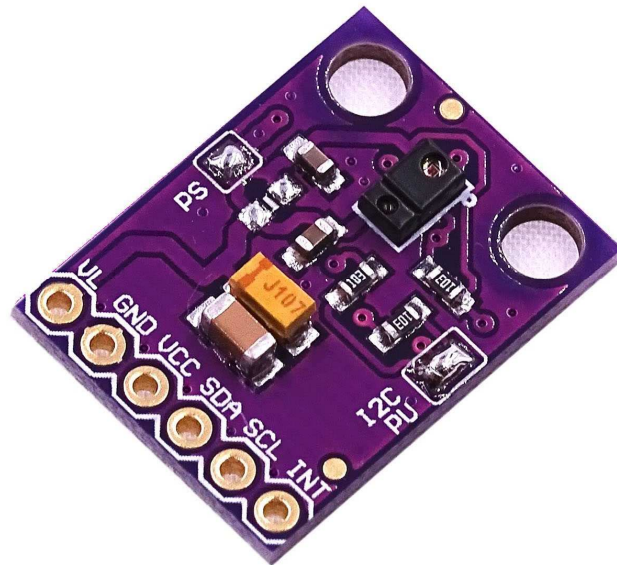


Рисунок 2.8 – Датчик жестів APDS-9960

Для отримання необхідної інформації про рух і напрямку руху в APDS-9960 використовуються ІЧ світлодіод і чотири фотодіода (рис. 2.9), які реєструють сигнали в діапазоні ближнього ІЧ (NIR).

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

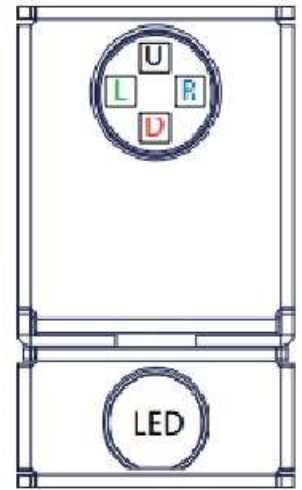
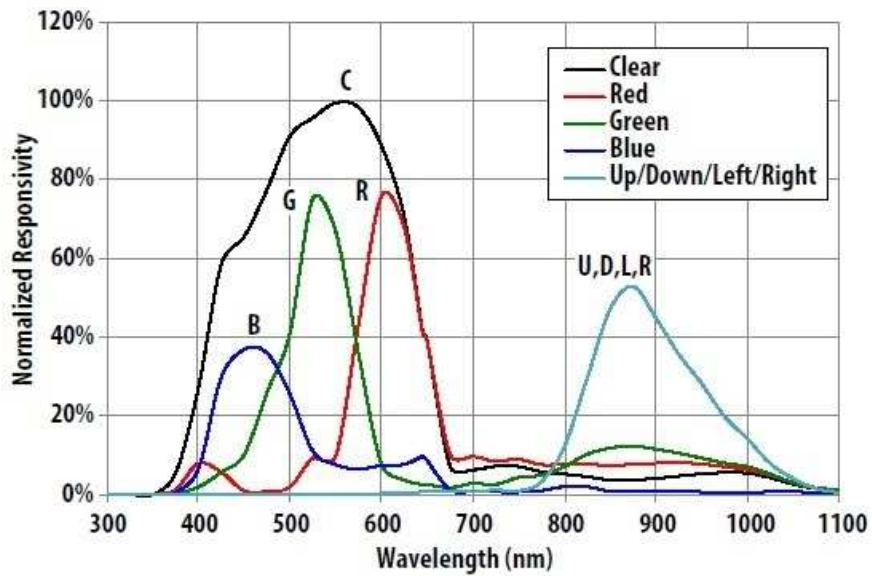


Рисунок 2.9 – Конструкція датчик жестів та його спектральна відповідь

ІЧ світлодіод (LED) виконує функцію підсвітки, а фотодіоди (UDLR) зареєструють відбиття світла від перешкоди.

Фотодіоди розташована на сенсорі таким чином, що у відповідності від напрямку руху перешкоди, відповідний фотодіод отримує більшу частину відбитого ІЧ-сигналу на вході та меншій частині на виході. Таким чином вимірявши і порівнявши амплітуду і розмір фаз сигналів з фотодіодів UDLR можна визначити спрямованість руху (рис. 2.10).

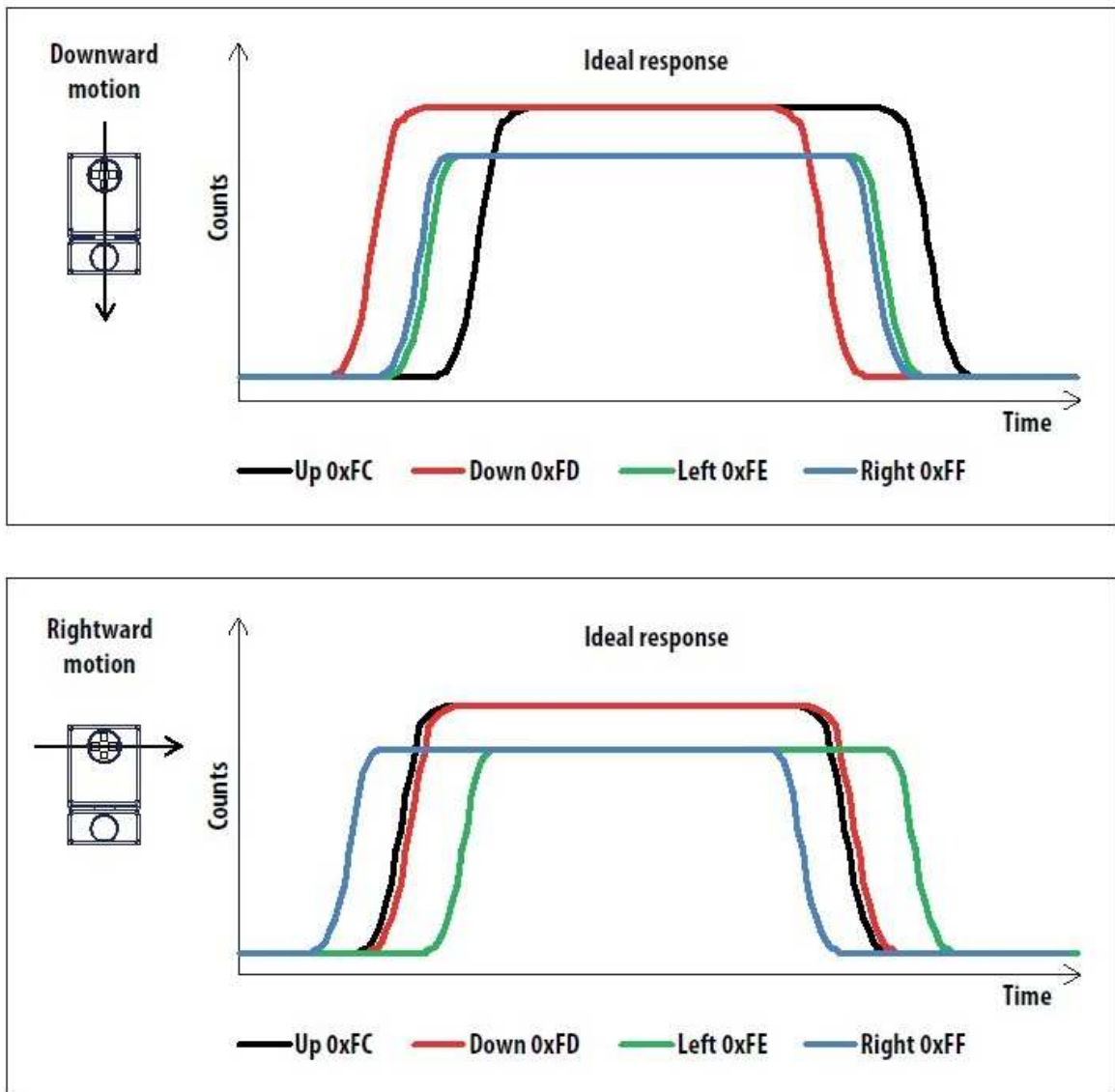


Рисунок 2.10 – Варіанти рухів та його спектральна відповідь

Для програмування нашого пристрою використовуємо готову бібліотеку «SparkFun\_APDS9960.h» яка описує роботи цього датчика.

Наведемо приклад програми:

```

void loop(){          //
// Виводимо назву зафіксованого жесту: //
  if(apds.isGestureAvailable()){          // Якщо зафіксований рух, то ...
    switch(apds.readGesture()){          // Звіряємо значення відповідному жесту ...
      case DIR_UP: Serial.println("UP" ); break; // Зафіксовано рух вперед або вверх
        (залежить від положення датчика)
      case DIR_DOWN: Serial.println("DOWN" ); break; // Зафіксовано рух назад або
        вниз (залежить від положення датчика)
    }
  }
}

```

```

case DIR_LEFT: Serial.println("LEFT" ); break;    // Зафіксовано рух вліво
case DIR_RIGHT: Serial.println("RIGHT"); break;  // Зафіксовано рух вправо
case DIR_NEAR: Serial.println("NEAR" ); break;   // Зафіксовано рух до датчика
case DIR_FAR:  Serial.println("FAR" ); break;    // Зафіксовано рух від датчика
default:      Serial.println("NONE" ); break;   // Зафіксовано рух, але жест не
розпізнано
    }
}          // Зупиняємо виконання скетча на 0,1 секунду: //
delay(100);
}

```

### 2.2.5 Датчик присутності [7]

Цей елемент пристрою є основним і виконую функціональні вимикача. Він дозволяє вмикати/вимикати LED панель при присутності/відсутності в зоні дії датчика людини.

На відміну від ІЧ датчиків руху – датчик присутності (рис. 2.11) може локалізувати любий предмет і нерухому людину (сидить нерухомо за столом, у кріслі тощо).

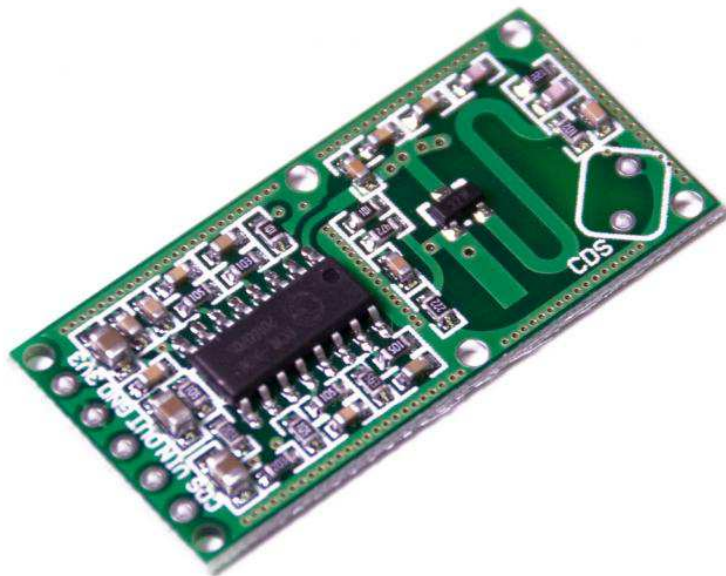


Рисунок 2.11 – Датчик присутності RCWL-0516

Датчик присутності RCWL-0516 [7] працює на ефекті Доплера з можливістю виявлення рухів минаючи перешкоди, використовується з Ардуіно

або іншими платформами, також його можна застосовувати безпосередньо з релейними модулями.

В основу роботи датчика покладено ефект Доплера - зміна частоти відбитої хвилі, внаслідок руху випромінювача, приймача або відбивача. В даному модулі частота випромінюваної їм радіохвилі змінюється внаслідок руху відбивача (перешкоди). Модуль побудований на базі чіпа RCWL-9196 який оснащений передавачем і приймачем.

### *Доплерівська радіолокаційна технологія [10]*

Загальне доплерівське рівняння для хвиль у середовищі (нерелятивістське) можна записати так:

$$f = f_0 \frac{c \pm v_r}{c \pm v_s}$$

де  $f$  - спостережувана частота,

$c$  - швидкість хвиль у середовищі,

$v_r$  - швидкість приймача (рухомого об'єкта),

$v_s$  - швидкість джерела (випромінювача),

$f_0$  - частота, що випромінюється від джерела.

У нашому випадку ми припускаємо нерухоме джерело і досліджуємо відбиту частоту, виміряну назад у джерела. Це метод, який застосовують доплерівські радары для визначення положення, швидкості та кута руху літальних апаратів і навіть планет і зірок у галактиці. Виведення цього рівняння досить задіяне (оскільки ми маємо використовувати релятивістські методи при вирішенні для електромагнітних хвиль, таких як мікрохвилі). Ресурси для цього можна знайти на наступному:

- [American Journal of Physics](#)
- [Doppler Effect Associated with the Reflection of Light on a Moving Mirror](#)
- [Relativistic Doppler effect](#)

Таким чином, радіолокаційне рівняння електромагнітного доплера може бути записане таким чином:

					МД ПІ-81мн.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$f_{obs} = f_0 \frac{c + v}{c - v}$$

де швидкість,  $v$  повторюється, використовуючи припущення про стаціонарність, яке включає відображений зсув.

Спостережена частота,  $f_{obs}$  - це частота, виміряна назад у джерела. Це також означає, що якщо об'єкт віддаляється від джерела, швидкість буде негативною - внаслідок чого спостерігається менша частота. Діаграма для рухомої доплерівської системи показана на рис. 2.11а.

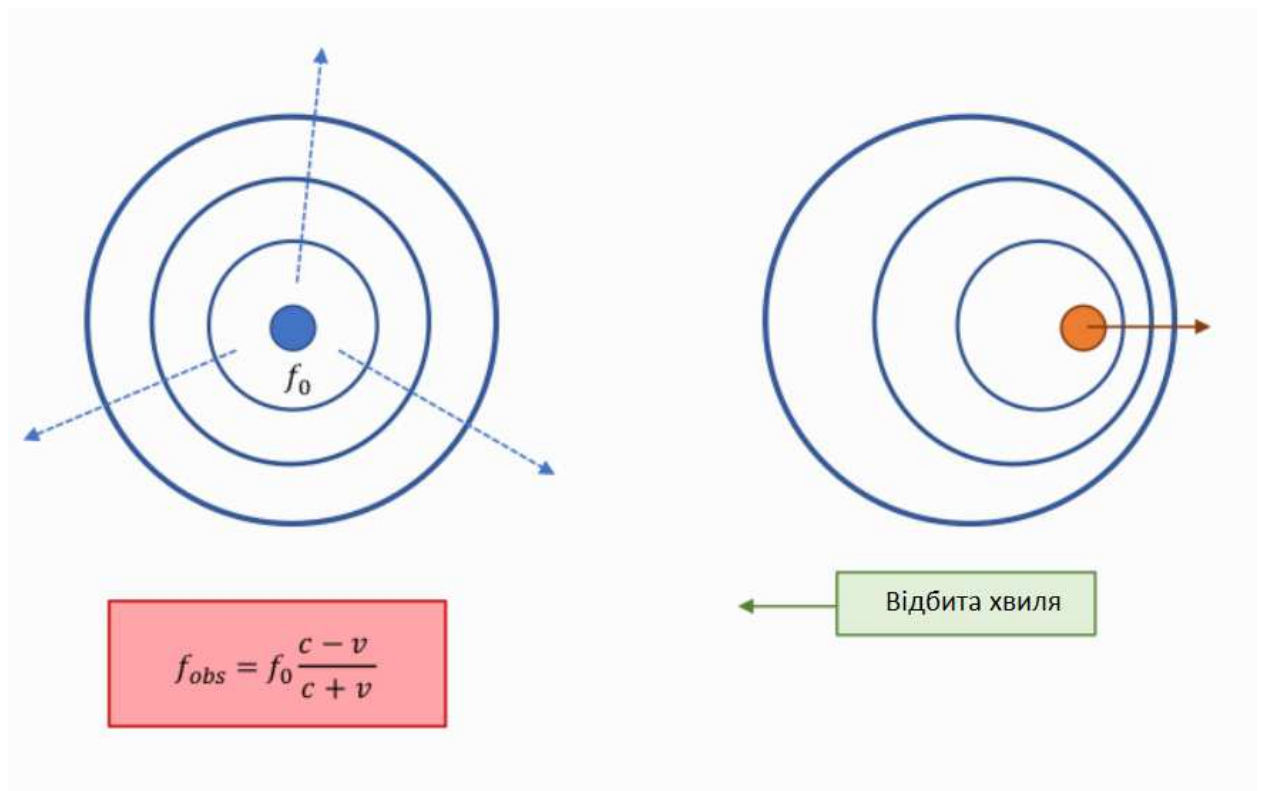


Рисунок 2.11а - Діаграма для рухомої доплерівської системи

Частота радіолокаційного спостереження доплерівських електромагнітних хвиль використовується для обчислення приблизної швидкості руху об'єкта.

Звідси нас цікавить різниця між частотою джерела та частотою, відображеною назад до джерела після потрапляння хвилі на рухомий об'єкт. Цю різницю (доплерівський зсув) можна отримати таким чином:

$$\Delta f = f_0 - f_{\text{обс}} = f_0 - f_0 \frac{(c+v)}{c-v}$$

$$\Delta f = f_0 \left( \frac{(c-v) - (c+v)}{c-v} \right) = -2f_0 \frac{v}{c-v}$$

А для невеликих швидкостей об'єкта ми можемо зробити наступну перестановку для підготовки до розширення серії Тейлора:

$$\Delta f = \frac{-2f_0 v}{c} \frac{1}{(1 - (v/c))}$$

Якщо припустити, що  $v \ll c$  і взяти перший член в ряді Тейлора  $(1 - (v/c))^{-1}$ , ми отримаємо:

$$\Delta f \approx \frac{-2f_0 v}{c}$$

У випадку зондування руху нас цікавлять рухомі об'єкти, а це означає, що досліджуються зміни швидкості:

$$v \approx \frac{-c \Delta f}{2f_0}$$

Вищенаведене рівняння дозволяє встановити поріг  $\Delta f$  та створити датчик руху на основі ефекту Доплера. В цьому випадку припускається, що  $c$  (швидкість світла) та  $f_0$  (частота пульсу СВЧ) є постійними.

Датчик спрацює, якщо приймач прийме сигнал, частота якого незначно відрізняється від частоти сигналу передавача:

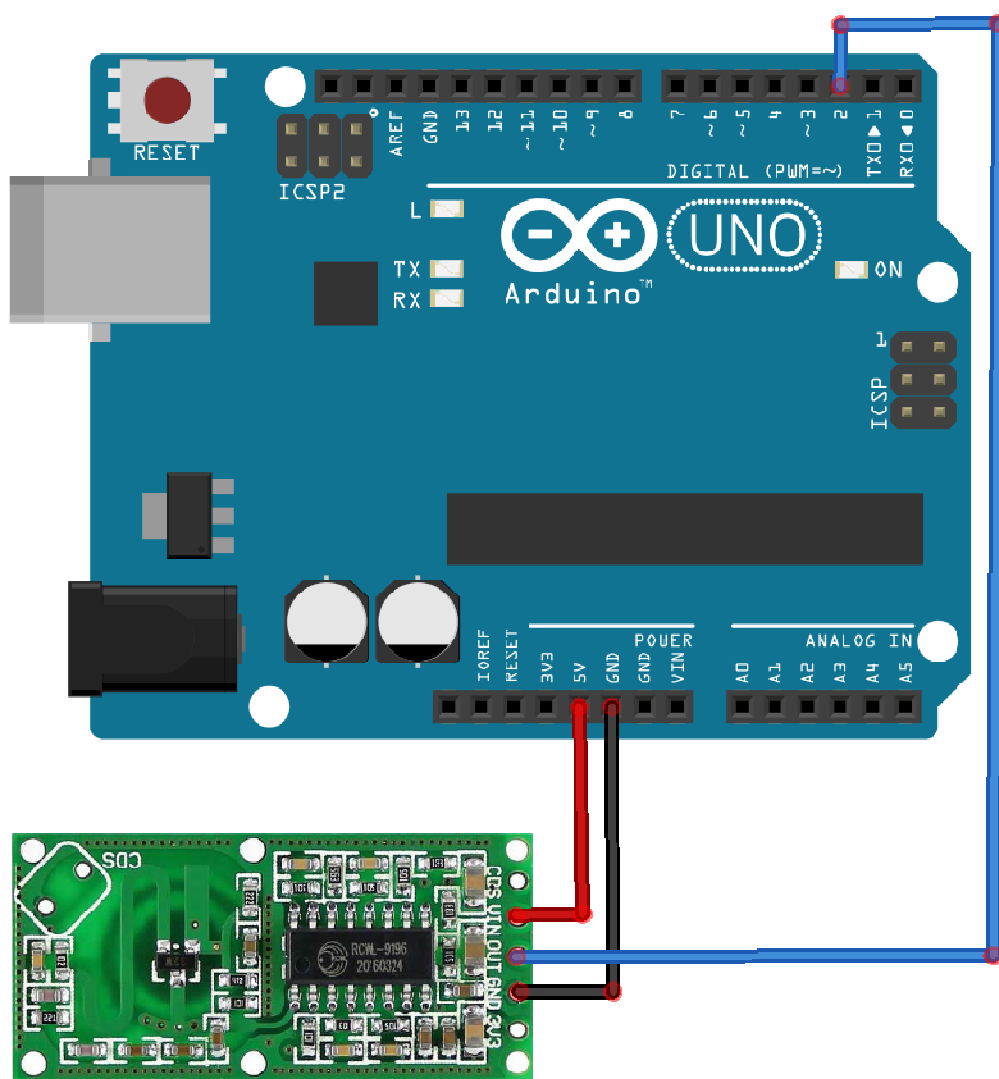
- якщо в зоні дії датчика немає об'єктів здатних відобразити радіохвилі, то приймач нічого не прийме і датчик не спрацює.
- якщо в зоні дії датчика є нерухомі об'єкти здатні відобразити радіохвилі, то приймач прийме радіохвилю передавача, відображену від цих об'єктів, але частота прийнятої радіохвилі буде дорівнює частоті сигналу передавача і датчик не спрацює.
- якщо в зоні дії датчика є об'єкт здатний відобразити радіохвилі, який наближається до датчика (рухається), то приймач прийме відображену від



об'єкта радіохвиллю, частота якої буде вище ніж у сигналу передавача і датчик спрацює.

- якщо в зоні дії датчика є об'єкт здатний відобразити радіохвилі, який віддаляється від датчика (рухається), то приймач прийме відображену від об'єкта радіохвиллю, частота якої буде нижче ніж у сигналу передавача і датчик спрацює.

На рис. 2.12 представлена схема підключення датчика до мікроконтролера. На цій схемі датчик підключається до контролера до Pin4, а спрацювання датчика будем спостерігати на світлодіоді підключеного до Pin13.



fritzing

Рисунок 2.12 – Схема підключення датчика до мікроконтролера

						МД ПІ-81м.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			39

Наведемо приклад програми для демонстрації спрацювання датчика світлодіодом:

```
const uint8_t PinSensor = 4;           // вказуємо номер цифрового вивода arduino, до
якого підключений датчик руху RCWL-0516
const uint8_t PinAlarm = 13;          // вказуємо номер цифрового вивода arduino, до
якого підключений світлодіод
void setup(){
  pinMode(PinSensor, INPUT);          // конфігуруємо цифровий вивід датчика як вхід
  pinMode(PinAlarm, OUTPUT);         // конфігуруємо цифровий вивід світлодіода як вихід
}
void loop(){
  digitalWrite(PinAlarm, digitalRead(PinSensor)); // управляємо світлодіодом
}
```

### 2.2.6 Датчик освітлення

У якості датчика освітлення використовується фотоприймач.

Фотоелектричні приймачі променистої енергії - прилади для виявлення і вимірювання електромагнітного випромінювання. Їх робота полягає на фотоефекті.

Фотоприймач призначений для перетворення світлового випромінювання в електричні сигнали. Як фотоприймачів можуть бути використані: фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори, фототиристри, фотопомножувачі і інші елементи.

					<i>МД ПІ-81м.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

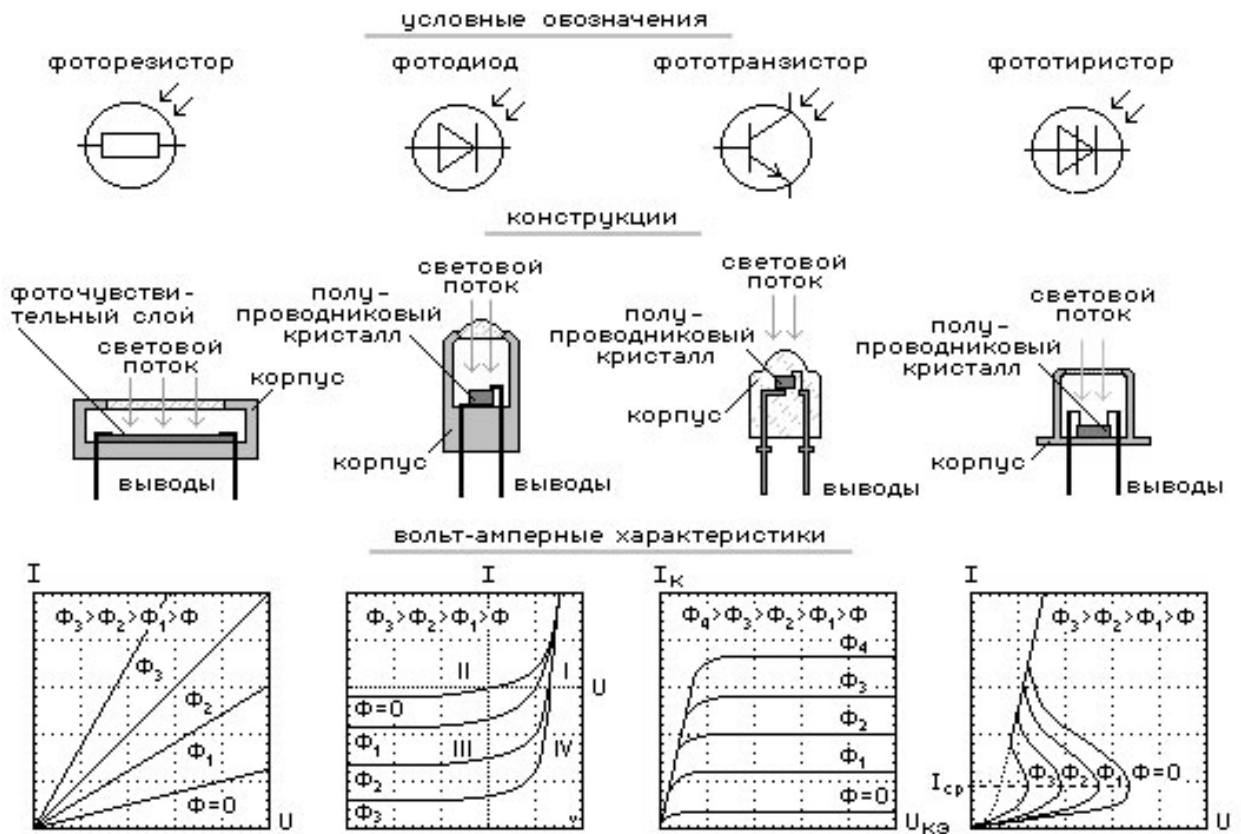


Рисунок 2.13. Позначення, конструкції і характеристики напівпровідникових фотоприймачів

Як видно на рис. 2.13, порівнюючи вольт-амперні характеристики фотоприймачів, бачимо, що у фоторезистора ця характеристика лінійна. Тому в якості датчика освітлення будемо використовувати фоторезистор.

*Преваги фотодіодів: є можливість забезпечення чутливості в довгохвильовій частині спектру за рахунок зміни ширини і-області; висока чутливість і швидкодія*

*Фотодіоди використовуються в побутових електронних пристроях, зокрема детектори диму, програвачах компакт-дисків, приймачах для пультів дистанційного управління. Фотодіоди використовуються для*

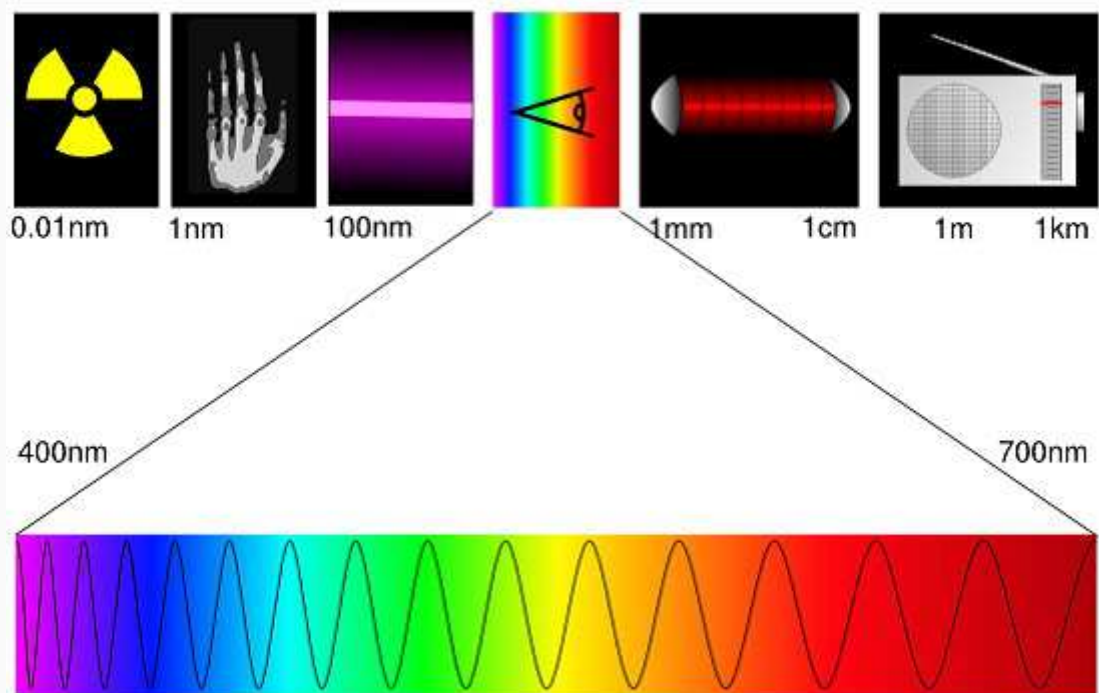
точного вимірювання інтенсивності світла (освітлення) в науці та промисловості.

Фоторезистор - це напівпровідниковий резистор [8], опір якого змінюється в залежності від поглинається світлового потоку, тобто це напівпровідниковий резистор, дії якого полягає на фоторезистивному ефекті.

Фоторезистори призначені для застосування в якості приймачів і датчиків оптичного випромінювання в складі оптоелектронної апаратури, систем фотоелектричної автоматики і телемеханіки, в лічильно-вимірювальних приладах, що працюють в діапазоні хвиль від 0,38 до 0,74 (мкм) (фоторезистори видимої області спектру) і від 1,5 до 3,2 (мкм) (фоторезистори інфрачервоної області спектру) (рис. 2.14).

Для виготовлення фоторезисторів широко застосовують сульфід, селенід і телурід різних елементів (часто Кадмію ( $^{48}\text{Cd}$ ) та Плюмбуму ( $^{82}\text{Pb}$ )). Так, для реєстрації видимого світла використовують фоторезистори з селеніду кадмію ( $\text{CdSe}$ ) і сульфїду кадмію ( $\text{CdS}$ ). Для реєстрації інфрачервоного випромінювання використовують германій  $\text{Ge}$  (чистий або з домішками золота ( $\text{Au}$ ), міді ( $\text{Cu}$ ), цинку ( $\text{Zn}$ )), кремній ( $\text{Si}$ ), сульфід свинцю ( $\text{PbS}$ ), селенід свинцю ( $\text{PbSe}$ ), Телурид свинцю ( $\text{PbTe}$ ), Антимонід індія ( $\text{InSb}$ ), арсенїду індія ( $\text{InAs}$ ), кадмій-ртуть-телурид  $\text{HgCdTe}$ , які часто охолоджують до низьких температур.

					<i>МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42



Колір	Діапазон довжин хвиль, нм	Діапазон частот, ТГц	Діапазон енергії фотонів, еВ
Фіолетовий	380—440	790—680	2,82—3,26
Синій	440—485	680—620	2,56—2,82
Блакитний	485—500	620—600	2,48—2,56
Зелений	500—565	600—530	2,19—2,48
Жовтий	565—590	530—510	2,10—2,19
Жовто-гарячий	590—625	510—480	1,98—2,10
Червоний	625—740	480—405	1,68—1,98

Рисунок 2.14 - Електромагнітний спектр

При виготовленні фоторезисторів напівпровідник наносять тонким шаром на скляну або кварцову підкладку за допомогою хімічного осадження, напилення чи епітаксії, або виготовляють у вигляді круглої або прямокутної таблетки, спресованої з порошкоподібного сульфіду або селеніду.

Залежно від призначення фоторезистори можуть бути:

- окремим виробом;
- у складі інтегральних схем;
- одно- і багатоелементними,
- з охолодженням і без;
- відкриті чи герметичні,
- в захисному корпусі металоскляні чи пластмасові з віконцями для проникнення світлових променів.

Умовне позначення фоторезистора на електричних схемах наведене на рис. 2.15. Фоторезистори, залежно від призначення, мають різне конструктивне оформлення. Найбільше розповсюдження знайшли малогабаритні плівкові фоторезистори. В них світлочутливий елемент покривається прозорими епоксидними смолами.

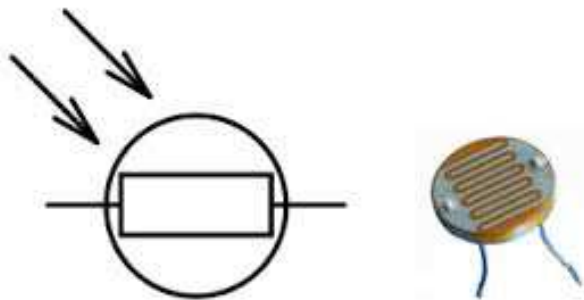


Рисунок 2.14 - Позначення фоторезистора на електричних схемах і його зовнішній вид

### 2.3. Основні параметри фоторезисторів [8]

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

1. Фотострум - струм, що протікає через фоторезистор при певній напрузі на ньому. Цей струм залежить тільки від впливу потоку випромінювання (освітлення) з заданим спектральним розподілом.

2. Загальний струм фоторезистора - струм, що складається з темного струму і фотоструму. Цей струм вимірюють при напрузі, що складає 1В.

3. Робоча напруга  $U_p$  - постійна напруга, що подається на фоторезистор. При цій напрузі забезпечуються номінальні параметри при тривалій його роботі в певних експлуатаційних умовах. Ці параметри гарантують тривалу роботу фоторезистора. При роботі в імпульсному режимі у селенистий-кадмієвих та сірчистої-кадмієвих фоторезисторів допустима напруга може перевищувати робочу в 2-3 рази. У сірчисто-свинцевих фоторезисторів робоча напруга становить  $0,1 \cdot R_T$ . У різних фоторезисторів ця напруга лежить в межах 4 ... 400 В.

4. Максимально допустима напруга на фоторезисторі  $U_{max}$  - максимальне значення постійної напруги, що подається на резистор, при якому відхилення параметрів фоторезистора від номінальних значень не перевищує зазначених меж при тривалій роботі за певних експлуатаційних умовах.

5. Максимально допустима потужність розсіювання  $P_{max}$  має величини в межах 0,01...0,2 Вт. Ця потужність обмежена допустимим зростанням темного струму при само нагріві фоторезистора.

6. Темновий опір  $R_T$  - опір фоторезистора за відсутності падаючого на нього випромінювання (освітлення) в діапазоні його спектральної чутливості. Темновий опір, у деяких типів фоторезисторів, може мати межі від  $10^4$  до  $10^7$  Ом.

					<i>МД ПІ-81м.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

7. Світловий опір  $R_3$  - опір фоторезистора, що вимірюється через певний інтервал часу після початку впливу випромінювання (освітлення) заданого значення.

8. Кратність зміни опору  $K_R$  - відношення темного опору фоторезистора до опору при певному рівні освітленості (світловому опору).

$$K_R = \frac{R_T}{R_C}$$

Цей параметр характеризує чутливість фоторезистора. Зі збільшенням освітленості кратність зростає за лінійним законом, зі зменшенням - знижується. Сірчисто-свинцеві фоторезистори мають найменшу чутливість, у яких кратність при освітленості в 200 лк не нижче 1,2. У інших типах фоторезисторів чутливість значно вища і може складати від  $10^2$  до  $10^4$ .

9. Постійна часу  $t_\phi$  - час, протягом якого фотострум змінюється на 63%, тобто у  $e$  раз. Постійна часу характеризує інерційність приладу і впливає на загальний вигляд частотної характеристики фоторезистори.

10. Коефіцієнт посилення по струму  $M$  може досягати величин  $10^3$  -  $10^7$ . Для збільшення  $M$  збільшують постійну часу  $t$  як наслідок зростає інерційність і зменшується діапазон частот модуляції сигналу).

11. Робоча довжина хвилі -  $\lambda_{max}$ . Вона відповідає максимуму спектральної характеристики фоторезистора  $I_{max}$  (20...50%  $I_0$ ).

13. Температурний коефіцієнт фотоструму

$$\alpha_T = \frac{dI}{I} \cdot \frac{1}{dT} \cdot 100\% = -(0,1...0,01)\% / \text{град}$$

З ростом температури фотоструму зменшується в основному через зменшення коефіцієнта посилення  $M$ .

14. Гранична чутливість  $\Phi_{min}$  - мінімальний світловий потік. Цей потік викликає появу фотоструму і може бути рівним темновому струму.

					МД ПП-81м.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



Визначається в смузі  $Df = 1$  Гц, при співвідношенні сигнал/шум, що дорівнює одиниці, наводиться на світлочутливий шар площею  $1 \text{ см}^2$ . У фоторезистора з сірчистого кадмію (CdS) має величину  $2 \cdot 10^{-15} [\text{Вт/см Гц}^{1/2}]$ .

15. Питома інтегральна чутливість - відношення фотоструму до потоку величини падаючого на фоторезистор світлового потоку на прикладену до нього напругу:

$$K_0 = I_\phi / (\Phi U),$$

де  $I_\phi$  - фотострум, що дорівнює різниці струмів, що протікають по фоторезистору в темряві і при певній освітленості (200 лк);  $\Phi$  - світловий потік, що падає на фоторезистор;  $U$  - напруга на фоторезисторі.

Чутливість називають інтегральною, тому що вимірюють її при освітленні фоторезистора світлом складного спектрального складу. Для різних фоторезисторів  $K_0$  складає від 1 до 600 мА/(лм·В).

#### 2.4. Характеристики фоторезисторів

Важливими характеристиками фоторезисторів є вольтамперна, світлова, спектральна, частотна, перехідна, шумова.

1. *ВАХ - вольт-амперна характеристика*  $I = f(U) | \Phi = const$ , що характеризує залежність фотоструму (рис. 2.15) (при сталому світловому потоці  $\Phi$ ) від прикладеної напруги. Закон Ома порушується тільки при високих напругах на фоторезисторлах. Ця характеристика лінійна в досить широких межах. Нелінійність спостерігається тільки для деяких типів фоторезисторів при напругах менше робочої.

					МД ПІ-81м.013.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

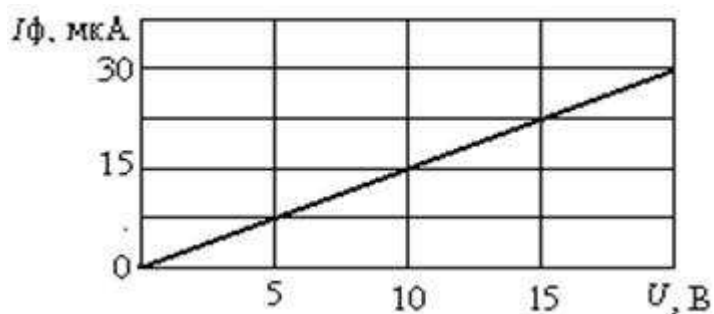


Рис. 2.15. Вольт-амперна характеристика фоторезистора при фіксованому світловому потоці

Розглянемо кілька ВАХ при різних значеннях  $\Phi$  (рис. 15).

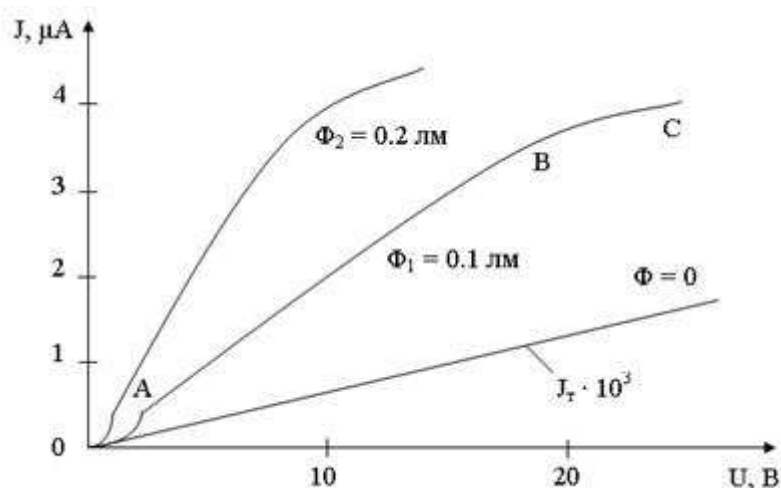


Рис. 15. Вольт-амперна характеристика фоторезистора

Темнова ВАХ фоторезистора (ОД) лінійна. Типова ВАХ (наприклад, при  $\Phi_1 = 0,1$  лм) в загальному випадку складається з 3 ділянок:

- ОА - ділянка нелінійна. При малих напругах опір фоторезистора визначається в опором контактів між окремими зернами або кристалами напівпровідника. Напруженість електричного поля на них отримуємо велику.

- АВ – робоча ділянка, лінійна. На робочій ділянці опір фоторезистора постійний. Він визначається об'ємним опором зерен напівпровідника.

- ВС - загин ВАХ при великих токах обумовлений зростанням концентрації носіїв, розігрівом fotocутливого шару, часу життя носіїв, швидкості рекомбінації і зменшенням коефіцієнта посилення М.

2. **Світлова (люкс-амперна) характеристика**  $I = f(\Phi) | U = const$

характеризує залежність фотоструму від падаючого світлового потоку, що має постійний спектральний склад при постійній напрузі на фоторезисторі. Фоторезистори з напівпровідників мають нелінійну люкс-амперна характеристику (рис. 2.17).

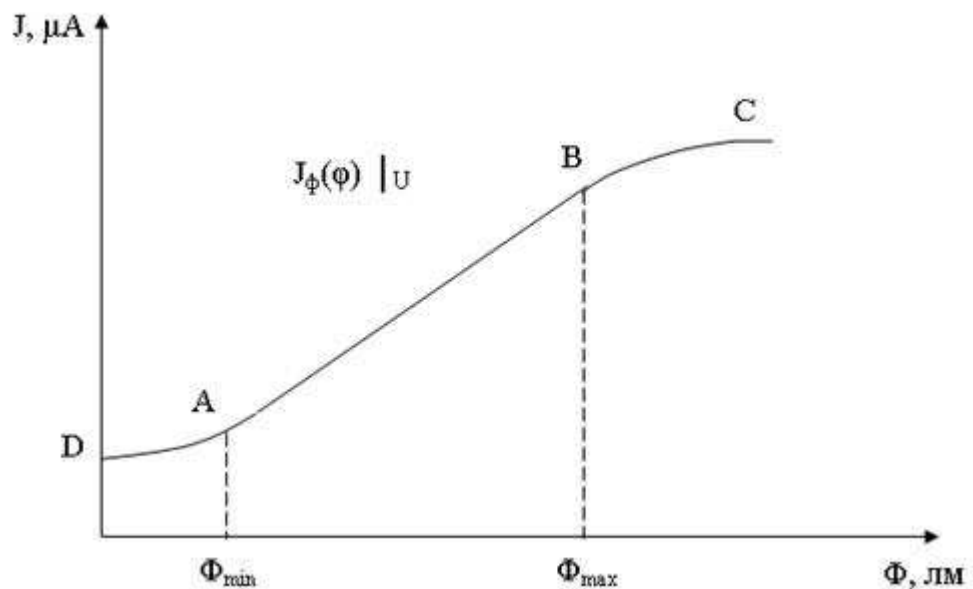


Рис. 2.17. Світлова характеристика фоторезистора

Робочої є лінійна частина світлової характеристики (ділянка АВ). На цій ділянці струм фоторезистора пропорційний світловому потоку.

Світлова характеристика (ділянка ДА) при малих інтенсивностях світлового потоку нелінійна через:

- наявність темного струму (при  $\Phi = 0$ );
- непропорційне зростання фотоструму при слабкому освітленні.

При великих світлових потоках (ділянка BC) відбувається загин світловий характеристики. Це виникає при збільшенні освітленості як наслідок зростає число іонізованих атомів в напівпровіднику і, тому, зростає розсіювання носіїв заряду іонізованими атомами.

Найбільшу чутливість фоторезистори мають при малій освітленості. Як наслідок фоторезистори використовують для вимірювання дуже малих інтенсивностей випромінювання. При збільшенні освітленості (падаючого вимірювання) світловий струм зростає приблизно пропорційно кореню квадратному до освітленості. Нахил світлової (люкс-амперної) характеристики залежить від прикладеної до фоторезистору напруги.

3. **Спектральна характеристика** - це залежність відносної (тобто нормованої по максимуму) чутливості (струму) фоторезистора від довжини хвилі випромінювання. При цьому напруга на фоторезисторі і сила світлового потоку повинні бути фіксовані (рис. 2.18). Ця характеристика визначає чутливість фоторезистора.

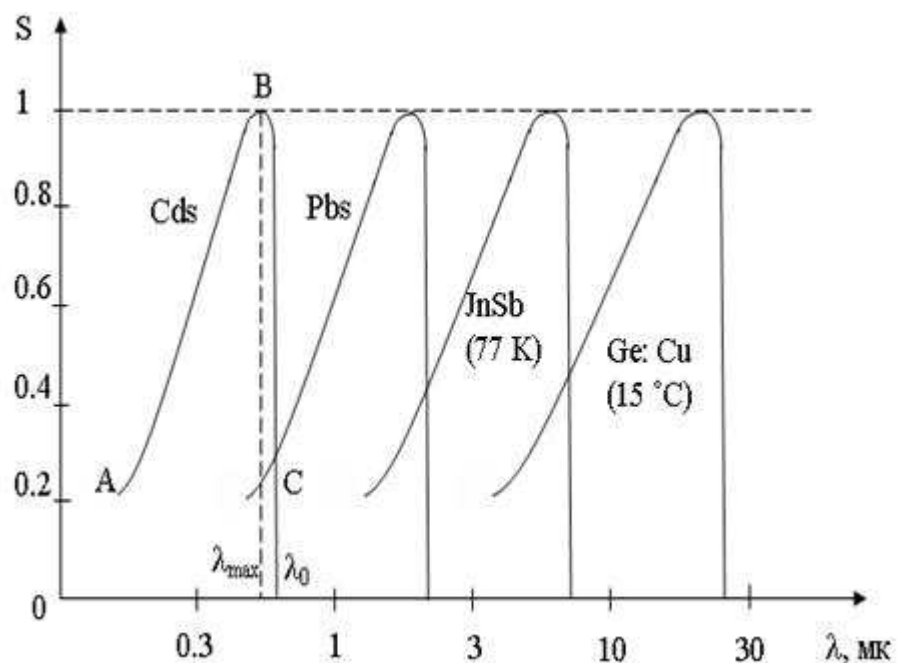


Рис. 2.18. Спектральні характеристики фоторезистора

При  $I > I_0$  енергії кванта недостатньо для генерації вільних носіїв заряду ( $h\nu < DW$ ).

На ділянці  $I_0, I_{\max}$  зростання струму обумовлений зростанням щільності дозволених станів у валентній зоні і зоні провідності при видаленні від їх кордонів і, відповідно, можливістю поглинання потоку квантів світла.

Спад струму на ділянці спектральної характеристики при зменшенні довжини хвилі обумовлений наступним (при постійній силі світлового потоку):

- зменшенням числа квантів світла  $i$ , відповідно, зменшенням числа фотогенерованих носіїв заряду;

- зменшенням глибини проникнення квантів світла в напівпровідник і, як наслідок, зростанням втрат від поверхневої рекомбінації, це призводить до зменшення ефективного часу життя фотогенерованих носіїв заряду.

Спектральна характеристика визначається матеріалом, з якого виготовляється світлочутливий елемент. Як видно з цих характеристик, сірчисто-кадмієві фоторезистори мають максимальний відгук у видимій частині спектру. Найбільшу чутливість до червоної і інфрачервоної частини спектра мають фоторезистори, виконані на основі селениста кадмію. фоторезистори, виконані на основі, сірчисто-свинцю мають максимум чутливості в інфрачервоній області спектра (рис. 2.18).

**4. Частотна характеристика** - це залежність відносного значення фотоструму від частоти модуляції світлового потоку. Ця характеристика визначає чутливість фоторезистора при дії на нього світлового потоку, що змінюється з певною частотою. Наявність інерційності у фоторезисторів призводить до того, що величина їх фотоструму залежить від частоти модуляції падаючого на них світлового потоку - зі збільшенням частоти світлового потоку фотоструму зменшується (рис. 2.19). *Інерційність*

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

обмежує можливості застосування фоторезисторів при роботі зі змінними світловими потоками високої частоти.

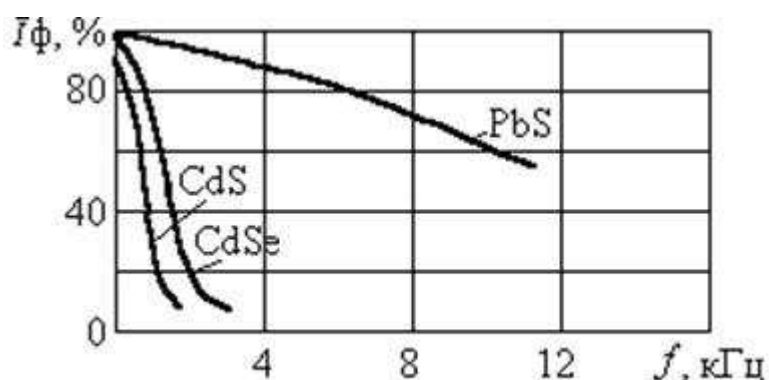


Рис. 2.19. Частотні характеристики фоторезистора

Величина сигналу, що знімається з фоторезистора, див. рис. 2.19, зменшується зі збільшенням частоти модуляції світлового потоку. Чутливість фоторезисторів (зменшується) в перші 50 години роботи, і практично не змінюється протягом усього терміну служби (кілька тисяч годин). Інтервал робочих температур для різних світлочутливих матеріалів становить:

- для сірчистої-кадмієвих фоторезисторів від  $-60$  до  $+85$  °С;
- для селенистий-кадмієвих - від  $-60$  до  $+40$  °С;
- для сірчистої-свинцевих - від  $-60$  до  $+70$  °С.

Основним недоліком фоторезистора є в його інерційності (часі затримки) між змінами в зовнішнього освітлення і зміною його опору. Для того щоб опір фоторезистора впадо до мінімального значення при його повному освітленні, повино пройти близько 10 мс часу, а для зростання опіру фоторезистора до максимуму, при його затемненні проходить близько 1 с. З цієї причини фоторезистори не можуть використовуватися в пристроях, де присутні різкі перепади освітлення.

В якості датчика світла використаємо модуль датчика освітлення аналогово-цифровий (рис. 2.20) [9]

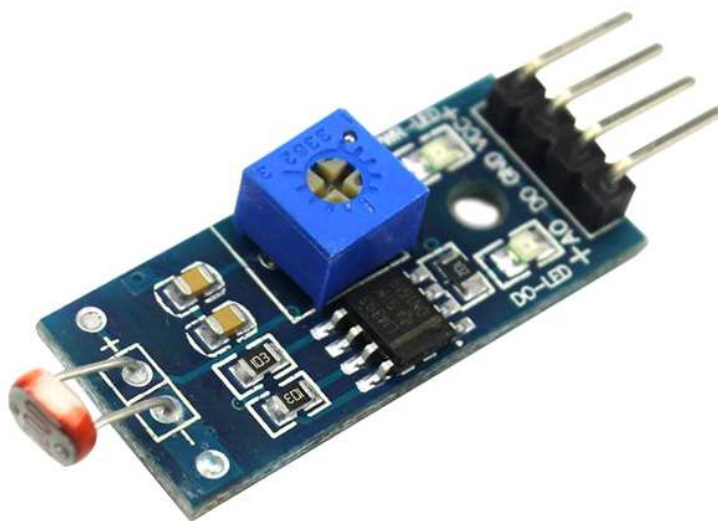


Рисунок 2. 20 – Датчик освітлення

Наведемо приклад програмного коду для аналогового датчика освітлення:

```
void setup() {  
  pinMode(A1, INPUT);  
  analogWrite(A1, LOW);  
  Serial.begin(9600); // підключаємо монітор порта  
}  
void loop() {  
  // отримуємо данні з датчика і виводимо на монітор порта  
  int light = analogRead(A1);  
  Serial.print("Light = ");  
  Serial.println(light);  
  
  // розраховуємо напругу і виводимо на монітор порта  
  float u = light * 0.48 / 100;  
  Serial.print("U = ");  
  Serial.println(u);  
  
  // ставимо паузу і починаємо друк з нового рядка
```

```

delay(500);
Serial.println("");
}

```

У таблиці 2.1 наведено приблизні значення аналогового напруги на підставі рівня освітленості/опору при підключенні напруги живлення 5 В і 10 кОм понижуючого резистора.

Таблиця 2.1 - Приблизні значення аналогового напруги на підставі рівня освітленості / опору

Освещение окружения...	Освещение окружения (лк)	Сопротивление фоторезистора (Ω)	LDR + R (Ω)	Сила тока, проходящая через LDR + R	Напряжение, проходящее через R
Безлунная ночь	0.1 лк	600КΩ	610 КΩ	0.008 мА	0.1 В
Лунная ночь	1 лк	70 КΩ	80 КΩ	0.07 мА	0.6 В
Темная комната	10 лк	10 КΩ	20 КΩ	0.25 мА	2.5 В
Облачный день / Ярко освещённая комната	100 лк	1.5 КΩ	11.5 КΩ	0.43 мА	4.3 В
Солнечный день	1000 лк	300 Ω	10.03 КΩ	0.5 мА	5 В

## 2.5. Розробка електричної схеми

На основі принципової схеми рис. 2.1 та проведеного в цьому розділі вибору складових елементів пристрою запропонуємо наступну електричну схему (рис. 2.21).



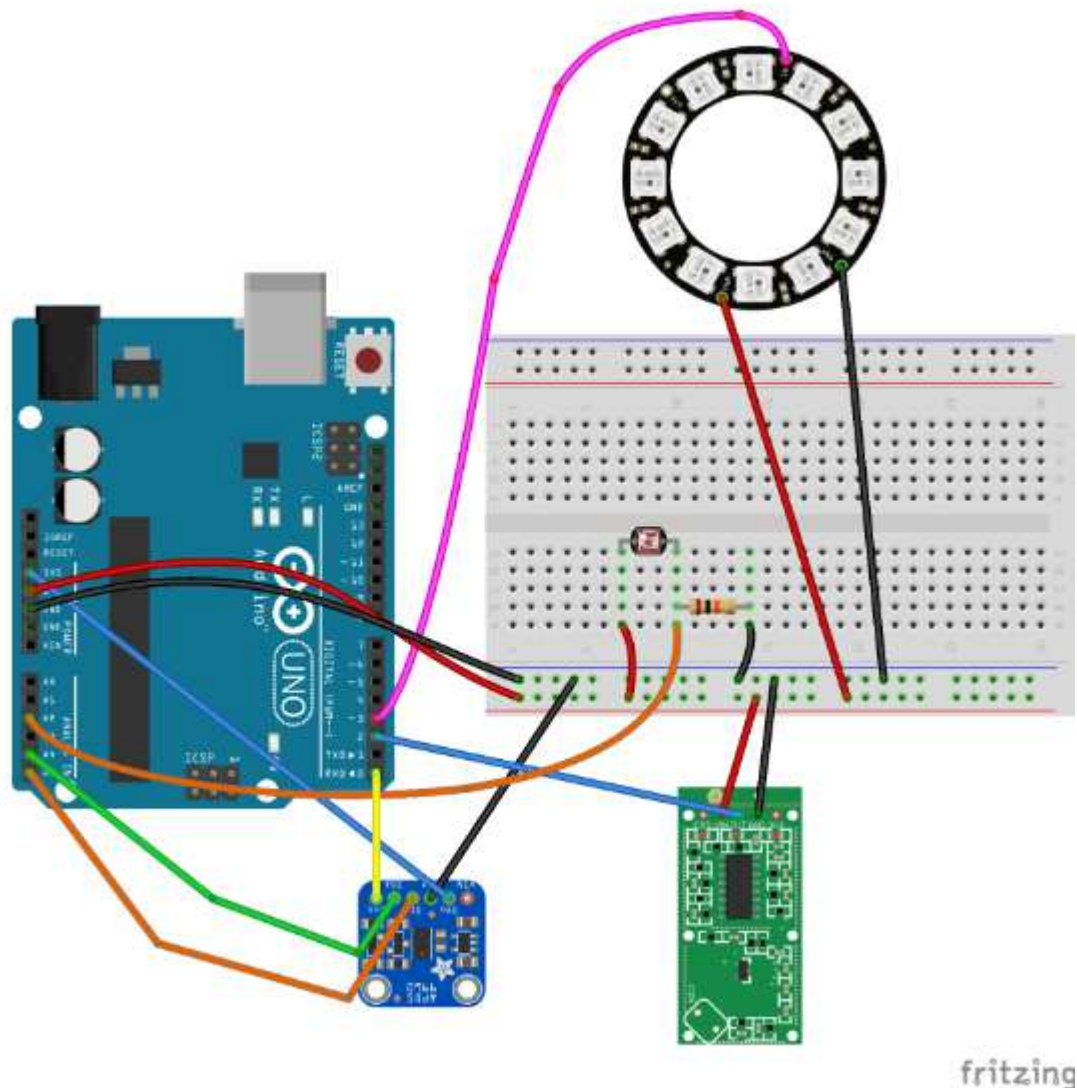


Рисунок 2.21 – Датчик освітлення

## 2.6. Розробка конструкції пристрою

Майбутній пристрій буде представляти собою LED світильник корпус якого виготовлено з білого пластику (рис. 2.22). Світильник може складатися у компактну модель. Електроніка захована у нижній частині пристрою і живиться через блок імпульсного живлення 5В 1А. Датчик світла встановлений у верхній частині стійки, а датчик жестів – в основі. Щоб покращити стійкість світильника в основу вбудовано додатковий вантаж.

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55



Рисунок 2.21. Зовнішній вигляд світильника

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

## Висновки до розділу 2

В розділі була розроблена принципова схема пристрою, був проведений вибір елементної бази та проведення необхідних розрахунків, розроблена електрична схема.

Для керування світильником запропоновано датчик жестів, що дозволяє безконтактно за допомогою жестів руки керувати світінням LED панелі. У якості датчика освітлення використовується фоторезистор. В ході виконання роботи були визначені основні характеристики фоторезисторів.

Запропонована електрична схема та розроблена конструкція пристрою.

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «РОЗУМНА ЛАМПА»

### 3.1 Опис ідеї проекту

Взявши за основу матеріали досліджень, описаних в попередніх двох розділах, метою даного розділу буде проведення аналізу стартап проекту, присвяченому розробці розумної лампи.

Ідея проекту полягає у впровадженні комплексу вирішення ідей, наведених у табл. 3.1.

У таблиці 3.1 зображено зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 3.1 Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Автоматизація освітлення	Цивільні користувачі	Економія енергоресурсів
	Автоматизація на виробництвах	Підвищення технологічності та безпеки на підприємствах
	ВПК	Використання системи у ВПК країни для модернізації існуючого обладнання

У стартап проекті розроблено план впровадження власного виробництва освітлювального пристрою – розумної лампи.

Впровадження такого проекту дозволить створити власне вітчизняне підприємство з робочими місцями, залучити до його розвитку іноземних інвесторів та наукові досягнення існуючих виробників, представлених на міжнародному ринку, таких як Philips, Xiaomi та ін.

В першу чергу, за рахунок використання кадрових та технічних ресурсів країни, в рамках малих обсягів виробництва на початкових стадіях впровадження проекту, вже можна буде досягти зменшення вартості продукції у порівнянні з конкурентами, а після досягнення серійного виробництва, вийти на міжнародний ринок.

У таблиці 3.2 визначено слабкі та сильні сторони техніко-економічних характеристики ідеї, в порівнянні з основними конкурентами.

Таблиця 3.2 Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Власний проект	Philips	Xiaomi			
1.	Вартість програмного забезпечення	Низька	Найдорожча на ринку	Дешева			+
2.	Вартість виробництва	Низька	Найбільша на ринку	Помірна			+
3.	Ліквідність	Постійно зростаюча	Поступово падає	Стабільна		+	+
4.	Собівартість виготовлення продукції	Низька	Висока	Середня			+
5.	ВВП	Постійно зростаюча	Стабільна	Поступово падає		+	
6.	Торгова марка	Потребує реклами	Найвідоміша	Відома в вузьких кругах	+		

Як бачимо, проект має як сильні так і поки що слабкі сторони, пов'язані з монополізацією ринку даної продукції на даний час.

Незважаючи на це, техніко-економічні характеристики проекту дозволять в самі короткі терміни вийти на високий рівень прибутку підприємства.

### 3.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Перш ніж приступити до реалізації, необхідно впевнитись в реальності впровадження проекту, для цього проведемо аналіз технологічної здійсненності ідеї проекту, що передбачає дослідження параметрів наведених в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

#### Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Виробництво систем вимірювання	Створення програмного забезпечення	Конструктори, CAD та Simulation програми	Більшість програмних комплексів для вирішення поставлених задач безкоштовні
		Виготовлення комплектуючих	3-D принтери, станки з ЧПУ та ін.	Легко впроваджується за рахунок сучасних технологій
		Налагодження ринку збуту	Потреба цивільного населення, підприємств в таких системах	Впровадження рекламних проектів в соц. мережах, телебаченні та ін.

Проаналізувавши данні, можна досягти висновку, що впровадження проекту не має перед собою перешкод, які могли б мати суттєвий вплив на досягнення поставленої мети.

### 3.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити його реалізації.

Далі проведемо аналіз ринку, на наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку (табл. 3.4), це дозволить бути готовими до можливих труднощів, з якими доведеться зіштовхнутися при впровадженні торгівлі.

Таблиця 3.4 Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Характеристика ринку	Характеристика
1	Кількість конкурентів, од	Близько 5 фірм на ринку України
2	Загальний обсяг продаж, грн	до 10 млн.
3	Динаміка ринку	Зростаючий попит цивільного та промислового ринку
4	Наявність обмежень для входу	Часткова монополізація вітчизняного ринку іноземними фірмами
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Потребує метрологічної повірки та стандартизації відповідно до вимог ДСТУ та ISO
6	Середня норма рентабельності ринку, %	Від 30 до 60 в залежності від регіону

Як бачимо, на ринку України є декілька фірм, що пропонують схожий товар. Більша доля ринку зосереджена в руках фірми Philips за рахунок тривалої відсутності конкуренції зі сторони східних та вітчизняних виробників. Демпінг, що характерний для нашого виробництва дозволить поступово зайняти нішу в цьому сегменті ринку та розвивати її.

Визначимо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 Характеристика потенційних клієнтів стартап проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільові сегменти ринку	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Модернізація та автоматизація виробництв	Промислові підприємства з використанням складських транспортних засобів	Закупка малими партіями	Практичність, надійність, природність до ремонту та легкість
2	Переобладнання існуючого автопарку	Комунальні та державні підприємства	Універсальність стосовно об'єктів використання	Дешевизна, надійність,
3	Відсутність опції в старих та базових комплектаціях автомобілів	Цивільні власники транспортних засобів	Одинична реалізація	Дешевизна, надійність, дизайн
4	Відсутність власного виробництва	ВПК	Закупка великими партіями та постійна підтримка	природність до ремонту, точність

Ми спостерігаємо неоднорідність у цільових сегментах ринку, що відображається в покупній здатності та потребах окремих споживачів, наша головна задача - задовольнити ці потреби.

При впровадженні даної технології, існують певні загрози (табл. 3.6), пов'язані в першу з акліматизацією виробництва в рамках малого та середнього бізнесу в нашій країні.

Таблиця 3.6 Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Політичний	Підвищення податків	Податкові канікули
2.	Економічний	Неліквідність виробництва впродовж тривалого часу	Підвищення автоматизації та збільшення обсягів продажу
3.	Випадковість	Пожежі, землетруси, крадіжка та ін.	Страхування компанії



4.	Торговий	Монополізація з боку існуючих компаній	Демпінг
5.	Інформаційний	Розповсюдження негативних відгуків з боку конкурентів	Рекламні компанії в соц. мережах та ін.

Фактори загроз можуть мати негативний вплив та викликати певні труднощі в процесі впровадження виробництва, але, якщо врахувати їх на початковому етапі розробки, вони дадуть розвиток факторам можливостей, наведених в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Нові способи використання	Більша кількість точок зв'язку з користувачем	Написання програми-аналога з більшими можливостями
2.	Сумісність з різними операційними системами	Використання різних операційних систем створює проблему конфліктності у використанні однієї платформи	Написання прошивки під роботу з різними операційними системами
3.	Універсальність	Використання приладу в широкому ряду автомобілів	Розробка компактної та універсальної конструкції
4.	Розроблення нових проектів	Залучення нових працівників	Проведення стартапів
5.	Спосіб використання	Більш кількість точок зв'язку з користувачем	Написання програми-аналога з більшими можливостями

Нові можливості, які притаманні нашому проекту дозволять налагодити торгівельні відносини з кожним з окремих сегментів ринку та поступово досягти демонополізації ринку.

Таблиця 3.8 Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

№ п/п	Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1.	Монополістична	Існує безліч схожих, але	Конкуренція заставляє розробляти

	конкуренція	не ідентичних товарів	нові привабливі ідеї
2.	Глобальний рівень конкурентної боротьби	Продукція виробляється по всьому світі	Нижча ціна, більш зручна система, підтримка національного продукту
3.	Міжгалузєва ознака	Дана продукція охоплює галузь ІТ	Оновлення та покращення роботи приладу дозволить бути завжди конкурентно-спроможним
4.	Товарно-родова конкуренція	Конкуренція між товарами, що виконують схожі функції	Реклама, нові функції
5.	Цінова конкурентна перевага	Вітчизняний продукт у національній валюті	Моніторинг цін на ринку
6.	Марочна продукція	Зареєстрований бренд, марка має величезний вплив на вибір і думку покупця	Реєстрація марки, рекламування товару

Ступеневий аналіз ринку конкуренції дозволить зрозуміти основні напрямки, які слід розвивати для вирішення задач, поставлених перед проектом, але для підвищення точності проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі.

Таблиця 3.9 Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Philips Xiaomi Eglo Siemens	Ціна, якість, швидкість роботи	Без дистриб'юторів. Самі ж компанії являються постачальникам и товарів на ринок, щоб уникнути додаткових витрат	Клієнти залишають відгуки, оцінюють роботу додатку. Тому суб'єктивна оцінка з боку покупців завжди є високопоставлена	Неякісно написані програми-аналоги

Висновки:	Багаті німецькі та японські компанії мають великий вплив на ринок, Philips, як першовідкривач, має високий рейтинг відносно інших фірм	Необхідно прямувати до стандартів якості, заданих конкурентами	Постачальники продукції встановлюють ціну	Потреби ринку встановлюють покупці. Тому це завжди є ключовим фактором.	Часті поломки, вихід з ладу комплектуючих
-----------	--	--	---	---	---

Проаналізувавши отримані дані з попередніх таблиць, на даному етапі ми вже можемо визначити та обґрунтувати перелік факторів конкурентоспроможності.

Таблиця 3.10 Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Новизна і прогрес	Сучасні технології та платформа розробника
2	Собівартість	Низька собівартість продукції
3	Інтернет ресурс	Прилад представлений для споживачів України
4	Гарантія	Продовжена гарантія на 2 та більше років
6	Знижка на оптову покупку	При масовій закупці приладів та комплектуючих – знижки залежно від обсягу
7	Система постійних клієнтів, VIP-клієнтів	Постійним клієнтам знижка 10%
8	Система акцій	Великий асортимент акційних послуг
9	Система бонусів	Бонуси за кожну покупку, які в подальшому можна обміняти на знижки

Таблиця 3.11 Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з «Philips»						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Новизна і прогрес	15						X	
2	Собівартість	11		X			X		
3	Гарантія	15							
4	Система постійних клієнтів, VIP-	11		X					

	клієнтів								
5	Система акцій	11				X			
6	Система бонусів	10	X						

Проаналізувавши отримані дані таблиць 3.10 та 3.11 бачимо, що фактори конкурентоспроможності мають значний вплив та можуть вносити суттєву якісну оцінку в процесі впровадження виробництва систем вимірювання відстані. Головними перевагами власної продукції є адекватність вартості, варіативність та гарантійна підтримка продукції .

*Таблиця 3.12 SWOT- аналіз стартап-проекту*

<p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Вартість програмного забезпечення</li> <li>- Вартість виробництва</li> <li>- Ліквідність</li> <li>- Собівартість виготовлення продукції</li> <li>- ВВП</li> </ul>	<p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Новизна торговельної марки</li> </ul>
<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Нові способи використання</li> <li>- Сумісність з різними операційними системами</li> <li>- Універсальність</li> <li>- Розроблення нових проектів</li> <li>- Спосіб використання</li> </ul>	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Політичні</li> <li>- Економічні</li> <li>- Випадкові</li> <li>- Торгові</li> <li>- Інформаційні</li> </ul>

На основі SWOT-аналізу розробляємо альтернативи, до яких можливо, доведеться прибїгти, у випадку зіткнення з не віршувальними складнощами або форс-мажорними обставинами.

*Таблиця 3.1 Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту*

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Укласти договір з одним із конкурентів про співпрацю і взаємообмін	30%	2 місяці

	запатентованими розробками		
2	Укласти договір з партнерами про розширення партнерської діяльності	70%	4 місяці
3	Укласти договір з робочим персоналом щодо збільшення можливостей приладу	95%	3 тижні
4	Розширення компанії внаслідок збагачення цінними кадрами	90%	6 місяців

В залежності від обставин, зі списку зазначених альтернатив обираємо стратегію компенсації слабких сторін стартапу, керуючись ринковими можливостями, що діятимуть на той час.

### 3.4 Розробка ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 3.2 Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Промислові компанії	Готові	Середній	Високий	Легко
2	Цивільне населення	Готові	Високий	Високий	Легко
3	Державні служби	Майже готові	Середній	Середній	Середньої складності

Виходячи з результатів аналізу потенційних груп споживачів було обрано орієнтацію в першу чергу на цивільне населення, що пов'язано в

першу чергу з готовністю споживача сприйняти продукт та високому попиту серед цивільного населення. З компаніями та державними підприємствами для ведення торгівлі необхідно слідувати правилам взаємодії з юридичними особами тендерами.

Для роботи в обраному сегменті ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку.

*Таблиця 3.3* Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
Залучення споживачів	Робити ставку на якість продукту та обслуговування споживачів з метою створення стійкого попиту на товар	Оптимальне співвідношення ціни та якості	Удосконалення та розширення

Визначивши базову стратегію розвитку, ми матимемо можливість слідувати в чітких рамках взаємозв'язку виробника з покупцем, знайти точки взаємозв'язку для покращення торгових відносин, що позитивно скажеться на попиті на продукцію.

Вибір стратегії конкурентної поведінки наведено в табл. 3.16.

*Таблиця 3.4* Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
Ні, на даний момент на ринку представлено кілька всесвітньо відомих виробників та значна кількість східних	Залучення нових споживачів відбуватиметься за рахунок встановлення конкурентних цін	Надійність, дешевизна, після продажна підтримка, гарантія	Поступове присвоєння значної долі ринку в данному сегменті ринку

аналогів низької якості	в порівнянні з аналогами та якістю відомих брендів		
-------------------------	--	--	--

Переїнявши досвід існуючих виробників та їх найкращі риси, ми матимемо можливість спроектувати їх на власний продукт, давши нових споживачам альтернативу.

Зважаючи на це, розробляємо стратегію позиціонування для самовизначення проекту, як до торгівельної марки.

Таблиця 3.5 Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Висока якість	Введення систем стандартизації світового рівня	Оптимальне співвідношення ціни та якості	Висока якість продукту та сервісу та відповідальність
2	Конкурентна вартість	Моніторинг ринку з ціллю визначення потреб споживачів	Здешевлювання вартості за рахунок вітчизняного виробництва	Дешевий і в той же час надійний вітчизняний продукт
3	Придатність до ремонту	Оновлення технологічної бази виробництва та модернізація	Розробка нових каналів зв'язку та впровадження їх в систему	Надійність та взаємозамінність комплектуючих

Як результат, ми отримуємо систему рішень щодо ринкової поведінки компанії, яка задає тенденцію розвитку та вектор спрямування ринкових відносин.

### 3.5 Розробка маркетингової програми стартап-проекту

Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримає споживач. У таблиці 5.18 підсумовуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 3.6 Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
1	Точність	Забезпечує високу точність виміру	Використання якісних комплектуючих та проведення перевірок якості на кожному етапі виготовлення продукту
2	Доступність	Доступність більшості власників авто	Відносно невисока вартість та можливість підбору комплектації відповідно до потреб клієнта.
3	Комфорт	Зручність та інформативність.	Звукові сигнали, траєкторія руху, зображення в 3D.

Проаналізувавши наведенні вище концепції потенційного товару, ми можемо зробити висновок, що створений новий продукт матиме характерні позитивні відмінності в порівнянні з існуючими зразками, представленими на ринку, при цьому перейнявши їх кращі риси.

Таблиця 3.7 Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Сучасний точний пристрій для вимірювання відстані, легкий у встановленні та зручний в експлуатації		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Різноманітність систем взаємозв'язку з користувачем	Нм	Тх
	2. Універсальність	М	Тх
	3. Ліквідність	Нм	Е
	4. Точність приладу	Нм	Тх
Якість: патент на корисну модель, технічний регламент щодо паркувальних асистентів			
Пакування: відстань до перешкоди в реальному часі.			



	Марка: назва організації-розробника + назва товару
III. Товар із підкріпленням	До продажу: можливість обрати, те що необхідно
	Після продажу: Гарантійна підтримка

Далі встановимо межі вартості, якими необхідно керуватися при встановленні ціни на потенційний товар, це передбачає аналіз цін товарів конкурентів, та доходів споживачів продукту (табл. 3.20).

Таблиця 3.20 Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	500-25000	5000-100000	12000-20000 грн.	2000-45000

За рахунок широкого модельного ряду продукції, торгова марка даватиме можливість вибору покупцеві, відповідно до його можливостей та потреб.

Таблиця 3.21 Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Орієнтація на регулярні поставки	Встановлення контактів із споживачами та їх підтримка	(без посередників)	Оптова торгівля
2	Малі обсяги закупівель	Дослідницька робота зі збору маркетингової інформації Зменшення витрат в ході збуту продукції	Торгівельна франшиза	Роздрібна торгівля
3	Державні закупівлі	Формування попиту і стимулювання збуту	Міністерство інфраструктури	Тендер

Сформувавши систему збуту відповідно до специфіки різноманітних сегментів ринку, ми матимемо змогу краще відпрацювати з кожним з них

					МД ПІ-81м.013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

та надавати можливі знижки та спеціальні пропозиції, відповідно до обсягів замовлень.

Таблиця 3.22 Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Орієнтація на регулярні поставки	Особисті канали зв'язку	Надійність, технологічність	Інформування споживачів; Пошук вигідних партнерів	Надійний партнер у загальній справі
2	Відповідність індивідуальним потребам	Інтернет, телебачення	Точність Доступність Комфорт	Стимуляція продажу	Якість як продукту, так і сервісу
3	Тендерна стратегія	Звернення		Розвиток попиту	Власне прибуткове виробництво

Налагодивши маркетингову комунікацію з усіма сегментами ринку та обравши концепцію роботи з кожним з них, спираючись на правильно обрані канали комунікацій та позиціонування бренду, очікується поступове нарощування відсотку продажів у кожному з даних сегментів ринку.

### Висновки до розділу 3

Роблячи загальний висновок аналізу даного стартап проекту, можна зробити висновок, що його впровадження дасть змогу створити власне потужне вітчизняне виробництво з робочими місцями, залучити до його розвитку іноземних інвесторів. Спираючись на наукові досягнення існуючих виробників, проаналізувавши дані, можна визначити та обґрунтувати перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз дозволив зрозуміти основні

напрямки, які слід розвивати для вирішення задач, поставлених перед проектом. Визначення базової стратегії розвитку дало можливість створити чіткі рамки взаємозв'язку виробника з покупцем, знаходити точки взаємозв'язку для покращення торгових відносин.

Аналіз меж вартості продукції конкурентів та покупної здатності окремих сегментів ринку дозволяють визначити оптимальний принцип ціноутворення для власної продукції, спираючись на собівартість виробництва та обсягів товарообігу.

Налагодження маркетингової комунікації та ефективної системи збуту продукції для кожного окремого сегменту ринку та обравши концепцію роботи з кожним з них, вже впродовж перших кількох років можна прогнозувати прибутковість такого виробництва, за умови правильно обраних каналі комунікацій та позиціонування бренду.

Подальший розвиток науки і техніки в даній галузі у взаємозв'язку з іншими світовими компаніями дозволить впроваджувати нові розробки в автомобілебудуванні та створенні автоматизованих систем навігації та орієнтування в просторі.

Всі ці фактори дають можливість охарактеризувати даний стартап проект як потенційно ефективний і необхідний для впровадження задля розвитку країни в напрямку проектування систем вимірювання та автоматизації.

					<i>МД ПІ-81мн.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній роботі було проаналізовано можливість реалізації інтелектуального освітлювального пристрою, визначено переваги та недоліки складових пристрою для впровадження в виробництво.

Запропоновано призначення розробленої системи та її основні характеристики. Обумовлено конструкційні особливості платформи датчика, розроблена структурна схема пристрою. Розроблено електричну схему пристрою.

Застосовування таких датчиків може бути корисним в приладобудуванні, автомобілебудівній та авіаційній промисловості.

У приладобудуванні датчик може використовуватися в системах об'єктивного контролю і в системах підвищення надійності автоматизованих систем обробки інформації та управління.

Спільно з автоматизованою системою діагностики та обробки інформації, датчик може бути застосований у системах об'єктного контролю (в приладобудуванні) для подальшого відновлення картини події роботи приладу.

Розробка та аналіз стартап проекту дає можливість об'єктивно оцінити можливість впровадження вітчизняного інтелектуального освітлювального пристрою з метою їх подальшої реалізації під власною торгівельною маркою.

					МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Світильник стельовий Trio Shogun з пультом ДК [Електронний ресурс]. –Режим доступу: [https://rozetka.com.ua/ua/trio\\_628513001/p24559600/](https://rozetka.com.ua/ua/trio_628513001/p24559600/)
2. Розумний цоколь Redmond Skysocket 202S [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://redmond.company.ua/products/sky-home/skysocket-202s/>
3. Розумна лампочка NOUS Smart Wifi Bulb P1[Електронний ресурс]. –Режим доступу: <https://prom.ua/ua/p1070294116-umnaya-lampochka-nous.html>
4. Розумна лампочка LifeSmart BLEND Light Bulb [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.citrus.ua/uk/umnoe-osveshchenie/umnaya-lampa-lifesmart-blend-light-bulb-614616.html?sc\\_content=15405\\_1](https://www.citrus.ua/uk/umnoe-osveshchenie/umnaya-lampa-lifesmart-blend-light-bulb-614616.html?sc_content=15405_1)
5. Мікроконтролер [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%80>
6. Распознавание жестов с помощью APDS-9960 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/424947/>
7. Датчик движения микроволновый RCWL-0516 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod2262-datchik-doplera>
8. Параметры и характеристики фоторезисторов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://studopedia.su/10\\_148648\\_parametri-i-harakteristiki-fotorezistorov.html](https://studopedia.su/10_148648_parametri-i-harakteristiki-fotorezistorov.html)
9. Модуль датчика освещенности аналогово-цифровой [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1558-modyl-datchika-osveshennosti-analogovo-cifrovoi>
10. Arduino Wall-Penetrating Motion Sensor Using The RCWL-0516 Microwave Radar Module [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

					<i>МД ПІ-81мн.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

<https://makersportal.com/blog/2018/7/5/arduino-wall-penetrating-motion-sensor-using-the-rcwl-0516-microwave-radar-module>

11. Котюк А. Ф. Датчики в сучасних вимірюваннях. М. : Радіо и зв'язок, 2006. 235 с.

12. Бейліна Р. А., Грозберг Ю. Г., Довгяло Д. Мікроелектронні датчики. Новополицьк : ПГУ, 2001. 270 с.

13. Джексон Р. Г. Новейшие датчики / Под ред. В. В. Лучинина. М. : Техносфера, 2007. 246 с.

14. Семенов Б. И., Максимова М. В. Интеллектуальная платформа для устройств автоматизации // Нигматуллинские чтения-2018: сборник научных трудов по итогам международной научной конференция. Том 1. Казань : Изд-во АН РТ, 2018. С. 151–154.

15. Фрунзе А. В. Микроконтроллеры? Это же просто! Т. 1. М. : ООО «ИД Скимен», 2002. 336 с.

16. Костиков В. Г., Парфенов Е. М., Шахнов В. А. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование: учебник для вузов. 2-е изд. М. : Телеком, 2001. 344 с.

17. Каминский М.Л., Каминский В.М. Монтаж приборов и систем автоматизации. - М.: Высшая школа, 2001. — 304 с.

18. Безвесільна О. М., Войницький А. П., Єльнікова Т. О., Киричук Ю. В. Засоби вимірювання екологічних параметрів: Підручник. – Житомир: ЖДТУ, 2009. – 508с.

19. Visual Studio Code [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://code.visualstudio.com/docs>.

20. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

					<i>МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76



**ДОДАТКИ  
ДОДАТОК А**

					<i>МД ПІ-81мп.013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		78