

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Іван ПРОЦЕНКО
_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 171 Електроніка освітньо-наукової програми «Електронні інформаційні системи»
на тему: **ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДАТЧИКАМИ РУХУ**

Здобувача групи ЕП-91

Курила Андрія Андрійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Андрій Курило

Керівник доцент кафедри електроніки,
загальної та прикладної фізики,
к.ф.-м.н., доцент

Наталія Шумакова

Суми – 2023

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота викладена на 26 сторінках, зокрема, містить 9 рисунків, список використаних джерел із 17 найменувань.

Актуальність теми полягає у вивченні та вдосконаленні датчиків руху, їх використанні в різних галузях застосування та з різною метою.

Мета роботи полягала у вивченні конструкції та принципу дії електронної системи контролю датчиків руху, та створенні прототипу даної системи.

Під час виконання кваліфікаційної роботи були використані: програмне та апаратне забезпечення Ардуіно на платі NodeMcu v3, датчик руху HC-SR501, додаток телеграм. Написання коду відбувалося у програмному середовищі Arduino IDE з додатковим завантаженням бібліотеки ESP8266, WiFiClientSecure, UniversalTelegramBot ArduinoJson.

У результаті проведених наукових досліджень встановлено, що електронна система керування датчиками руху є незамінним елементом у різноманітних пристроях, які вимагають точного контролю руху об'єктів. У роботі було розглянуто основні принципи роботи електронної системи керування датчиками руху, а також проведено аналіз сучасних методів та технологій, які використовуються для її реалізації.

Отриману методику можна використати, як сигналізацію для виявлення руху в зазначеній зоні, приміщенні знаходячись в будь-якому місці де є інтернет.

Робота була опублікована на МІЖНАРОДНІЙ НАУКОВІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ молодих вчених ФЕЕ-2023, «Structural features and application of nanosensors

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ARDUINO, HC-SR501, NODEMCU V3, ДАТЧИК, РУХ, СИГНАЛІЗАЦІЯ, СИСТЕМА, СХЕМА, ТЕЛЕГРАМ.

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
Спеціальність 171 – Електроніка, освітньо-професійна програма
«Електронні інформаційні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ Зав.
кафедри ЕЗПФ
І.Ю.Проценко
«20» травня 2023 року

**ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

КУРИЛА АНДРІЯ АНДРІЙОВИЧА

1. Тема роботи: **ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДАТЧИКАМИ РУХУ**

затверджена наказом по університету від «15» травня 2023 р., №0499-VI

2. Термін здачі студентом закінченої роботи 10 червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи (актуальність, мета)

1. Мета роботи полягала у вивченні конструкції та принципу дії електронної системи контролю датчиків руху, та створенні прототипу даної системи. Застосування датчиків руху відіграє важливу роль у великій кількості сфер діяльності, дозволяючи покращити точність, ефективність та безпеку процесів, а також розширити можливості різних технологій та пристроїв. У роботі було розглянуто основні принципи роботи електронної системи керування датчиками руху, а також проведено аналіз сучасних методів та технологій, які використовуються для її реалізації. Програмування проводилося в програмному забезпеченні Arduino IDE на платі NodeMCUV3 із завантаженням бібліотеки ESP8266 для менеджера плат та додакової бібліотеки для підключення плати до мережі інтернет та додатку телеграм.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити)

1. Основні поняття та класифікація датчиків руху
2. Проектування комбінованого датчика руху на платформі arduino
3. Розробка схеми системи оповіщення

4. Тестування прототипу системи оповіщення arduino
5. Висновки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
- Слайди №1-2 – Загальна інформація
 - Слайди №3-6 – Принцип роботи датчиків руху
 - Слайди №7-10 – Проектування комбінованого датчика руху на платформі arduino
 - Слайд №11 – Висновки
6. Дата видачі завдання 25.05.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістрів	Термін виконання етапів	Примітка
1.	Аналіз літературних даних	до 25.05.2022р.	<i>вик.</i>
2.	Проведення експерименту, моделювання, розрахунків, обробка результатів	до 05.06.2022р.	<i>вик.</i>
3.	Підготовка тексту кваліфікаційної роботи	до 08.06.2022р.	<i>вик.</i>
4.	Попередній захист роботи	12.06.2022р.	<i>вик.</i>
5.	Захист роботи в екзаменаційній комісії	20.06.2022 р., 10 ⁰⁵ (дистанційно)	

Студент

Курило А.А.

Науковий керівник

Н.І. Шумакова

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ДАТЧИКІВ РУХУ	7
1.1. Основні поняття та класифікація датчиків руху	7
1.1.1. Інфрачервоні датчики руху	8
1.1.2. Ультразвукові датчики руху	9
1.1.3. Радіохвильові датчик руху	11
1.1.4 Комбіновані датчики руху	13
1.2. Особливості виготовлення датчиків руху	14
1.5. Застосування датчиків руху	15
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ДАТЧИКА РУХУ НА ПЛАТФОРМІ ARDUINO	17
2.1. Розробка системи оповіщення	17
2.2. Огляд піроелектричного датчика HC-SR501.....	17
2.3 Розробка схеми системи оповіщення.....	19
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТЕСТУВАННЯ ПРОТОТИПУ СИСТЕМИ ОПОВІЩЕННЯ ARDUINO	24
ВИСНОВКИ	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	28

ВСТУП

На сьогоднішній день рівень розвитку технологій передбачає широкий спектр застосування електронних систем керування в різних галузях промисловості та побуті. Перший датчик руху був винайдений у 1917 році Французьким вченим Полем Бланшаром. Цей датчик складався з жерстяної коробки, всередині якої було розміщено дві сталеві кульки, що переміщувалися в залежності від руху об'єкта. За допомогою дротів, які були прикріплені до кульок та перекинуті через баланс, рух кульок передавався до магнітного датчика, який генерував відповідний сигнал [1].

Протягом наступних десятиліть датчики вдосконалювали, підвищуючи точність вимірювань та удосконалюючи конструкцію. Завдяки розвитку електроніки у 1970-х роках були створені перші системи керування датчиками руху з високим рівнем точності вимірювань.

У 1990-х роках з появою більш потужних мікропроцесорів та широкого застосування сенсорів на основі кремнію, електронні системи керування датчиками руху стали ще більш точними та універсальними.

Виходячи із вищесказаного актуальність розвитку електронних систем керування датчиками руху, які використовуються в багатьох сферах, включаючи машинобудування, системи безпеки, промисловість та інші не визиває сумніву.

Загалом, використання електронних систем керування датчиками руху є дуже важливим для підвищення продуктивності та ефективності виробництва, забезпечення безпеки праці та якості продукції [2].

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ДАТЧИКІВ РУХУ

1.1 Основні поняття та класифікація датчиків руху

Датчик руху – електронний пристрій призначений для виявлення руху в зазначеній зоні. Він обробляє дані про зміну характеристик зазначеної області в сигнал, зручний для подальшого використання.

Є певні функції та поняття, які включають в себе датчики руху:

- Рух: зміна позиції об'єкта в просторі з часом.
- Швидкість: швидкість, з якою об'єкт рухається в певний момент часу.
- Прискорення: зміна швидкості об'єкта з часом.
- Гіроскоп: датчик, який вимірює кутову швидкість обертання об'єкта.
- Акселерометр: датчик, який вимірює прискорення об'єкта відносно земної поверхні.
- Інерційна навігаційна система (ІНС): система, яка використовує гіроскопи та акселерометри для визначення положення та швидкості руху об'єкта.
- Магнітометр: датчик, який вимірює магнітне поле в околицях об'єкта, що може допомогти визначити його орієнтацію.
- Лідар: датчик, який використовує лазерний промінь для вимірювання відстані між об'єктами.
- Радар: датчик, який використовує радіохвильовий сигнал для вимірювання відстані між об'єктами.
- Камера: датчик, який використовує світлочутливі сенсори для відображення зображення об'єктів та їх руху.

Ці поняття дуже важливі для розуміння роботи датчиків руху та їх застосування в різних галузях. За допомогою цих датчиків можна виміряти рух

об'єктів, контролювати їх швидкість та прискорення, визначати їх положення та орієнтацію в просторі, а також виконувати багато інших функцій [1].

1.1.1 Інфрачервоні датчики руху

Інфрачервоний датчик руху – це електронний пристрій, який використовується для виявлення руху в інфрачервоному діапазоні. Ці датчики можуть бути використані в безлічі різних застосувань, від автоматичного включення світла в приміщенні до систем безпеки, таких як охоронні пристрої та камери відеоспостереження.

Інфрачервоні датчики руху мають вбудований інфрачервоний діод, який випромінює світло в інфрачервоному діапазоні. Коли об'єкт проходить через це світло, він відбиває його і повертає його до датчика. Датчик сприймає зміну відбивання і активує відповідну реакцію, яка залежить від його застосування [2]. Схему роботи інфрачервоного датчика наведено на рисунку 1.1.

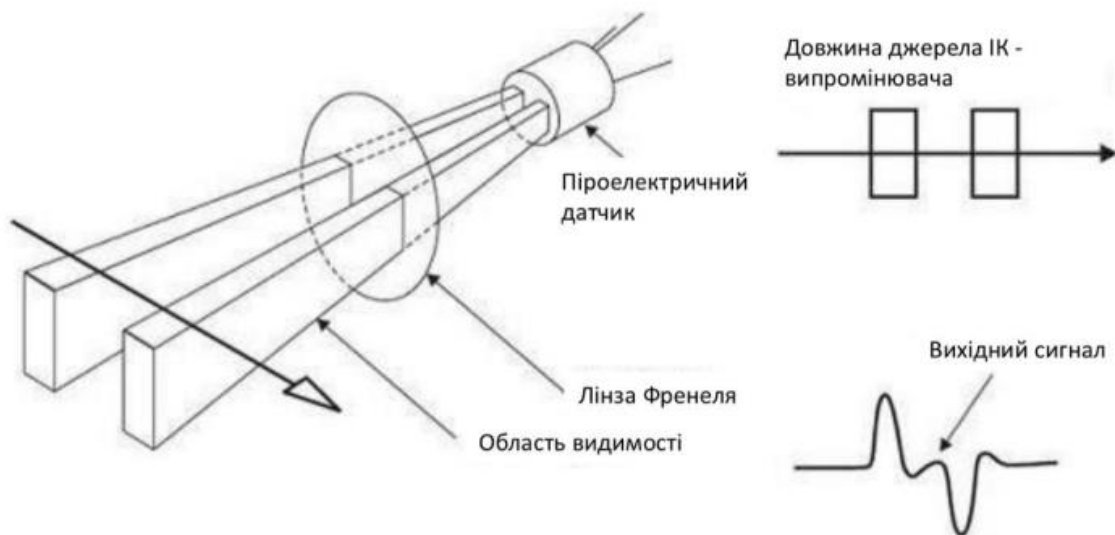


Рисунок 1.1. - Схема роботи інфрачервоного датчика руху[3].

Конструкції інфрачервоних датчиків являють собою піроелектричні фотоприймачі, які служать для виявлення інфрачервоного випромінювання та мультилінзи, що складається з багатьох маленьких лінз. Кожна мікролінза є незалежним сегментом, що охоплює певну частину середовища. Тому, чим більша кількість сегментів мультилінзи, тим вища чутливість вимірювань датчика.

Також в конструкції використовуються здвоєні піроелементи для більшої точності приладу, щоб зменшити кількість хибних спрацьовувань.

Основними характеристиками інфрачервоного датчика руху є:

- Дальність дії - максимальна відстань, на яку може виявлятися рух перед датчиком. Для більшості інфрачервоних датчиків руху ця відстань складає від 5 до 15 метрів.
- Кут охоплення - кут, в межах якого датчик може виявляти рух. Зазвичай цей кут становить від 90 до 180 градусів.
- Чутливість - рівень відповіді датчика на рух. Чутливість може налаштовуватися відповідно до потреб користувача.
- Режим роботи - датчик може мати різні режими роботи, такі як постійний режим, режим затримки або режим програвання звуку.
- Точність визначення руху: від 0,1 до 0,5 м/с.
- Робоча температура: від -20 °С до +50 °С.
- Частота передачі сигналу: від 2,4 ГГц до 5,8 ГГц.
- Розмір датчика зазвичай становить від 3 до 8 см[2].

1.1.2 Ультразвукові датчики руху

Ультразвукові датчики руху використовують ультразвукові хвилі для виявлення руху об'єктів в просторі. Вони складаються з передавача, який випромінює ультразвукові хвилі, та приймача, який отримує відбиті хвилі від об'єктів у просторі.

Конструкція ультразвукових датчиків руху зазвичай включає ультразвуковий генератор, який створює хвилі ультразвуку, а також датчик, який вимірює час, що потрібен для повернення відбитого сигналу. З цих даних можна визначити відстань до об'єкта. Конструкція ультразвукових датчиків руху може бути різною в залежності від їх призначення та вимог до точності вимірювань[5].

Схема роботи ультразвукового датчика відображена на рисунку 1.2.

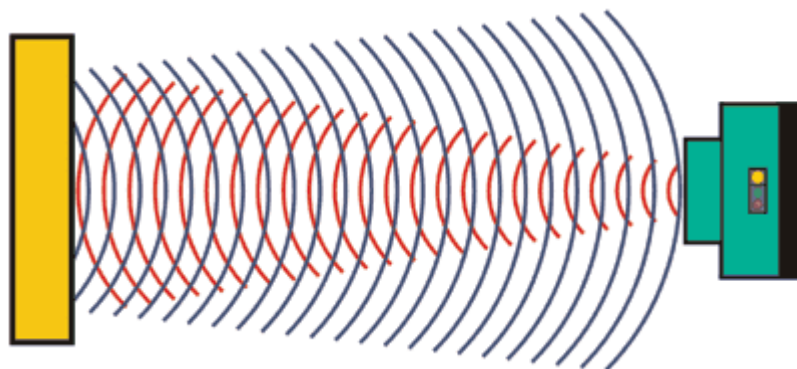


Рисунок 1.2 - Схема роботи ультразвукового датчика [4].

Ультразвукові датчики руху є також екологічно чистими, оскільки вони не випромінюють радіацію та не мають електромагнітного поля. Вони можуть працювати в різних умовах, таких як пил, дим, вода та інші небезпечні середовища, тому вони стали популярними у багатьох промислових застосуваннях.

Одним з недоліків ультразвукових датчиків руху є обмеження дальності зчитування, оскільки ультразвукові хвилі мають досить коротку дальність дії. Також вони можуть давати неточні результати в умовах, коли є багато перешкод у просторі. Іншим недоліком ультразвукових датчиків руху є можливість виникнення перешкод у роботі в умовах з високим рівнем шуму або ехо. Також, якщо об'єкт перебуває у зоні затінення, то ультразвукові хвилі можуть не досягти його і відповідний датчик не зможе виявити рух [5].

Основними характеристиками ультразвукового датчика руху є:

- Частота: Від 20 кГц до 200 кГц.

- Дальність дії: Від 2 метрів до 10 метрів.
- Ширина зони виявлення: Від 15 градусів до 60 градусів.
- Точність: Від ± 1 мм до ± 5 мм.
- Інтерфейс: RS232, RS485, USB, Ethernet або бездротовий зв'язок.
- Швидкість відгуку: Від 10 мікросекунд до 100 мілісекунд.
- Напруга: Від 5 В до 24 В.
- Споживання енергії: Від 50 мА до 200 мА.
- Захист від вологи і пилу: Деякі моделі можуть мати захист IP65 або вище.

Всі ці параметри також залежить від типу моделі самого датчика[5].

1.1.3 Радіохвильові датчики руху

Радіохвильовий датчик руху виявляє рух об'єктів у приміщенні за допомогою радіохвиль. Вони можуть бути використані в різних сферах так, як і вище перераховані датчики, включаючи промисловість, безпеку, автоматизацію будівель, енергозбереження та інше.

Конструкція радіохвильових датчиків руху може відрізнитися в залежності від їх застосування та виробника. Однак, основні складові радіохвильового датчика руху включають антену, яка використовується для передачі та отримання радіохвиль. Приймач, який приймає радіохвилі відбиті від об'єкта руху. Виконавчий пристрій, який може бути використаний для запуску певної дії в разі виявлення руху об'єкта. Наприклад, це може бути включення світла, відкриття дверей або сповіщення системи безпеки про можливу небезпеку. Електронні компоненти, які відповідають за обробку сигналів та взаємодію з виконавчим пристроєм. Живлення від батареї або електричної мережі, в залежності від застосування та виробника [6]. Схема роботи ультразвукового датчика відображена на рисунку 1.2

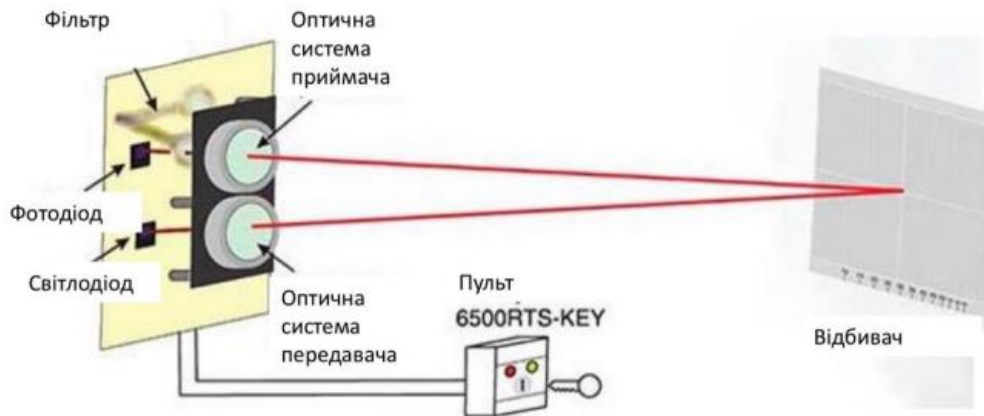


Рисунок 1.3 - Схема роботи радіохвильового датчика руху [4].

Радіохвильові датчики руху можуть мати різні характеристики, які визначають їхню ефективність та придатність для конкретних завдань. Основні характеристики радіохвильового датчика руху включають:

- Дальність дії: зазвичай дальність дії може бути від 1 до 100 метрів, в залежності від моделі датчика.
- Швидкість виявлення: зазвичай швидкість виявлення становить від 0,1 до 1 секунди.
- Ширина зони виявлення: зазвичай ширина зони виявлення може бути від 10 до 120 градусів.
- Частота роботи: вказує на те, як часто датчик оновлює інформацію про рух. Частота роботи може бути від 1 до 20 ГГц.
- Чутливість: вказує на мінімальну силу руху об'єкта, яку датчик може виявити. Чутливість датчика становить від 1 до 10 мікрометрів.

В цілому, радіохвильові датчики руху є досить універсальними та можуть застосовуватись в різних сферах. Вони дозволяють виявляти рух об'єктів в реальному часі та запускати відповідні дії, що робить їх цінними для багатьох ситуацій [6].

1.1.4 Комбіновані датчики руху

Комбіновані датчики руху поєднують в собі різні технології для виявлення руху. Зазвичай це поєднання інфрачервоних та ультразвукових датчиків руху.

Основною перевагою комбінованих датчиків руху є те, що вони можуть бути більш точними і надійними, оскільки використовують декілька технологій одночасно. Крім того, комбіновані датчики можуть працювати в широкому діапазоні температур і вологості.

Зазвичай, такі датчики використовуються для захисту приміщень та майна. Вони можуть виявляти рух людей та транспортних засобів, а також перешкоди, що можуть вказувати на вторгнення. Крім того, комбіновані датчики руху можуть використовуватися в системах безпеки для контролю доступу та в умовах "розумного будинку" для автоматичного включення світла та підтримки комфортного клімату в приміщенні.

Щодо конструкції, комбіновані датчики руху зазвичай мають дві або більше зони виявлення руху, кожна з яких працює за допомогою різних технологій.

Характеристики комбінованих датчиків руху зазвичай залежать від конкретної моделі і можуть включати такі параметри, як дальність дії, швидкість виявлення руху, кут охоплення, чутливість до різних типів руху, наприклад, до повільного або швидкого руху, до руху людей або транспортних засобів, а також можливість налаштування параметрів роботи датчика під конкретні умови [6].

Основні переваги комбінованих датчиків руху полягають у тому, що вони забезпечують:

- Більш точне виявлення руху. Завдяки поєднанню різних технологій виявлення руху, комбіновані датчики можуть давати більш точні результати, ніж окремі датчики.
- Більш широкий діапазон виявлення руху. Оскільки комбіновані датчики використовують різні технології, вони можуть виявляти рух в більш широкому діапазоні відстаней та кутів.

- Менше помилкових спрацювань. Вони можуть перевіряти та підтверджувати один одного, що зменшує кількість помилкових спрацювань та сприяє більш надійному виявленню руху.

Використання таких датчиків дозволяє забезпечити точне та надійне визначення координат та швидкості об'єкта в просторі, що є важливим для забезпечення безпеки та ефективності роботи об'єктів [8].

1.2. Особливості виготовлення датчиків руху

Особливості виготовлення датчиків руху залежать від типу датчика, його призначення та технології виробництва. це складний процес, який вимагає високої точності та стандартизації.

Для прикладу візьмемо акселерометричний датчик руху. Вони можуть виготовлятися на основі різних матеріалів, таких як кремній, полімери та метали. Основний принцип дії акселерометра полягає у вимірюванні зміщення маси відносно каркасу датчика, що викликане зміною прискорення. Виготовлення акселерометрів зазвичай використовує технології мікроелектромеханіки, що дозволяє виробляти дуже малі та ефективні датчики.

Магнітні датчики можуть бути виготовлені на основі різних матеріалів, таких як феромагнетики, та використовуються в різних пристроях, таких як компаси та навігаційні системи.

Один з ключових етапів виробництва датчиків руху - це фотолітографія. Під час цього процесу шар фоточутливого матеріалу наноситься на поверхню підкладки, і на нього накладається маска з зображенням, що відповідає конструкції датчика руху. За допомогою експозиції світлом та хімічного травлення відбувається формування шаблону датчика руху на поверхні матеріалу. Потім на цій поверхні проводяться процеси, що включають розтравлення, осадження та покриття різними матеріалами, що відповідають різним функціональним блокам датчика [8]. Процес фотолітографії наведений на рисунку 1.3.

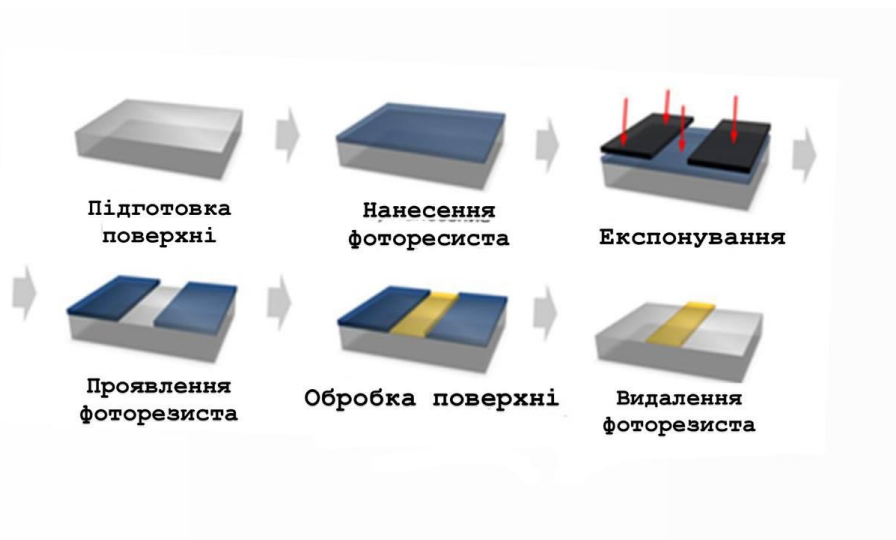


Рисунок 1.4 - Процес фотолітографії. Адаптовано з праці [7].

Після виготовлення датчики руху повинні бути протестовані та відкалібровані, щоб забезпечити їх правильну роботу. Калібрування датчиків може включати налаштування параметрів датчика, таких як чутливість, діапазон вимірювання та температурні умови, щоб забезпечити правильну роботу в різних умовах застосування.

Виготовлення датчиків руху є складним процесом, який вимагає високої кваліфікації працівників, спеціального обладнання та технологій. Технічний прогрес дозволяє виробляти датчики руху з різними характеристиками та властивостями, що дозволяє їх ефективно використовувати в різних галузях та для різноманітних потреб [8].

1.5 Застосування датчиків руху

Кожна галузь, де можуть використовуватися датчики руху має свої особливості. Тому вище наведені твердження про датчики руху були такі різні та важливі для використання.

Деякі з основних сфер застосування датчиків руху— це автомобільна промисловість. Датчики руху широко використовуються в автомобільній промисловості для вимірювання швидкості, пройденого шляху та прискорення. Вони можуть бути встановлені на колесах, гальмах, дросельній заслонці та інших частинах автомобіля, також для вимірювання кутової швидкості та прискорення при поворотах.

Медицина. В медицині датчики руху використовуються для вимірювання рухів тіла пацієнта, контролю за рухом кінцівок та позицією тіла. Вони можуть використовуватись для діагностики та лікування різних захворювань, наприклад, захворювань нервової системи та рухового апарату.

Транспорт і автомобільна промисловість. Датчики руху використовуються в автомобільній промисловості для вимірювання швидкості, положення, прискорення і тиску в системах гальмування, гідравлічних системах і повітряних системах. Вони допомагають автомобільним інженерам вдосконалювати технологію і підвищувати безпеку на дорогах, зокрема розробляючи електронні системи стабілізації, антиблокувальні гальмівні системи, системи контролю тиску в шинах та інші. Крім того, датчики руху використовуються в системах навігації та моніторингу транспортних засобів, що дозволяє збільшити ефективність їх використання та відслідковувати місцезнаходження автомобілів.

Застосування датчиків руху відіграє важливу роль у великій кількості сфер діяльності, дозволяючи покращити точність, ефективність та безпеку процесів, а також розширити можливості різних технологій та пристроїв [9].

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ДАТЧИКА РУХУ НА ПЛАТФОРМИ ARDUINO

2.1 Розробка системи оповіщення

Для створення системи оповіщення про наявність руху в контрольованій зоні, потрібно обрати датчик руху, який буде реагувати на рух живих істот в даній зоні. Найпростішим варіантом є використання PIR-датчика (ІЧ-датчик), який виявляє рух на основі зміни температури в області датчика.

Так як наука не стоїть на місці, а постійно розвивається, в ході цієї еволюції розвивалися та удосконалювалися датчики руху, тому їх вибір не обмежений. Відрізняються вони, перш за все, точністю вимірювання. Зважаючи на ці фактори, для фіксації руху було обрано датчик руху - HC-SR501, для написання коду програмне середовище Arduino IDE та для отримання оповіщень на телефон був обраний додаток телеграм. В якості контролера обрана платформа Arduino, мікроконтролер ESP8266[10].

2.2. Огляд піроелектричного датчика HC-SR501

HC-SR501 датчик руху, який забезпечує високочутливу детекцію руху людей або тварин у зоні до 7 метрів. Він працює на частоті 5.8 ГГц і має малу споживану потужність [11].

Технічні характеристики:

- Напруга живлення: 4.8В ... 12В
- Статичний струм: 50 мА
- Рівень вихідного сигналу: 3.3 В
- Час затримки: 0.5 - 200с (регульована)
- Час блокування: 2.5 с

- Кут огляду: 110 градусів
- Робоча температура : -20С - + 50С
- Габарити: 32x24мм[11,12]

HC-SR501 має два потенціометри, які дозволяють налаштувати чутливість та таймер затримки. Перший потенціометр дозволяє налаштувати чутливість датчика, тобто визначити мінімальну зміну температури, яка викликає реакцію датчика. Другий потенціометр дозволяє налаштувати таймер затримки - період, протягом якого вихідний сигнал датчика залишається активним після виявлення руху.

HC-SR501 можна використовувати з багатьма мікроконтролерами, такими як Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 та інші. Датчик працює з логічним рівнем 3.3 В або 5 В, тому його можна підключати безпосередньо до вхідних пінів цих мікроконтролерів [13]. Зовнішній вигляд плати сенсора показаний на рисунку 2.1.

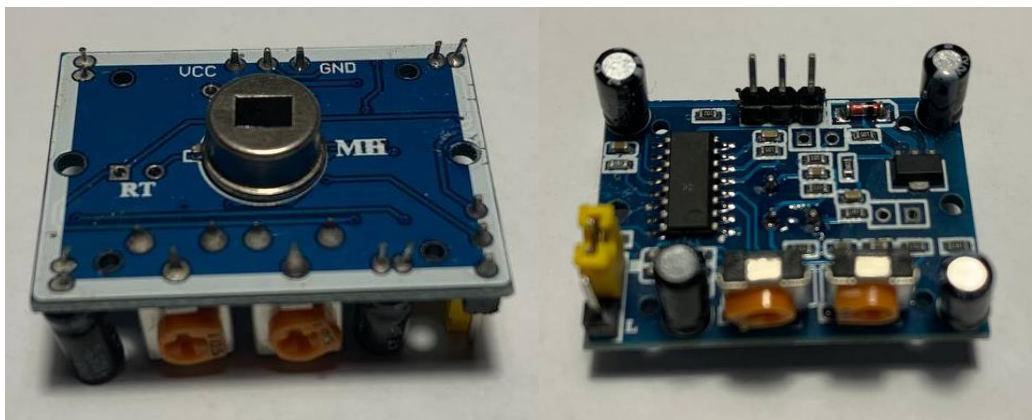


Рисунок 2.1 - Зовнішній вигляд плати сенсора HC-SR501

Принцип роботи датчика полягає у тому, що при вмиканні, датчику задається визначене значення інфрачервоного випромінювання, яке є нормальним для його зони виявлення. Після цього датчик реагує на зміни у просторі за наявності об'єкта. Детектор визначає інфрачервоне випромінювання за допомогою піроелектричного датчика. Датчик генерує електричний струм, коли до нього надходить інфрачервоне випромінювання. Оскільки сигнал з датчика не випромінюється, а

тільки сприймає, то його називають «пасивним». При виявленні порушення цілісності простору, датчик змінює сигнал на виході. HC-SR501 підключається до входу ардуїно, а саме до вхідного піна, який буде читати стан вихідного сигналу датчика. На основі цього сигналу ардуїно прийматиме рішення про необхідність надіслати повідомлення про виявлення руху на додаток телеграм [14].

2.3. Розробка схеми системи оповіщення

Для реалізації проекту, необхідно підключити датчик до платформи Arduino та написати програму, яка буде збирати дані, у разі виявлення руху, видавати сигнал, який буде сповіщати про рух у контрольованій зоні. Схема підключення зображена на рисунку 2.3. Зовнішній вигляд плати NodeMcu v3 наведений на рисунку 2.2. Також необхідно створити бота в телеграмі, куди нам будуть приходити повідомлення про рух в контрольованій зоні.

Наступним кроком, після підключення всіх компонентів, буде написання програмного забезпечення в Arduino IDE [15].

Для того, щоб ми могли програмувати на платі NodeMcu v3 нам знадобиться завантажити додаткову бібліотеку ESP8266. Після цього ми зможемо обрати потрібну нам плату в менеджері плат. Також для того щоб підключити плату до WiFi та самого телеграму знадобиться завантажити ще декілька необхідних бібліотек.

Для підключення датчика руху в скетчі знадобиться вказати до якого піну буде підключено керуючий дріт від датчика. Для отримання повідомлень на додаток телеграм нам знадобиться функція, в якій ми будемо вказувати назву та пароль WiFi мережі до якого ми підключені та id адрес з ключем авторизації до чат боту.

Наступним кроком буде створення скетча [15,16]. При підключенні живлення до платформи, починається ініціалізація. Далі іде процедура калібрування сенсора HC-SR501, це займе декілька секунд. Компілятор повідомить про кінець калібрування [16].


```

pinMode(motionSensor, INPUT_PULLUP);           // Внутрішня підтяжка
//PIR INPUT_PULLUP
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(motionSensor), detectsMovement, RISING);
// Зовнішні переривання
// Attempt to connect to Wifi network:
Serial.print("З'єднання з Wifi: ");
Serial.println(ssid);
WiFi.mode(WIFI_STA);
WiFi.begin(ssid, password);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  Serial.print(".");
  delay(500);
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi з'єднання встановлено");
Serial.print("IP адрес: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

bot.sendMessage(CHAT_ID, "Бот почав працювати", "");
}
void loop() {
  if(motionDetected){
    bot.sendMessage(CHAT_ID, "Рух на об'єкті!!!", "");
    Serial.println("Рух на об'єкті ");
    motionDetected = false;
  }
}
}

```

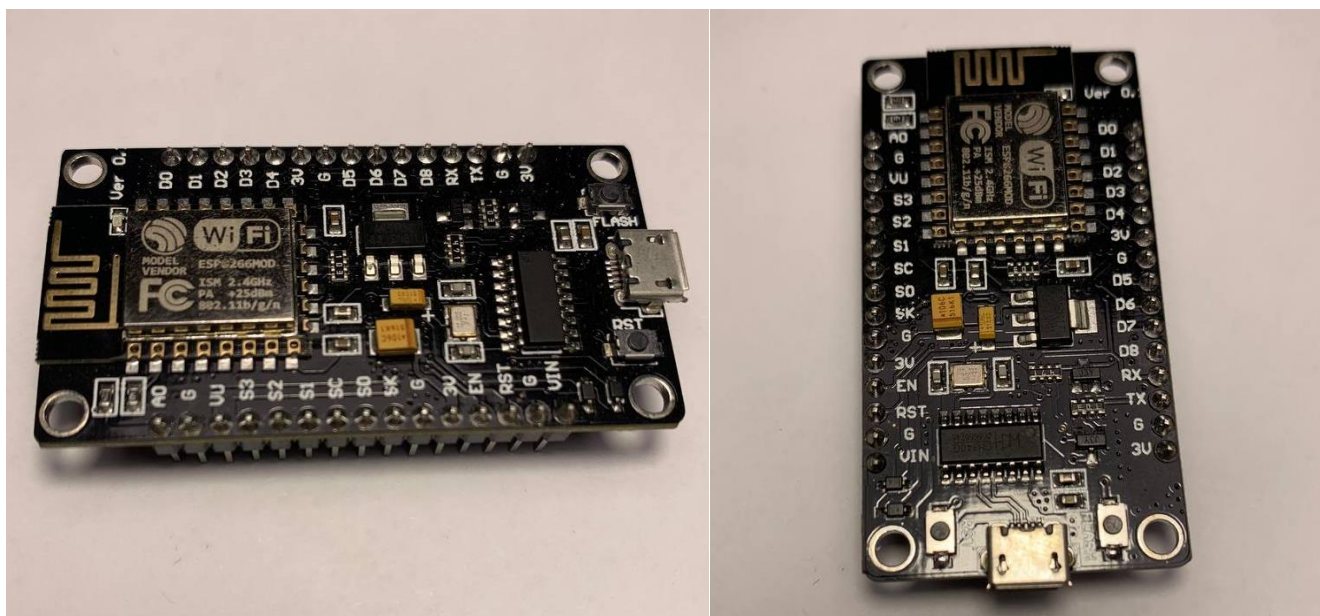


Рисунок 2.2 - Зовнішній вигляд плати NodeMcu v3

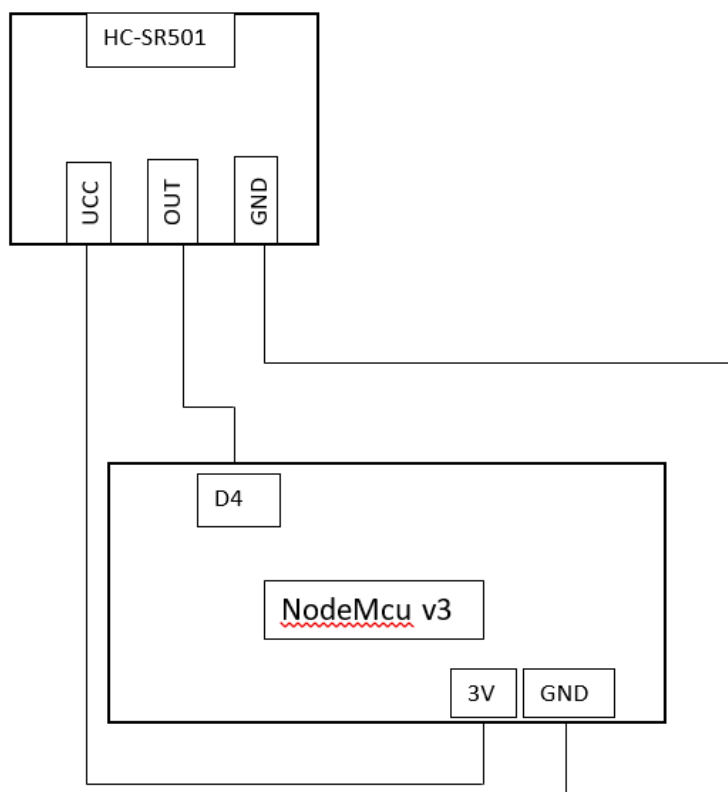


Рисунок 2.3 - Схема підключення датчика до плати

Це один з простих прикладів сигналізації, який можна використовувати як повноцінну сигналізацію. Завдяки цій системі ви можете дізнатися про несанкціоноване проникнення до вашого будинку будучи далеко від домівки, але звісно там де є інтернет.

Отже, схема системи оповіщення на ардуіно може бути доповнена різними компонентами, такими як динамік та джерела освітлення, при спрацюванні яких потенціальний грабіжник може бути спантеличеним та швидко покинути приміщення. В датчику можна налаштувати чутливість, що дозволить збільшити спектр використання даної системи [17].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕСТУВАННЯ ПРОТОТИПУ СИСТЕМИ ОПОВІЩЕННЯ ARDUINO

Дана система була успішно протестована. На рисунку 3.1 продемонстровано, що після підключення плати до мережі чат бот повідомляє про початок роботи. На рисунку 3.2 чат бот повідомляє про два рухи об'єкта в контрольованій зоні датчика.

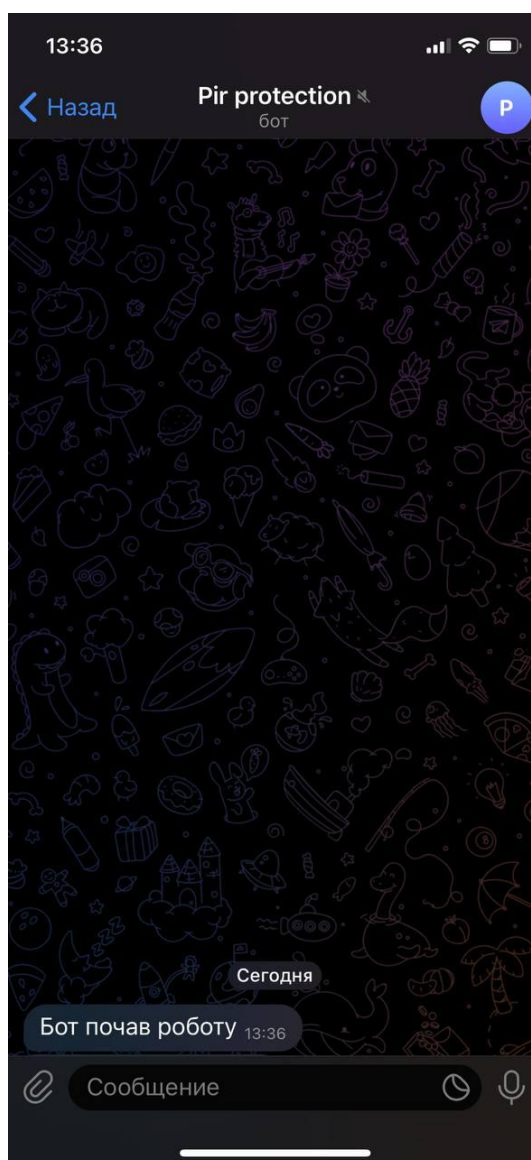


Рисунок 3.1 Результат підключення плати до мережі

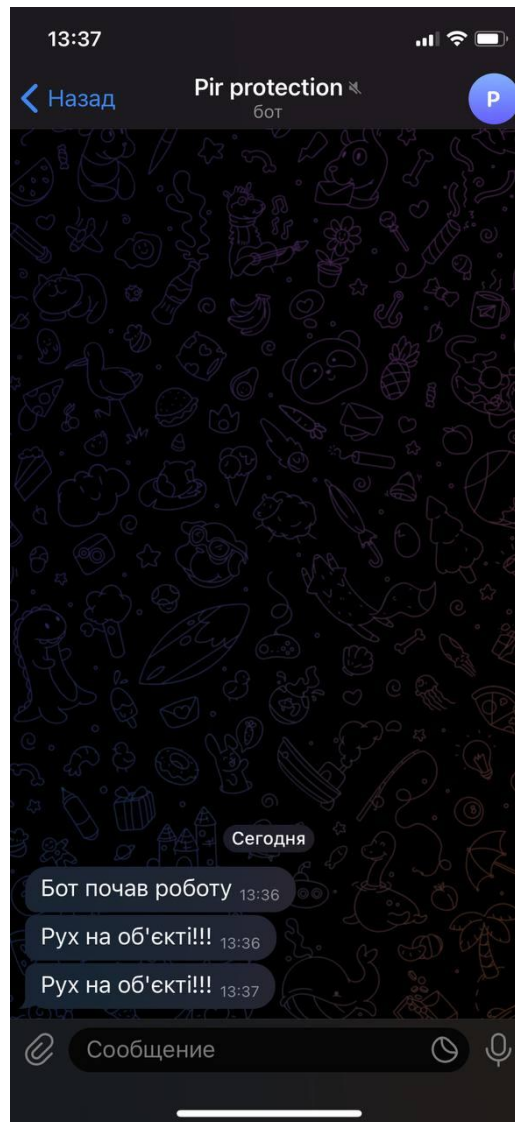


Рисунок 3.2 – Результат виявлення руху

Як ми бачимо, результати повністю відповідають кодові програмного забезпечення. Повідомлення надходять до чат боту в той момент, як виявляється рух. За бажанням можна змінити текст повідомлень на будь-який на розсуд користувача чи відповідно до застосування цього проекту.

Великою перевагою цієї системи є те, що вона повідомляє власника про несанкціонований рух в зазначеній зоні без зайвого шуму. Це дозволить використовувати сигналізацію в цілях попередження про несанкціонований рух та

завчасно приготуватися до зустрічі з порушником. Ще однією перевагою є регулювання чутливості датчика. Це дозволить налаштувати його так, що він буде реагувати тільки на людей та ігнорувати тварин, які можуть заважати в подальшому його використанні.

Спектр застосування даної системи дуже широкий. На сьогоднішній день ця сигналізація може допомогти нашим військовим для використання її у прикордонних районах на блок постах для виявлення руху противника на випадок диверсії чи інших несанкціонованих рухів у сліпих зонах або вночі. Ворог може не помітити сам датчик, але при цьому датчик повідомить наших військових, які зможуть завчасно приготуватися до бою чи затримати порушника.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу літературних джерел встановлено широке використання електронних систем керування датчиками руху на сьогоднішній день. Вони використовуються в системах безпеки, автоматизації домашніх пристроїв, та інше. Такі системи можуть інформувати про несанкціоноване проникнення в контрольовану зону, тим самим зберегти життя чи запобігти втраті майна.
2. На основі проведеного дослідження встановлено, що електронна система керування датчиками руху є незамінним елементом у різноманітних пристроях, які вимагають точного контролю руху об'єктів. У роботі розглянуто основні принципи роботи електронної системи керування датчиками руху, а також проведено аналіз сучасних методів та технологій, які використовуються для її реалізації.
3. Розроблено прототип сигналізації на основі програмного та апаратного забезпечення Arduino. Для виготовлення прототипа було використано датчик руху HC-SR501 і плату NodeMcu v3.
4. Програмування проводилося в програмному забезпеченні Arduino IDE на платі NodeMcu v3 із завантаженням бібліотеки ESP8266 для менеджера плат та додакової бібліотеки для підключення плати до мережі інтернет та додатку телеграм. Мова програмування пристроїв Ардуіно заснована на C++ та скомпонована з бібліотекою AVR Libc, що дозволяє використовувати будь-які її функції.
5. В результаті тестування системи на працездатність були отримані позитивні результати. Система спрацьовує при виявленні руху в контрольованій зоні згідно коду програмного забезпечення. Великою перевагою є повна відсутність шуму та регулювання чутливості датчика, що дозволяє збільшити спектр використання даної системи.
6. Спектр застосування даної системи дуже широкий, її можна застосовувати у прикордонних районах на блок постах для виявлення руху противника на випадок диверсії чи інших несанкціонованих рухів у сліпих зонах або вночі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Глазунов, В. А., Савченко, А. А. "Датчики тиску, деформації та руху." Київ: ВПЦ «Київський університет», 2013.
2. M. Kokou Assogba Amine Nait Ali //"Smart Motion Sensor for Home Automation and Security System" - стаття в журналі "International Journal of Computer Applications"//2018
3. Ryan Turner// The Ultimate Beginner's Guide to Learn Arduino Programming//Step by Step Arduino Programming // nelly B.L. International Consulting LTD. 2019 – 196 с.
4. M. Margolis, B. Jepson and R. Weldin //Arduino Cookbook: Recipes to Begin, Expand, and Enhance Your Projects // O'Reilly Media; 3rd edition/ 2020/ -1235с.
5. Basilio Pueo and Jose Manuel Jimenez-Olmedo "Applications of Motion Sensors in Sports and Human Performance Analysis" - стаття в журналі "Sensors" // 2017 // 241-247 с.
6. Kuang-Hua Chang // Motion Simulation and Mechanism Design with SOLIDWORKS Motion// SDC Publications; 1st edition// 2016 / 152 с.
7. Shyamal Patel, Hyung Park, Paolo Bonato //"A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation" - стаття в журналі "Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation" // Article number: 21 // 2017.
8. Eric Wade; Maja J Mataric "Design and Implementation of a Low-Cost Motion Capture System for Clinical Gait Analysis" - стаття в журналі "Sensors" // 2009 // INSPEC: 11703851 Print ISBN: 978-963-9799-42-4.
9. В.С.Баран, Г.Г.Власюк, Ю.О.Оникієнко, О.І.Смоленська Основи мікропроцесорної техніки // Київ , 2019 , -128с.
10. Ester Martínez-Martín, Ángel P. del Pobil // Robust Motion Detection in Real-Life Scenarios (SpringerBriefs in Computer Science)// Publisher : Springer // 2012// 179 с.
11. Simon Monk// Programming Arduino: Getting Started with Sketches, Third Edition// Publisher: McGraw Hill TAB // 2022// 176 с.

12. Jeremy Blum // Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry // Publisher: Wiley // 2019// 512 c.
13. John Boxall // Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects // Publisher: No Starch Press // 2013 // 392 c.
14. NodeMCU v3 high resolution pinout specs
<https://www.mischianti.org/2022/02/09/nodemcu-v3-high-resolution-pinout-and-specs/> (дата доступа: 05.05.2023)
15. Massimo Banzi, Michael Shiloh // Getting Started with Arduino: The Open Source Electronics Prototyping Platform // Publisher: Make Community, LLC; 3rd edition // 2015 // 260 c.
16. Easy Study Omar // Become comfortable with Arduino programming: Interfacing +Coding, Arduino kit, Arduino Workshop, First Edition, 2021// Publisher: Independently published// 2021 // 69 c.
17. Miguel Grinberg // MicroPython and the Internet of Things: A gentle introduction to programming digital circuits with Python // Publisher : Independently published// 2022 // 111 c.