

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Чорноморський національний університет**

**імені Петра Могили**

**Факультет комп'ютерних наук**

**Кафедра комп'ютерної інженерії**

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри,

д-р техн. наук, проф.

\_\_\_\_\_ І. М. Журавська

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

**Система попередження ДТП шляхом виявлення  
засинання водія**

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

123 – КБР.01 – 405.22010601

*Студент*

\_\_\_\_\_ Я. В. Баландін

*підпис*

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

*Керівник д-р техн. наук, проф.*

\_\_\_\_\_ І. М. Журавська

*підпис*

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

**Миколаїв – 2024**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Чорноморський національний університет імені Петра Могили**  
**Факультет комп'ютерних наук**  
**Кафедра комп'ютерної інженерії**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ І. М. Журавська

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи**

Видано студенту групи 405 факультету комп'ютерних наук

Баландіну Ярославу Валентиновичу

*(прізвище, ім'я, по батькові студента)*

1. Тема кваліфікаційної роботи

Система попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія

Затверджена наказом по ЧНУ ім. Петра Могили від 30.01.2024 № 17.

2. Строк представлення кваліфікаційної роботи « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

3. Очікуваний результат роботи та початкові дані, якщо такі потрібні

Очікуваним результатом роботи є: апаратне та програмне забезпечення системи попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія. Вхідними даними роботи є специфікація вимог, що описує характеристики зазначеного апаратного та програмного забезпечення.

4. Перелік питань, що підлягають розробці

1) аналітичний огляд систем попередження ДТП на основі виявлення засинання водія;

2) аналіз переваг та недоліків існуючих систем попередження засинання водія;

3) розробка апаратної частини системи попередження засинання водія;

4) розробка програмної частини системи попередження засинання водія;

## 5. Перелік графічних матеріалів

Блок-схема основних причини засинання водія

Блок-схема алгоритму роботи системи з різними модулями

Блок-схема принципу роботи системи проти засинання

Блок-схема покращення системи

Схема підключення пристрою

Дизайн друкованої плати

## 6. Завдання до спеціальної частини

Описати основні вимоги до стану здоров'я та працездатності водіїв і їх вплив на безпеку руху. Розглянути фактори втоми та засинання, надати рекомендації згідно з вимог праці водіїв. Підкреслити необхідність контролю за станом водія. Проаналізувати вимоги до режиму праці та медичного контролю водіїв. Переглянути вимоги що до систем попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія.

## 7. Консультанти:

Консультант	Кафедра (організація)	Частина роботи
Алексєєва А. О. канд. техн. наук, доцент	кафедра екології Медичного інституту ЧНУ імені Петра Могили	Спеціальна частина з охорони праці

Керівник роботи

д-р техн. наук, проф., Журавська Ірина Миколаївна

*(посада, прізвище, ім'я, по батькові)*

\_\_\_\_\_  
*(підпис)*

Завдання прийнято до виконання

Баландін Ярослав Валентинович

*(прізвище, ім'я, по батькові студента)*

\_\_\_\_\_  
*(підпис)*

Дата видачі завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**  
**виконання кваліфікаційної роботи**

Тема: Система попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія

№	Найменування роботи	Початок	Закінчення	Примітки
1	Розробка та затвердження завдання на виконання КР	11.12.2023	12.12.2023	Виконав
2	Огляд літератури за темою роботи	15.01.2024	18.02.2024	Виконав
3	Складання календарного плану БКР	19.02.2024	06.03.2024	Виконав
4	Аналіз предметної області	19.02.2024	04.03.2024	Виконав
5	Розробка проєктних рішень	23.02.2024	09.03.2024	Виконав
6	Моделювання та конструювання АПЗ	20.02.2024	27.02.2024	Виконав
7	Перевірка працездатності, тестування та апробація розробленого АПЗ, аналіз результатів тестування	01.03.2024	04.03.2024	Виконав
8	Відгук керівника КР	02.06.2024	07.06.2024	Виконав
9	Оформлення БКР та презентації	15.05.2024	03.06.2024	Виконав
10	Попередній захист	28.05.2024	04.06.2024	Виконав
11	Завершення оформлення КР та презентації	04.06.2024	05.06.2024	Виконав
12	Рецензування	05.06.2024	07.06.2024	Виконав
13	Захист бакалаврської кваліфікаційної роботи	.06.2024	.06.2024	Виконав

Розробив здобувач ВО Баландін Ярослав Валентинович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник роботи Журавська Ірина Миколаївна \_\_\_\_\_  
(посада, прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## АНОТАЦІЯ

до кваліфікаційної бакалаврської роботи

«Система попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія»

Студент 405 гр.: Баландін Ярослав Валентинович

Керівник: д-р техн. наук, проф. Журавська Ірина Миколаївна

Ця робота присвячена розробці системи попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія. Головною метою проєкту є створення пристрою, який допоможе своєчасно виявляти засинання водія і попереджати його про це, що сприятиме підвищенню безпеки на дорозі та зниженню ризику аварій.

Система складається з мікроконтролера Arduino Nano, зумера (buzzer) з напругою 5V, вібромоторчика Arduino з напругою 5V, IR-сенсора, батарейки типу «Крона» (6F22) та перемикача (Switch button). Пристрій розміщується на прозорих окулярах і працює шляхом моніторингу рухів очей водія, активуючи звуковий сигнал та вібрацію у випадку закриття очей на тривалий період, а саме дві секунди.

Програмний код написаний на мові програмування Arduino, яка базується на мові C++. Код забезпечує обробку сигналів від IR-сенсора та активацію попереджувальних механізмів у разі виявлення засинання.

Результатом роботи є функціональний прототип системи попередження ДТП, який може допомогти знизити ризик аварій, пов'язаних із засинанням водія, та підвищити загальну безпеку на дорозі.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків та трьох додатків. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження та розроблення бакалаврської роботи. У першому розділі проведено аналітичний огляд проблеми та існуючі рішення. У другому розділі описано вибір елементів та вимоги до компонентів для системи попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія. В третьому розділі етапи розробки пристрою та можливі покращення системи, підключення Wemos D1 Mini, та проведено опис програмного забезпечення для системи проти засинання. У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження та розроблення. У додатку А наведено Довідку з перевірки на унікальність. У додатку Б – лістинг коду системи попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія. У додатку В – лістинг коду для віддаленого серверу.

В цілому, бакалаврська робота без додатків містить 71 с., 30 рис., 17 табл., 24 джерела посилання.

**Ключові слова:** *Arduino, C++, Wemos D1 Mini, система попередження ДТП, виявлення засинання водія*

## ABSTRACT

of the Bachelor's thesis

"Road traffic accident prevention system by detecting driver's falling asleep"

Student: Balandin Yaroslav Valentynovych

Supervisor: Doctor of Technical Sciences, Professor Zhuravska Iryna Mykolaivna

This work is devoted to the development of a road accident prevention system by detecting driver falling asleep. The main goal of the project is to create a device that will help detect and warn drivers in a timely manner, which will help improve road safety and reduce the risk of accidents.

The system consists of an Arduino Nano microcontroller, a 5V buzzer, a 5V Arduino vibration motor, an IR sensor, a 6F22 battery, and a switch. The device is placed on transparent glasses and works by monitoring the driver's eye movements, activating a sound signal and vibration if the eyes are closed for a long period of time, namely two seconds.

The program code is written in the Arduino programming language, which is based on C++. The code processes signals from the IR sensor and activates warning mechanisms when falling asleep is detected.

The result of the work is a functional prototype of an accident prevention system that can help reduce the risk of accidents caused by driver falling asleep and improve overall road safety.

The explanatory note of the bachelor's thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions, and three appendices. The introduction defines the relevance of the topic, formulates the purpose, object, subject, and objectives of the research and development of the bachelor's thesis. The first chapter provides an analytical overview of the problem and existing solutions. The second section describes the selection of elements and requirements for components for a road accident prevention system by detecting driver falling asleep. The third section describes the stages of device development and possible improvements to the system, the connection of Wemos D1 Mini, and the description of the software for the anti-drowsy driving system. The conclusions provide an analysis of the work performed and the results of the research and development. Appendix A contains a uniqueness check. Appendix B lists the code of the system for preventing road accidents by detecting driver falling asleep. Appendix C lists the code for the remote server.

In total, the bachelor's thesis without appendices contains 71 pages, 30 figures, 17 tables, 24 references.

**Keywords:** *Arduino, C++, Wemos D1 Mini, road accident prevention system, detecting driver's falling asleep*

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕНЬ.....	7
1.1 Проблема засинання водіїв за кермом автомобіля.....	7
1.2 Аналіз статистичних даних та дослідження причин ДТП через засинання водіїв .....	7
1.3 Системи та технології виявлення ознак засинання водіїв для запобігання ДТП .....	11
1.4 Детальний огляд фізіологічних та психологічних аспектів засинання водіїв .....	12
1.5 Огляд існуючих технологій і систем виявлення засинання водіїв ....	14
1.6 Основні вимоги до системи виявлення засинання водіїв та обладнання.....	18
Висновки до розділу 1.....	20
2 ВИМОГИ ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ЗАСИНАННЯ ВОДІЯ .....	22
2.1 Основні складові системи виявлення засинання водія.....	22
2.2 Вибір IR-сенсора .....	23
2.3 Вибір п'єзоелектричного динаміка .....	28
2.4 Вибір вібромотора .....	32
2.5 Вибір мікроконтролера на базі Arduino .....	35
Висновки до розділу 2.....	42
3 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ....	43
3.1 Розробка апаратного забезпечення .....	43
3.2 Мова програмування Arduino .....	47
3.3 Arduino IDE.....	48
3.4 Програмування системи протидії засинанню водія.....	50
3.5 Методи покращення системи протидії засинанню водія за кермом .	54

3.6 Дослідження Arduino Wemos D2 mini .....	54
3.7 Огляд платформи Arduino Wemos D1 Mini та характеристики.....	55
3.8 Налаштування Arduino Wemos D1 Mini як вебсервера .....	56
3.9 Інтеграція дистанційного керування .....	58
3.10 Інтеграція системи в інших галузях .....	62
Висновки до розділу 3.....	65
ВИСНОВКИ .....	67
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	69
ДОДАТОК А Довідка про перевірку на унікальність пояснювальної записки.....	72
ДОДАТОК Б Код для системи попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія .....	73
ДОДАТОК В Код для віддаленого серверу.....	74



## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

BM	– вібромотор
ДТП	– дорожньо-транспортна пригода
ІЧМ	– інфрачервоний модуль
КР	– Крона
AN	– Arduino Nano
AWDM	– Arduino Wemos D2 mini
BZ	– Buzzer
IDE	– Integrated Development Environment
IoT	– Internet of Things
IR	– Infra Red
LED	– Light-Emitting Diode
SW	– Switch
TG	– Transparent Glasses

## ВСТУП

У сучасному світі проблема засинання за кермом автомобіля стала надзвичайно актуальною. Засинання водіїв на дорозі стало частою причиною серйозних дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Чинники, такі як робота на понаднормовий час, недостатній сон, стрес, а також одноманітність дорожнього руху, призводять до зниження реакції та концентрації водія, що може вплинути на його здатність керувати автомобілем.

Проблема засинання людей під час роботи, включаючи ситуації за кермом автомобіля, стала дуже актуальною у сучасному світі. Це призводить до серйозних занепокоєнь, оскільки водії несуть відповідальність за свою безпеку та безпеку інших учасників дорожнього руху. Це підкреслює необхідність розробки ефективних систем попередження засинання водія.

Тому було прийнято рішення розробити систему попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія. Дана дипломна робота присвячена дослідженню проблематики засинання за кермом та знаходженню шляхів протидії цьому явищу. Робота містить аналіз існуючих систем протидії засинанню, їхніх функцій та можливостей, а також опис нових технологій і розробку власної системи.

**Об'єкт дослідження** – проблема засинання водіїв за кермом автомобіля та шляхи її попередження.

**Предмет дослідження:** методи та технології виявлення ознак засинання водія для попередження ДТП.

**Мета:** розробити ефективні рішення для попередження засинання водіїв за кермом, що сприятиме підвищенню безпеки на дорогах.

**Завдання дослідження:**

- аналітичний огляд систем попередження ДТП на основі виявлення засинання водія;
- аналіз переваг та недоліків існуючих систем попередження засинання водія;

- розробка апаратної частини системи попередження засинання водія;
- розробка програмної частини системи попередження засинання водія;

Отже, дослідження систем попередження засинання водіїв є важливою і дуже актуальною галуззю. Такі системи можуть значно підвищити безпеку на дорогах і зменшити кількість ДТП, допомагаючи водіям залишатися пильними.

Одним із головних викликів у розробці цих систем є забезпечення їх надійності та високої якості. Водії повинні бути впевнені, що система працює бездоганно і своєчасно попередить про небезпеку. Для цього важливо використовувати сучасні технології та проводити ретельні перевірки.

Також важливо, щоб ці системи були доступними для більшості водіїв. На даний момент вони можуть бути досить дорогими, що обмежує їх використання. Тому одна з основних цілей дослідження – знайти способи знизити вартість таких систем, щоб вони стали доступнішими для широкого загалу.

В цілому, дослідження систем попередження засинання водіїв має на меті зробити дороги безпечнішими для всіх. Високоякісні та доступні системи допоможуть водіям уникати небезпечних ситуацій і зменшити ризик аварій, що, в кінцевому рахунку, зробить наше життя безпечнішим і спокійнішим.

КРБ викладена на 71 с., містить 30 рис., 17 табл., 3 додатки та 24 використаних джерела.

**Апробація результатів** кваліфікаційної роботи відбулася під час ХХІ Міжнародної наукової конференції «Ольвійський форум-2024: Стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі» (Миколаїв, 20–23 червня 2024 р.).

## **1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕНЬ**

### **1.1 Проблема засинання водіїв за кермом автомобіля**

Проблема засинання за кермом є серйозною загрозою безпеці дорожнього руху. Вона виникає через різні фактори, такі як недостатній сон, понаднормова праця, стрес та монотонність дорожнього руху. Засинання водіїв призводить до зниження реакції та концентрації, що значно підвищує ризик виникнення аварій та дорожньо-транспортних пригод [4]. Боротьба із цією проблемою вимагає комплексного підходу та впровадження ефективних заходів, спрямованих на попередження засинання та забезпечення безпеки на дорозі [1].

### **1.2 Аналіз статистичних даних та дослідження причин ДТП через засинання водіїв**

З кожним роком проблема засинання водіїв за кермом стає все більш актуальною через те, що багато людей стали працювати понаднормово [5], а також через зростаючий рівень стресу [21]. Стрес, хоча б раз у житті, відчував кожен.

Причини ДТП через сонливість з огляду статистики:

- неможливість зосередитися: коли ви їдете втомленими, ви часто втрачаєте здатність зосереджуватися. Якщо ви докладаете зусиль, щоб не спати за кермом, ви не приділяєте повної уваги дорозі попереду, іншим водіям і перешкодам навколо вас;
- уповільнена реакція: подібно до керування автомобілем у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння, у вас зазвичай спостерігається уповільнена реакція під час водіння в стані сонливості. Якщо ви не будете повністю уважні, це може вплинути на вашу здатність швидко реагувати та уникнути аварії;
- погане розуміння того, що відбувається: погане розуміння того, що відбувається, часто є наслідком водіння в сонному стані. Ваш мозок

сповільнюється через втому та недосипання, що може ускладнити прийняття безпечних рішень під час водіння;

– нездатність оцінювати відстань і швидкість: через уповільнений час реакції та погане розуміння того, що відбувається, втомлені водії можуть легко неправильно оцінити відстань і швидкість. Наприклад, якщо ви відчуваєте сонливість, ви можете їхати занадто швидко або надто повільно, що може призвести до аварії;

– засинання за кермом: звичайно, найбільший ризик водіння сонним – це насправді заснути за кермом. Ви можете спричинити аварію з іншим водієм, з'їхати з дороги або врізатися в нерухомий предмет.

Було проведено дослідження, яке довело, що сонливість за кермом підвищує ризик аварій і потенційно смертельних ДТП. Статистика показує, що втомлене водіння спричиняє стільки ж смертей у ДТП, скільки й їзда на слизькій дорозі та вулицях з одностороннім рухом у неправильному напрямку. Спочатку поліція підрахувала, що 1,9 відсотка автомобільних аварій пов'язані з сонним керуванням, проте перерахувавши ці дані та виявила, що фактичне число ближче до 17,6 відсотка (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Основні причини смертельних ДТП та їхній відсоток смертності

<b>Причина</b>	<b>Кількість смертельних аварій, тис. од.</b>	<b>ДТП зі смертельними наслідками, %</b>
Надто швидка їзда	11,254	18,5
Вплив алкоголю, наркотиків або ліків	6,835	11,2
Недотримання смуги руху	4,042	6,6
Ненадання переваги	4,239	7,0
Відволікається	3,346	5,5
Недбале поводження з транспортним засобом	2,615	4,3
Надмірна корекція/надлишкова керованість	1,845	3,0

<b>Причина</b>	<b>Кількість смертельних аварій, тис. од.</b>	<b>ДТП зі смертельними наслідками, %</b>
Порушення правил дорожнього руху	2,450	4,0
Нерегулярне, необачне, необережне або недбале водіння	2,615	4,3
Поворот або уникнення через погоду, об'єкт, автомобіліста тощо	1,278	2,1
Проблеми з зором	1,584	2,6
Водіння в неправильному напрямку	1,179	1,9
Сонливість	1,310	1,9
Неправильно обраний поворот	0,445	0,7

Таблиця 1.2 – Аналіз статистики за останні десять років

<b>Рік</b>	<b>Водії-учасники смертельних ДТП, які були сонними, осіб</b>	<b>Водії, які потрапили у смертельні ДТП, %</b>	<b>Смертельні наслідки водіння в стані сонливості, од.</b>
2015	1200	2,3	920
2016	1050	2,1	760
2017	1120	2,2	840
2018	980	2,0	710
2019	880	1,9	650
2020	850	1,8	610
2021	780	1,7	570
2022	920	1,9	690
2023	1000	2,0	730
2024	950	1,8	680

З огляду на наведені дані в таблиці виявляється, що сонливість як причина смертельних дорожньо-транспортних пригод займає значуще місце [24], незважаючи на її порівняно низький відсоток у загальній статистиці [12] (табл. 1.2). Це свідчить про необхідність подальшого дослідження цього явища та розробки ефективних методів його попередження [2]. Відзначаючи

цю тенденцію, акцент на дослідженні сонливості стає актуальним і важливим завданням для забезпечення безпеки на дорогах [3]. Шляхи запобігання цій проблемі можуть включати в себе розробку технологій виявлення стану сонливості водія та впровадження систем попередження.

Було проведено дослідження [4] щодо сонливості за кермом залежно від тривалості їзди. Результати показали, що водії можуть відчувати сонливість навіть під час коротких поїздок. Згідно з отриманими даними, близько 30 відсотків учасників дослідження повідомили про випадки кивання головою під час поїздок тривалістю менше однієї години. Це свідчить про те, що тривалість поїздки не є визначальним фактором для виникнення сонливості за кермом. Такі результати підкреслюють важливість усвідомлення ризиків сонливості водіння незалежно від тривалості маршруту.

Дослідження сонливості за кермом врахувало також вплив полу та віку на цей феномен. Щодо статевих різниць, результати були неоднозначними: деякі звіти вказують на те, що чоловіки мають більшу схильність до порушень за кермом у стані втоми, тоді як інші дослідження вказують на те, що жінки можуть мати більший ризик потрапити в аварію, пов'язану із сонливістю [24].

Щодо вікових різниць, виявлено, що молоді люди, зазвичай, частіше керують автомобілем після серйозної нестачі сну. Особливо це стосується вікової групи 21-29 років, які вдвічі частіше за інші вікові групи повідомляли про кивання головою за кермом протягом минулого тижня [4]. Такі відмінності в сонливості можуть впливати на безпеку на дорозі та вимагати спеціальних заходів управління сном для різних вікових та статевих груп.

Дослідження також врахувало вплив часу доби на сонливість за кермом. Зазвичай ведення у стані сонливості є найбільш ймовірним вночі. Приблизно половина всіх випадків сонливості за кермом відбувається між 21:00 та 6:00 годинами [4]. Дані також показали, що 26 відсотків респондентів відчували сонливість під час водіння між полуднем та 5-ю годиною вечора. Ці відомості підкреслюють важливість усвідомлення ризиків сонливості за кермом навіть під час денного часу та при виборі годин для водіння, особливо вночі.

Попереджувальні ознаки втоми за кермом:

Специфічні індикатори сонливості сигналізують про те, що вам слід утриматися від керування автомобілем [21]. Однак втома водія не завжди може проявитися в однаковій формі, що ускладнює її виявлення. Деякі з ключових ознак сонливості за кермом включають:

- несфокусований зір: розмитість зору, свербіж в очах, насилу тримання очей відкритими та надмірне кліпання;
- важка голова: відчуття важкості голови, важкість тримання голови в нейтральному положенні під час водіння;
- позіхання: постійне позіхання може свідчити про втому, що вимагає перерви перед продовженням поїздки;
- забувати події за останній час: втрата пам'яті про останні кілька хвилин поїздки може бути ознакою сильної втоми;
- дратівливість або агресивність: відчуття нетерпіння та агресивності можуть вказувати на втому, що ускладнює увагу під час водіння;
- погана концентрація: втома може порушувати концентрацію, що є небезпечним на дорозі;
- виїзд на смугу руху та виїзд із неї: небезпечні маневри на дорозі можуть свідчити про сильну втому;
- втрата контролю відстані: важкість оцінки відстані до автомобіля попереду через втому;
- пропущені з'їзди: пропускання з'їздів чи дорожніх знаків, навіть тих, які знаєте напам'ять, може свідчити про втому та потребу відпочинку перед продовженням подорожі.

### **1.3 Системи та технології виявлення ознак засинання водіїв для запобігання ДТП**

Предметом дослідження є різноманітні системи та технології, призначені для виявлення ознак засинання водіїв. Ці системи можуть використовувати різні методи, включаючи моніторинг фізіологічних



показників водія, аналіз його поведінки за кермом та спостереження за рухом автомобіля [1]. Мета їх застосування полягає у попередженні ситуацій, коли водій починає втрачати пильність та контроль над транспортним засобом через засинання або стан алкогольного або наркотичного сп'яніння.

Дослідження цієї проблематики передбачає аналіз різних типів систем та технологій, їхніх переваг та недоліків, а також оцінку їхньої ефективності в умовах реального дорожнього руху [22]. Крім того, важливо розглянути аспекти щодо впровадження цих систем у масштабах великих автомобільних мереж та розглянути питання стандартизації та регулювання в цій сфері.

Таке дослідження може стати основою для подальшого вдосконалення та розвитку систем виявлення ознак засинання водіїв, що допоможе підвищити рівень безпеки на дорогах та запобігти численним ДТП.

#### **1.4 Детальний огляд фізіологічних та психологічних аспектів засинання водіїв**

При детальному огляді фізіологічних та психологічних аспектів засинання водіїв, слід розглянути, як різноманітні фактори можуть впливати на стан самопочуття та реакцію осіб за кермом автомобіля (рис. 1.1).

Розглядаючи фізіологічні аспекти, важливо враховувати, що біоритми людини мають суттєвий вплив на її функціонування під час керування автомобілем [21]. Наприклад, цикли сну та пробудження можуть визначати рівень уваги та реакцію водіїв на дорозі. Недостатній або порушений сон може значно підвищити ризик засинання за кермом, що становить серйозну загрозу для безпеки на дорозі. Більше того, погані співвідношення між фізичними та психологічними аспектами сну можуть впливати на ефективність реакції водіїв на різноманітні дорожні ситуації.

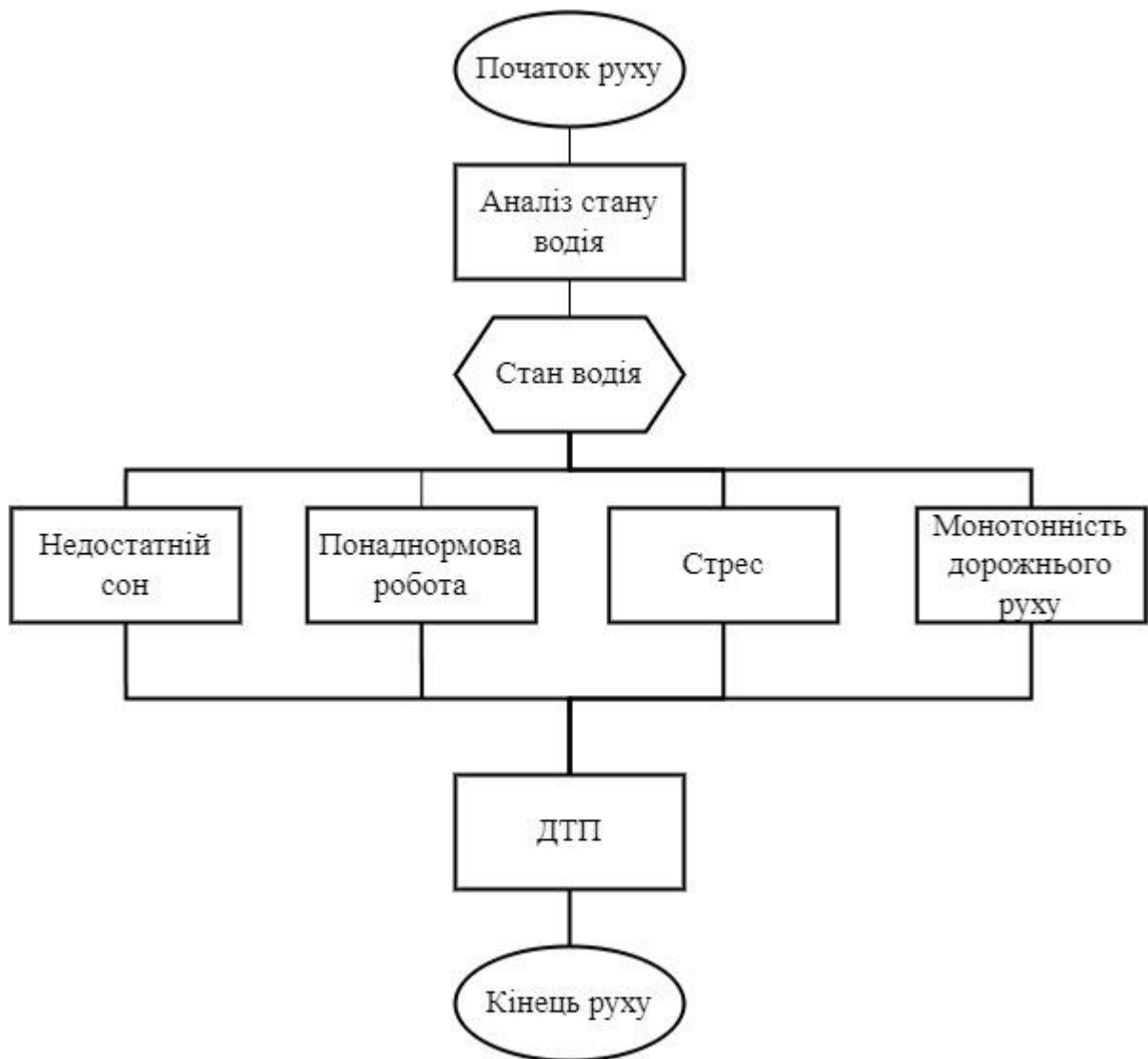


Рисунок 1.1 – Блок-схема основних причин засинання водія

У зв'язку з психологічними аспектами, слід враховувати вплив стресу, монотонності та інших психічних факторів на здатність водіїв зосередитися та реагувати на дорожні події. Наприклад, тривалий період підвищеної робочої активності або стресові ситуації в особистому житті можуть спричинити втому та зниження уваги за кермом. Важливою також є роль психологічного комфорту під час керування транспортним засобом, оскільки неспокійний або нестабільний емоційний стан може впливати на здатність водіїв реагувати на непередбачені ситуації на дорозі [21].

Для кращого розуміння того, як ці фактори впливають на водіння, була розроблена блок-схема, яка відображає взаємозв'язок між фізіологічними та психологічними аспектами і їх впливом на керування транспортним засобом.

Ця схема дозволяє визначити, які конкретні фактори можуть призвести до зниження уваги та реакції водіїв на дорозі, а також вказує на можливі наслідки цих порушень.

Наприклад, така блок-схема може демонструвати, що сукупність життєвих ситуацій може призвести до того, що водій засне за кермом і в результаті потрапить у ДТП [7]. Крім того, не слід забувати про людський фактор. За допомогою такої блок-схеми стає зрозуміло, що така система є необхідною для впровадження кожному водієві, оскільки вона може врятувати багато життів.

Такий підхід допомагає зрозуміти, як фізіологічний та психологічний стан водіїв впливає на їхню здатність безпечно керувати автомобілем.

Детальне вивчення цих аспектів допоможе краще розуміти, як можна виявляти ознаки засинання водіїв та які заходи можна вжити для попередження аварій, пов'язаних з цим явищем.

### **1.5 Огляд існуючих технологій і систем виявлення засинання водіїв**

Кожен досвідчений водій вибирає свій спосіб подолання проблеми дрімоти за кермом. Серед найпопулярніших: увімкнути гучну музику на радіо та вживати напої з вмістом кофеїну, такі як енергетичні напої, зелений чай чи кава [23]. Однак ці методи можуть бути не дуже ефективними, особливо коли водій втомлений, у стані здоров'я або в стані стресу [21]. Щоб вирішити цю проблему, необхідно створити інтелектуальні автоматизовані системи, здатні попереджати водіїв про настання сонливості [1].

Протягом останніх кількох років провідні світові автовиробники, включаючи Toyota, General Motors і Volvo, активно впроваджують системи, які запобігають дрімоті водіїв за кермом (табл. 1.3). Однак сучасний ринок електроніки пропонує безліч приладів, здатних оцінити стан водія і сигналізувати про те, що продовжувати рух небезпечно. Всі ці пристрої мають свої переваги і недоліки, які обмежують їх широке використання (табл. 1.4).

Таблиця 1.3 – Аналіз існуючих систем проти засинання від провідних автомобільних компаній

<b>Компанія-виробник</b>	<b>Як працює пристрій</b>	<b>Вартість, грн</b>
Toyota	Аналіз частоти закриття та зміни положення очей. Контролює даними за допомогою монітору та вбудованої камери в автомобіль.	30'000
General Motors	Аналіз зміни положення голови. Контролює через вбудовану камеру та спеціальну систему до планшету автомобіля.	7'000
Volvo	Аналіз очей водія за допомогою вбудованих інфрачервоних сенсорів в кабіні автомобіля.	23'000

Таблиця 1.4 – Існуючі пристрої для подолання проблеми засинання водія за кермом

<b>Пристрій</b>	<b>Принцип дії та недоліки</b>	<b>Недоліки</b>
Vigo	Статистичний аналіз за рахунок вимірювання даних, отриманих з інфрачервоного сенсора та акселерометра	Пристрій, на який буде записуватись інформація, треба купляти окремо

Пристрій	Принцип дії та недоліки	Недоліки
StopSleep	Статистичний аналіз за рахунок вимірювання тиску пальців на руль	Прибирати обидві руки заборонено, бо спрацює датчик, а це унеможлиблює процес керування автомобілем з механічними коробками перемикачів
Vigiton	Статистичний аналіз контролю стану водія. Попереджує інші автомобілі, що з водієм щось не так, вмикає аварійні маячки та звукові сигнали	Перекриття огляд дороги водієві за рахунок великих розмірів пристрою
AntiSleep	Статистичний аналіз нахилу голови	Встановлення ускладнене різними кузовами автомобілів, а також відсутнє реагування на нахили голови вправо та вліво
Avita	Статистичний аналіз кількості серцевих скорочень	Маленький заряд батареї, тим самим пристрій не підходить для довгих поїздок.

Отже, сучасні системи для протидії засинанню водіїв [1] використовують різні параметри для моніторингу стану водія, такі як температура тіла, нахил голови, пульс і тиск на руль (рис. 1.2). Завдяки цим даним, системи можуть виявляти відхилення від нормального стану та своєчасно попереджати водія про можливу небезпеку [21]. Це дозволяє реагувати на перші ознаки втоми або засинання, що значно підвищує безпеку на дорозі.

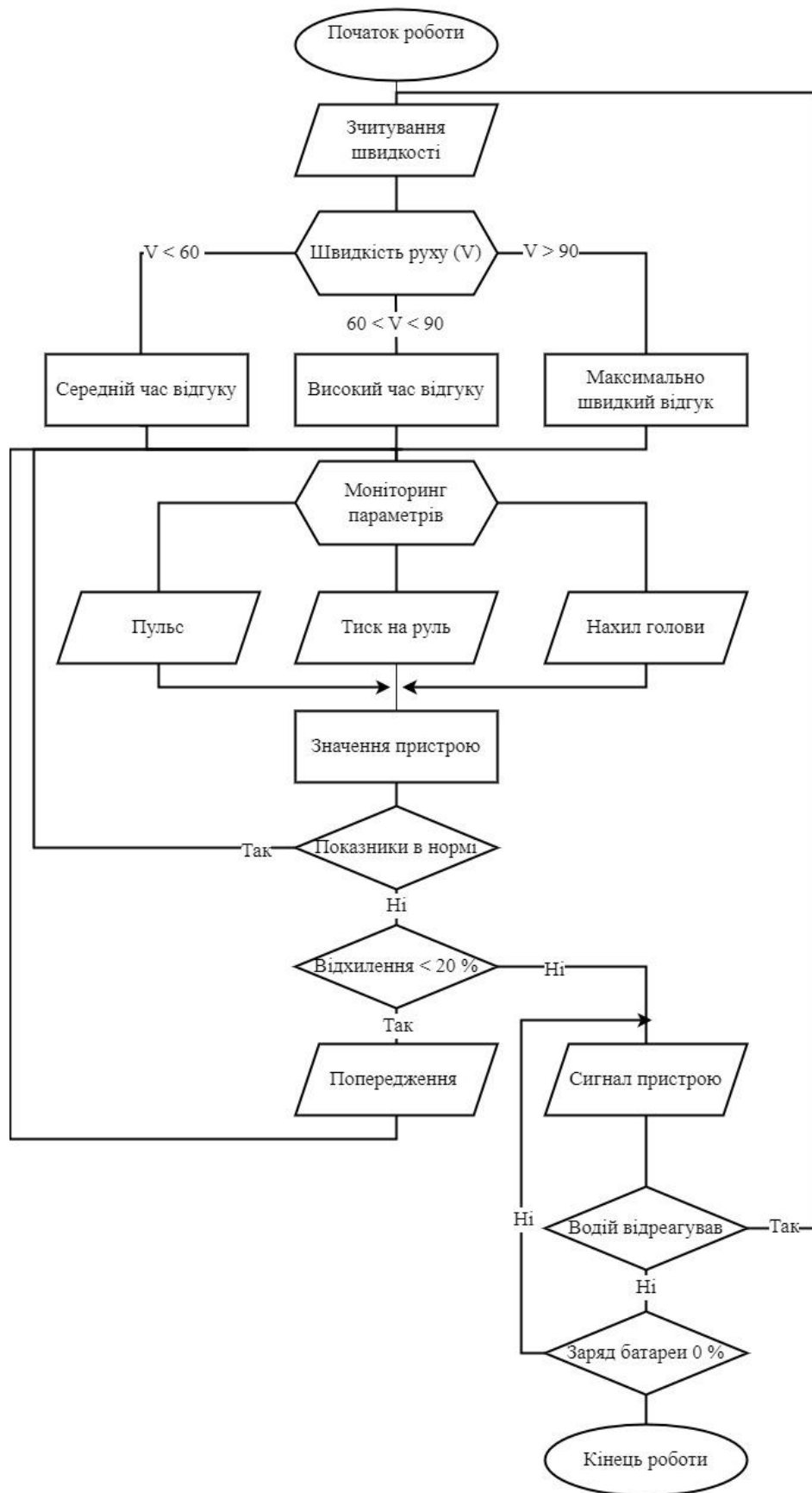


Рисунок 1.2 – Блок-схема алгоритму роботи системи з різними модулями виявлення засинання водія

Принцип роботи сучасних технологій, доступних на ринку, полягає в моніторингу фізичного стану водія, виявленні відхилень від нормальних параметрів і видачі попереджень про небезпеку. Однак не всі прилади можуть з високою точністю визначити стан водія і вчасно відреагувати [20]. Основним недоліком таких систем є те, що водій повинен надягати те чи інше пристосування кожного разу перед поїздкою. Наявність людського фактору, що впливає на роботу такого обладнання, часто негативно позначається на ефективності системи сигналізації

### **1.6 Основні вимоги до системи виявлення засинання водіїв та обладнання**

Вимоги до системи виявлення засинання водія:

- точність і надійність: система повинна з високою точністю визначати ознаки засинання водія, включаючи моніторинг параметрів, таких як температура тіла, нахил голови, пульс і тиск на руль;
- швидка реакція: обладнання має миттєво реагувати на виявлення ознак втоми або засинання, щоб забезпечити своєчасне попередження водія;
- зручність використання: система повинна бути легкою у використанні, без необхідності складних налаштувань або регулярного втручання з боку водія;
- автоматизація: система повинна автоматично активуватися при запуску автомобіля та працювати без необхідності вручну вмикати або вимикати її;
- стійкість до зовнішніх факторів: обладнання має працювати надійно в різних умовах, включаючи різні температури, вологість та освітлення;
- безперервний моніторинг: система повинна постійно перевіряти стан водія протягом всієї поїздки, забезпечуючи безперервний захист;
- інтеграція з автомобілем: обладнання має бути сумісним з різними моделями автомобілів та легко інтегруватися в існуючі системи безпеки;

- оповіщення: система повинна мати ефективні методи оповіщення водія, такі як звукові сигнали, вібрація або візуальні попередження;
- енергозбереження: обладнання повинно бути енергоефективним, щоб не споживати зайву енергію автомобіля;
- доступність: система має бути доступною за ціною, щоб якомога більше водіїв могли дозволити собі її використання для підвищення безпеки на дорогах.

Вимоги до обладнання:

- компактність та портативність: пристрої повинні бути компактними і портативними, щоб їх можна було легко встановити в будь-якому автомобілі без зайвих зусиль;
- безпека та захист даних: дуже важливо, щоб обладнання мало надійні засоби захисту даних та використовувало зашифровані канали передачі інформації;
- надійність та довговічність: обладнання повинно бути виготовлене з високоякісних матеріалів, щоб витримувати тривале використання та складні умови експлуатації;
- сумісність з автомобілем: важливо, щоб пристрої легко інтегрувалися з існуючими системами автомобіля та були сумісними з різними моделями;
- енергоефективність: пристрої повинні мати низьке споживання енергії, щоб забезпечити тривалий час автономної роботи без частішої підзарядки;
- простота використання: обладнання має бути легким у використанні та інтуїтивно зрозумілим, щоб водії могли швидко навчитися користуватися ним;
- легкість обслуговування: пристрої повинні бути зручними в обслуговуванні та оновленні, щоб користувачі могли самостійно виконувати необхідні операції;



- сумісність з іншими платформами: обладнання повинно працювати з різними платформами та операційними системами, забезпечуючи універсальність використання;
- цінова доступність: дуже важливо, щоб пристрої були доступними за ціною, щоб їх могли придбати якомога більше користувачів;
- довгий час роботи від одного заряду: обладнання повинно мати тривалий час автономної роботи, щоб водії не турбувалися про постійну підзарядку;
- зручний інтерфейс користувача: інтерфейс має бути зрозумілим та зручним, щоб водії могли легко взаємодіяти з пристроєм;
- висока якість звуку та сприйняття: якщо пристрій використовує аудіо-інтерфейс, він повинен мати високу якість звуку для чіткого сприйняття інформації;
- надійність зв'язку: бездротова комунікація між пристроями повинна бути стабільною та надійною, щоб уникнути втрати зв'язку;
- легкість налаштування та підключення: процес налаштування та підключення обладнання має бути простим та швидким, щоб водії могли швидко розпочати його використання;
- підтримка оновлень програмного забезпечення: обладнання повинно мати можливість оновлення програмного забезпечення, щоб забезпечити доступ до нових функцій та покращень;
- інструкції та підтримка користувача: дуже важливо, щоб обладнання надавало зрозумілі інструкції та доступ до технічної підтримки, щоб користувачі могли отримати допомогу у разі потреби.

## **Висновки до розділу 1**

Система, яка запобігає дорожньо-транспортним пригодам, виявляючи, коли водій спить, є інноваційним рішенням, призначеним для підвищення безпеки дорожнього руху та запобігання можливим аваріям. Його основні особливості та переваги включають:

- виявлення сонливості водія: система може аналізувати різні параметри, такі як температура, нахил голови, частота серцевих скорочень і тиск на кермі, щоб виявити ознаки того, що водій засинає за кермом;
- попередження про небезпеку: якщо система виявляє ознаки того, що водій засинає, вона може надіслати звуковий або візуальний сигнал попередження, щоб попередити водія про потенційну небезпеку та нагадати йому бути уважним;
- зменшення ризику аварій: швидке виявлення сонливості водія та раннє попередження можуть допомогти уникнути аварій і захистити водіїв та інших учасників дорожнього руху від потенційної шкоди;
- підвищення безпеки на дорозі: застосування системи попередження ДТП сприяє створенню безпечніших умов на дорозі, зменшуючи ризик аварій та підвищуючи загальний рівень безпеки для всіх учасників дорожнього руху;
- полегшення доступу: шляхом створення системи на базі доступних технологій та зниження вартості обладнання, більше водіїв матимуть можливість скористатися цією технологією для покращення своєї безпеки на дорозі;

Отже, система попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки на дорозі та може стати рушійним кроком у напрямку запобігання аваріям та захисту життів.

## **2 ВИМОГИ ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ЗАСИНАННЯ ВОДІЯ**

### **2.1 Основні складові системи виявлення засинання водія**

Система попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія – це інноваційний пристрій, розроблений для підвищення безпеки на дорозі. Основна перевага такої системи полягає в її гнучкості: вона не має строго визначеного переліку компонентів, що дозволяє налаштовувати її під конкретні потреби водія та особливості транспортного засобу.

Кожна система може бути унікальною та адаптованою до індивідуальних вимог водія. Вона може включати різні сенсори, такі як сенсори руху очей, камери для моніторингу обличчя, сенсори серцевого ритму, мікропроцесор, акумулятор, звукові та візуальні сигнали, засоби комунікації та багато іншого [22].

Ці системи можуть бути особливо корисними для водіїв, які здійснюють тривалі поїздки, працюють у нічні зміни або регулярно їздять монотонними маршрутами [23]. Вони забезпечують розширені можливості для моніторингу стану водія, підвищення безпеки, сповіщення про потенційні небезпеки та інші функції, які допомагають уникнути аварій.

Гнучкість у складанні та конфігурації дозволяє системі адаптуватися до індивідуальних потреб водія та вдосконалюватися з часом. Це дає можливість водіям отримувати персоналізовану підтримку та допомогу, а також сприяє постійному розвитку технологій і функціональності системи попередження ДТП.

Основна ідея такої системи полягає в створенні індивідуального рішення, яке відповідає потребам і вподобанням кожного водія. Це означає, що в складі системи можуть бути використані різні технології, компоненти та функціональні можливості залежно від конкретної ситуації.

Наприклад, деякі водії можуть потребувати додаткових сенсорів [17] для моніторингу очей і визначення моменту засинання, тоді як інші можуть бути

зацікавлені у вбудованих системах, які аналізують фізичний стан водія або автоматично вмикають попереджувальні сигнали. Інші функції, такі як інтеграція з навігаційними системами або зв'язок з екстреними службами, можуть бути корисними для забезпечення комплексної безпеки водія та пасажирів [17].

Система попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія є гнучким рішенням, що може пристосовуватися до змінних потреб водія. Вона може бути поступово модернізована або налаштовуватися залежно від зміни обставин або нових технологічних розробок.

Завдяки своїй гнучкості і індивідуальному підходу, така система може значно підвищити безпеку на дорозі, допомагаючи водіям зберігати увагу, реагувати на небезпеки та запобігати дорожньо-транспортним пригодам.

Отже, важливо пам'ятати, що система попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія не має строго визначеного переліку компонентів, але базується на індивідуальних потребах та можливостях водія, пропонуючи різноманітні можливості та функціональність для забезпечення безпеки, комфорту та підтримки на дорозі.

## **2.2 Вибір IR-сенсора**

У світі інфрачервоних датчиків (IR-сенсорів) існує багато моделей, які відрізняються за своїми характеристиками та функціями [17]. Отже, розуміння характеристик та функцій різних типів датчиків може допомогти вибрати найкращий варіант для певної задачі. Основні характеристики інфрачервоних датчиків:

- дальність дії: інфрачервоні датчики можуть бути короткодійними, призначеними для невеликих відстаней, або довгодійними, які здатні виявляти об'єкти на великих відстанях;
- тип виходу: датчики можуть мати аналоговий або цифровий вихід, що впливає на те, як їхні дані можна обробляти і використовувати в системі;

- тип реакції: активні датчики випромінюють інфрачервоне світло та реєструють його відбиття, тоді як пасивні датчики реагують на інфрачервоне випромінювання від інших об'єктів;
- функціональність: двоїсті датчики комбінують вимірювання відстані з виявленням об'єктів, що робить їх більш універсальними;
- додаткові функції: деякі датчики можуть вимірювати температуру, виявляти рух, або навіть визначати частоту серцевих скорочень.

IR-сенсор серцебиття KY-039 – це компактний інфрачервоний модуль, призначений для вимірювання пульсу за допомогою інфрачервоного випромінювання (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – IR-сенсор серцебиття KY-039

Його перевагами є простота використання та невеликі розміри, що робить його зручним для використання в різних пристроях і прототипах. Принцип роботи полягає у вимірюванні змін інтенсивності інфрачервоного світла, відбитого від шкіри, що змінюється залежно від притоку крові під час кожного серцевого скорочення. Однак, можливі недоліки включають обмежену точність вимірювання, особливо у випадках неправильного розташування сенсора або в умовах низької якості освітлення, що може призвести до хибних вимірів пульсу (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Основні характеристики KY-039

Характеристика	Значення
Відстань	до 20 мм
Діапазон температур	-40 °C до +85 °C

Характеристика	Значення
Мікросхема	TCRT5000
Напруга	3,3–5 В
Розмір	18 мм × 10 мм × 8 мм
Частота	50–100 Гц
Вартість	16 грн

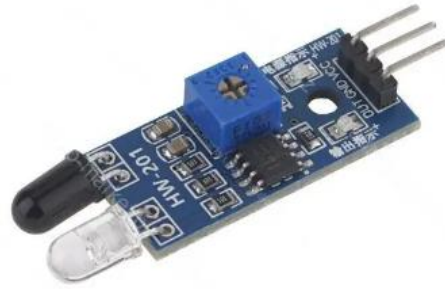


Рисунок 2.2 – IR-сенсор перешкод HW-201

IR-сенсор перешкод HW-201 – це компактний інфрачервоний датчик, призначений для виявлення перешкод на певній відстані. Його основною перевагою є вбудована мікросхема LM393, яка забезпечує високу точність вимірювання відстані від 2 см до 30 см (табл. 2.2). Крім того, завдяки своєму компактному розміру і низькому енергоспоживанню, цей датчик легко і зручно використовувати в різних застосуваннях, включаючи відомості про відстань для робототехніки та виявлення перешкод для автоматизованих систем безпеки.

Проте його недоліком може бути обмежений діапазон вимірювання відстані до 30 см, що може обмежити його використання у деяких вимогливих застосунках, які потребують більших відстаней вимірювання.

Таблиця 2.2 – Основні характеристики URM37

Характеристика	Значення
Відстань	до 300 мм
Діапазон температур	від мінус 25 °C до +85 °C
Мікросхема	LM393

Характеристика	Значення
Напруга	3,0–5,5 В
Розмір	32 мм × 14 мм × 7 мм
Частота	38 кГц
Вартість	16 грн

IR-передавач KY-005 – це компактний інфрачервоний світлодіод, призначений для передачі сигналів інфрачервоного випромінювання на короткі відстані (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Плата IR-передавача KY-005

Його основними характеристиками є невеликий розмір (зазвичай близько 6 мм × 10 мм × 5 мм), низька напруга живлення 5 В і простота використання; інші характеристики можна побачити в табл. 2.3. Основною перевагою KY-005 є низька вартість та простота використання, що робить його ідеальним вибором для початківців у світі електроніки та робототехніки. Однак, через свою простоту і обмежену функціональність, він може бути менш ефективним у вимірах на великі відстані або у вимогливих застосунках.

Таблиця 2.3 – Основні характеристики IR-приймача VS1838

Характеристика	Значення
Відстань	1–2 м
Діапазон температур	від мінус 25 °С до +85 °С
Мікросхема	TSOP38438
Напруга	5 В
Розмір	23 мм × 21 мм
Частота	38 кГц
Вартість	20 грн

Щодо IR-приймача VS1838, це невеликий інфрачервоний приймач, призначений для прийому сигналів інфрачервоного випромінювання на короткі відстані (рис. 2.5); його характеристики наведені в табл. 2.4. Він зазвичай використовується разом із звичайними пультами дистанційного керування, які використовуються для керування побутовою електронікою.



Рисунок 2.5 – Плата IR-приймача VS1838

VS1838 має високу чутливість і широкий кут прийому, що робить його ефективним для використання у віддалених керуючих пристроях. Проте, через обмежену функціональність, він може мати обмежені можливості в спеціалізованих застосунках, де потрібні вимогливіші характеристики.

Таблиця 2.4 – Основні характеристики IR-передавача KY-005

Характеристика	Значення
Відстань	1–2 м
Діапазон температур	від мінус 25 °C до +85 °C
Мікросхема	DS18B20
Напруга	5 В
Розмір	6 мм × 10 мм × 5 мм
Частота	38 кГц
Вартість	17 грн



Розглядаючи різні інфрачервоні датчики та передавачі, такі як IR-сенсор серцебиття KY-039, IR-сенсор перешкод HW-201, IR-приймач VS1838 та IR-передавач KY-005, можна зазначити, що кожен з них має свої особливості та переваги.

Наприклад, IR-сенсор серцебиття KY-039 характеризується компактним розміром і зручністю використання для вимірювання пульсу [21]. З іншого боку, IR-приймач VS1838 виділяється високою чутливістю та широким кутом прийому для сигналів інфрачервоного випромінювання.

Проте, можна зазначити, що IR-сенсор перешкод HW-201 відрізняється більш привабливими характеристиками, такими як висока точність вимірювання відстані та можливість виявлення перешкод на певній відстані. Його вбудована мікросхема LM393 дозволяє ефективно аналізувати сигнали, роблячи його надійним і ефективним інструментом для використання у різних застосуваннях.

Таким чином, хоча всі ці компоненти мають свої переваги, IR-сенсор перешкод HW-201 видається найбільш привабливим завдяки своїм високим характеристикам та надійності.

### **2.3 Вибір п'єзоелектричного динаміка**

П'єзоелектричний динамік або зумер – це електронний пристрій, який використовує п'єзоелектричний ефект для перетворення електричної енергії в механічні коливання, що створюють звук [18]. П'єзоелектричні матеріали, такі як кварц або спеціальні кераміки, змінюють свою форму під дією електричного поля, викликаючи коливання мембрани, яка генерує звукові хвилі [18]. Зумери часто використовуються в різних електронних пристроях для створення звукових сигналів, індикації подій або станів систем.

Такий елемент ідеально підходить для використання як сигнал оповіщення в системах попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія.

Види зумерів:

– пасивні зумери: потребують зовнішнього джерела сигналу для генерування звуку. Вони отримують сигнал ззовні і перетворюють його в звук. Пасивні зумери менш гнучкі у використанні, оскільки потребують додаткових компонентів для роботи (рис. 2.7);

– активні зумери: мають вбудований генератор сигналу, що дозволяє їм створювати звук самостійно. Вони працюють від постійного живлення і генерують звук без потреби у зовнішньому сигналі. Активні зумери простіші у використанні та інтеграції в різні системи, що робить їх популярним вибором для багатьох застосувань (рис. 2.6).

Але є ще й інші види зумерів, такі як електромагнітні зумери, які використовують електромагнітні котушки для створення звукових сигналів; механічні зумери, що генерують звук через механічні вібрації; мембранні зумери, де звук створюється коливаннями мембрани під дією електричних сигналів. Крім того, існують керамічні зумери, які використовують спеціальні керамічні матеріали для створення звукових хвиль.

Хоча всі ці типи зумерів мають свої унікальні характеристики і можуть бути використані в різних застосуваннях, для системи попередження засинання водія найбільш підходять активні та пасивні п'єзоелектричні зумери через їхню ефективність, простоту інтеграції та надійність.



Рисунок 2.6 – Активний зумер

Активний зумер – це електронний компонент, який генерує звук за допомогою вбудованого генератора. Він простий у використанні, оскільки не потребує зовнішнього сигналу для роботи. Активні зумери часто

використовуються в різних пристроях для забезпечення звукової індикації, таких як будильники, сигналізації та інші. Основні характеристики можна побачити в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Основні характеристики активного зумера

Характеристика	Значення
Робоча напруга	5 V
Робочий струм	30 mA
Частота звучання	2300 Hz
Рівень звукового тиску	85 dB на відстані 10 см
Розміри	12 мм × 8 мм
Робоча температура	від -20 °C до +60 °C
Вага	2 грама
Тип сигналу	Постійний
Монтаж	Вивідний
Матеріал корпусу	Пластик
Вартість	15 грн

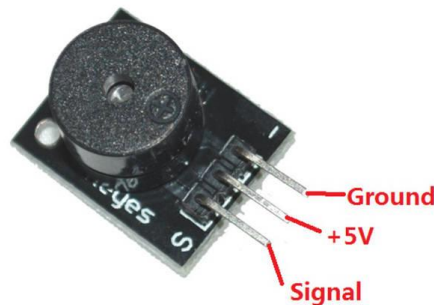


Рисунок 2.7 – Модульний пасивний зумер

Пасивний зумер – це електронний компонент, який генерує звук лише при подачі змінного сигналу з зовнішнього генератора. Відрізняється від активного тим, що потребує додаткової схеми для генерації звуку. Пасивні зумери використовуються в тих випадках, коли потрібен контроль за частотою та інтенсивністю звукового сигналу, як, наприклад, у складніших електронних системах. Основні характеристики модульного пасивного зумера наведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Основні характеристики модульного пасивного зумера

Характеристика	Значення
Робоча напруга	3–24 V
Робочий струм	20 mA
Частота звучання	Визначається зовнішнім генератором
Рівень звукового тиску	85 dB на відстані 10 см
Розміри	12 мм × 8 мм
Робоча температура	від –20 °C до +70 °C
Вага	2 грама
Тип сигналу	Змінний
Монтаж	Вивідний
Матеріал корпусу	Пластик
Вартість	45 грн

Принцип дії:

– активний зумер має вбудований генератор сигналу, що дозволяє йому створювати звук самостійно. Коли на активний зумер подається живлення, вбудована електронна схема генерує електричні імпульси, які надсилаються на п'єзоелектричний елемент. Під дією цих імпульсів п'єзоелектричний матеріал змінює свою форму, створюючи механічні коливання мембрани, що і генерує звук. Завдяки цьому активні зумери можуть працювати без зовнішнього генератора сигналу, що робить їх простими у використанні та інтеграції в різні системи;

– пасивний зумер не має вбудованого генератора сигналу і потребує зовнішнього джерела електричних імпульсів для створення звуку. Коли на пасивний зумер подається змінний електричний сигнал (наприклад, генератором прямокутних сигналів або іншим електронним пристроєм), п'єзоелектричний елемент реагує на ці імпульси, змінюючи свою форму і викликаючи механічні коливання мембрани. Ці коливання і створюють звук. Пасивні зумери є більш гнучкими у використанні, оскільки вони можуть

генерувати різні звукові сигнали залежно від форми і частоти зовнішнього сигналу. Однак, для їх роботи необхідний додатковий компонент – генератор сигналу.

Таким чином, активні та пасивні п'єзоелектричні зумери можуть бути надзвичайно корисними для створення системи попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія [21]. Активні зумери, завдяки вбудованому генератору сигналу, здатні самостійно генерувати звукові сигнали, що робить їх ідеальними для простих та ефективних рішень. Вони можуть негайно оповістити водія про виявлення ознак засинання, що суттєво зменшує ризик аварії. Пасивні зумери, хоч і потребують зовнішнього сигналу для роботи, можуть бути інтегровані в складніші системи з більшою функціональністю. Обидва типи зумерів забезпечують надійне та своєчасне звукове попередження, допомагаючи запобігти аваріям та підвищуючи безпеку на дорозі.

Отже, можна зробити висновок, що активний зумер виявляється більш перевагою у системі попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія. Це через те, що активні зумери мають вбудований генератор сигналу, тому вони здатні незалежно генерувати звукові сигнали без потреби в зовнішньому джерелі сигналу. Це робить їх ідеальними для реалізації простих та ефективних рішень в системах попередження засинання водія. Активні зумери можуть негайно оповістити водія про виявлення ознак засинання [4], що значно зменшує ризик аварії, оскільки час втрати реакції мінімальний.

## **2.4 Вибір вібромотора**

Вібромотори – це електричні пристрої, які використовуються для створення вібраційних ефектів в електронних пристроях [17]. Ось деякі характеристики та можливості вібромоторів, які можуть бути використані з Arduino:

### Вібромотори:

- за видом: Роторні вібромотори: Мають обертальний вал, що створює вібрації під час обертання. Плоскі вібромотори: Мають плоску конструкцію і генерують вібрації за допомогою пластини або мембрани;
- підключення до Arduino: Вібромотори можна підключити до Arduino за допомогою цифрових виходів або використовуючи спеціальні драйвери вібромоторів для керування їхньою роботою;
- управління вібромоторами: Вібромотори можуть бути керовані програмно шляхом включення та вимикання виходів Arduino або за допомогою спеціальних бібліотек, які дозволяють створювати різні вібраційні ефекти;
- застосування: Вібромотори використовуються в різних пристроях і системах, таких як смартфони, геймпади, різноманітні гаджети та іграшки, для створення тактильного зворотного зв'язку або вібраційного попередження;
- робота з Arduino: З використанням Arduino ви можете створити власні проекти, в яких вібромотори використовуються для створення різних вібраційних ефектів, щоб повідомляти користувача про різні події або взаємодіяти з ними через тактильні відчуття.



Рисунок 2.7 – Роторний вібромотор

Роторний вібромотор – це електромеханічний пристрій, який генерує вібрацію за допомогою роторного механізму. Він широко використовується в різних електронних пристроях, де потрібна сильна та надійна вібрація, наприклад, у мобільних телефонах і ручних пристроях. Основні характеристики можна побачити в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Основні характеристики роторного вібромотору

Характеристика	Значення
Робоча напруга	3–5 V
Робочий струм	80-100 mA
Частота обертів	12'000 обертів на хвилину
Сила вібрації	1–2 g
Розміри	10 мм × 3 мм
Робоча температура	від –10 °C до +60 °C
Вага	1.2 грамів
Тип вібрації	Роторна
Монтаж	Поверхневий або вивідний
Матеріал корпусу	Метал та пластик
Вартість	60 грн



Рисунок 2.8 – Плаский вібромотор

Плаский вібромотор – це компактний пристрій, який створює вібрацію за допомогою ексцентрикового механізму. Його тонкий профіль робить його ідеальним для використання в умовах обмеженого простору, таких як портативні гаджети та інші мініатюрні електронні пристрої. Основні характеристики можна побачити в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Основні характеристики плаского вібромотора

Характеристика	Значення
Робоча напруга	3–5 V
Робочий струм	80–100 mA
Частота обертів	9'000–12'000 обертів на хвилину

Характеристика	Значення
Сила вібрації	0,8–1,5 g
Розміри	10 мм × 2,7 мм
Робоча температура	від –20 °С до +60 °С
Вага	1,5 грама
Тип вібрації	Ексцентрикова
Монтаж	Поверхневий або вивідний
Матеріал корпусу	Метал та пластик
Вартість	140 грн

Після огляду існуючих вібромоторів було обрано плаский вібромотор через його компактність і здатність генерувати вібрації за допомогою пласкої конструкції, що забезпечує більш ефективне використання обмеженого простору [21]. Крім того, пласкі вібромотори зазвичай мають меншу споживану потужність і можуть бути легше інтегровані в різноманітні пристрої та системи. Такий вибір дозволить оптимізувати роботу системи попередження ДТП та забезпечити ефективний та ергономічний взаємодію з користувачем.

## 2.5 Вибір мікроконтролера на базі Arduino

Мікроконтролер Arduino – це відкрите апаратне та програмне забезпечення, яке базується на мікроконтролерах AVR або ARM. Це пристрій, який може виконувати програми, написані на мові програмування C/C++, і керувати різними електронними компонентами [11]. Arduino має набір вводу-виводу (GPIO), що дозволяє підключати до нього різні сенсори, модулі та інші пристрої [14].

Arduino використовується в багатьох галузях, включаючи робототехніку, автоматизацію, IoT (Internet of Things, укр. інтернет речей), мистецтво та багато іншого [8]. Він став популярним завдяки своїй простоті використання та низькій вартості, що робить його доступним для широкого кола користувачів, від початківців до досвідчених розробників.



Основні вимоги до мікроконтролера для створення системи попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія включають:

- низька споживана потужність: Мікроконтролер повинен мати ефективне управління енергією, щоб забезпечити тривалу роботу системи без необхідності частого заряджання або заміни батареї;
- висока чутливість та точність датчиків: Система потребує надійного виявлення ознак засинання водія, тому мікроконтролер повинен бути здатний працювати з високочутливими та точними датчиками, такими як датчики вимірювання пульсу, візуальні або звукові датчики, акселерометри тощо;
- швидка обробка даних та реагування: Мікроконтролер повинен бути достатньо потужним, щоб швидко обробляти отримані дані в реальному часі та приймати відповідні рішення щодо попередження водія про засинання;
- простота управління та інтеграції: Мікроконтролер повинен мати зручний інтерфейс програмування та простий процес інтеграції з іншими компонентами системи;
- надійність та стабільність: Враховуючи важливість функцій системи попередження, мікроконтролер повинен бути надійним та стабільним у роботі, щоб уникнути можливих поломок або втрати функціональності в критичний момент.

Для створення системи попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія можуть підійти різні мікроконтролери, проте розглянемо три з них:

- перший, Arduino UNO є одним з найпопулярніших та поширених мікроконтролерів у серії Arduino (рис. 2.9). Він має достатньо потужний мікроконтролер ATmega328P, який забезпечує широкі можливості програмування та взаємодії з різними пристроями. Arduino UNO підходить для проєктів середньої складності, включаючи системи попередження ДТП;
- другий, Arduino Nano – це компактний і малогабаритний мікроконтролер, який має ті ж можливості, що і Arduino UNO, але в меншому форм-факторі [16]. Він є ідеальним варіантом для вбудованих систем, де

обмежене місце або обмежена потужність стають проблемою. Arduino Nano може бути зручним вибором для систем попередження ДТП засинання водія, особливо якщо важлива компактність та ефективність;

– третій, Arduino Pro Mini – це ще один компактний варіант мікроконтролера з аналогічними можливостями до Arduino UNO, але без USB-порту, що ускладнює процес встановлення програмного коду. Це робить його ідеальним для вбудованих систем, де необхідно зберегти місце та знизити витрати енергії. Arduino Pro Mini може бути використаний для створення систем попередження ДТП засинання водія в обмеженому просторі або для вбудованих застосувань.



Рисунок 2.9 – Плата Arduino UNO

Одним з потенційних варіантів мікроконтролера для створення системи попередження ДТП є Arduino UNO. Встановлення мікроконтролера може виконуватися через USB-з'єднання з використанням віддалених методів. Нижче наведено характеристики цього мікроконтролера (табл. 2.9).

Таблиця 2.9 – Характеристики Arduino UNO

Характеристика	Опис
Мікроконтролер	ATmega328P
Робоча напруга	5 В
Вбудована пам'ять (Flash)	32 кбайт

Характеристика	Опис
SRAM	2 кбайт
EEPROM	1 кбайт
Частота	16 МГц
Виводи GPIO	14 цифрових виводів, 6 аналогових виводів
Інтерфейси	USB, UART, I2C, SPI, PWM, ADC
Розмір	68,6 мм × 53,4 мм
Споживана потужність	50 мА при 5 В
Сумісність	З великою кількістю додаткових модулів та датчиків, легко знайдете підтримку в мережі
Вартість	300 грн

Arduino UNO є надійним та популярним вибором для багатьох проєктів електроніки та робототехніки, включаючи системи безпеки на дорозі, завдяки своїм зручним розмірам, потужності та розширеному функціоналу.

При розгляді варіантів мікроконтролерів для системи попередження ДТП було враховано і Arduino Nano (рис. 2.10). Його компактні розміри виявляються зручними для встановлення безпосередньо на саму систему [16].

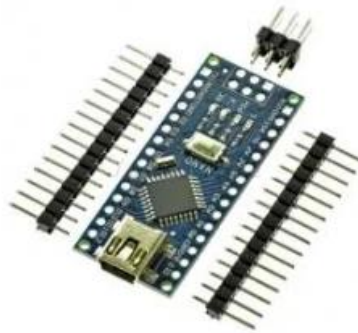


Рисунок 2.10 – Плата Arduino Nano

На відміну від Arduino UNO, який також є великим у спектральному відношенні до Nano, Arduino Nano має значно менші габарити, зберігаючи при цьому вражаючий функціонал. Нижче наведено характеристики цього мікроконтролера (табл. 2.10):

Таблиця 2.10 – Характеристики Arduino Nano

<b>Характеристика</b>	<b>Опис</b>
Мікроконтролер	ATmega328P
Робоча напруга	5 В
Вбудована пам'ять (Flash)	32 кбайт
SRAM	2 кбайт
EEPROM	1 кбайт
Частота	16 МГц
Виводи GPIO	14 цифрових виводів, 8 аналогових виводів
Інтерфейси	USB, UART, I2C, SPI, PWM, ADC
Розмір	45 мм × 18 мм
Споживана потужність	19 мА при 5 В
Сумісність	З великою кількістю додаткових модулів та датчиків, легко знайти підтримку в мережі
Вартість	220 грн

Arduino Nano є компактним та потужним мікроконтролером, який має широкі можливості для розробки проєктів електроніки [14]. Його компактний розмір (45 мм × 18 мм) робить його ідеальним для застосувань, де обмежений простір є проблемою, таких як вбудовані системи та портативні пристрої. Завдяки вбудованим інтерфейсам USB, UART, I2C, SPI, PWM, ADC та 32 кбайт вбудованої пам'яті Flash, Arduino Nano дозволяє легко підключати різні датчики та пристрої для розширення функціональності проєкту [16].

При розгляді альтернативного варіанту мікроконтролера, такого як Arduino Pro Mini (рис. 2.11), важливо враховувати його компактні розміри, які подібні до розмірів Arduino Nano.



Рисунок 2.11 – Плата Arduino Pro Mini

Однак, встановлення Arduino Pro Mini може бути складнішим, оскільки для програмування його дій необхідний додатковий контролер. Цей процес може вимагати додаткових зусиль. Нижче наведено характеристики цього мікроконтролера (табл. 2.11).

Таблиця 2.11 – Характеристики Arduino Pro Mini

Характеристика	Опис
Мікроконтролер	ATmega328P або ATmega168 (залежно від версії)
Робоча напруга	3,3 В або 5 В
Вбудована пам'ять (Flash)	32 кбайт
SRAM	2 кбайт
EEPROM	1 кбайт
Частота	8 МГц або 16 МГц
Виводи GPIO	14 цифрових виводів, 8 аналогових виводів
Інтерфейси	UART, I2C, SPI, PWM, ADC
Розмір	від 18 мм × 33 мм
Споживаний струм	5–20 мА
Сумісність	З великою кількістю додаткових модулів та датчиків, легко знайдете підтримку в мережі
Вартість	250 грн

Arduino Pro Mini є мініатюрним мікроконтролером, розробленим для застосувань, де енергоефективність та компактність є важливими факторами. Він має низьку споживану потужність (приблизно 5–20 мА) та може

працювати при 3,3 В або 5 В робочої напруги. Arduino Pro Mini підтримує різноманітні інтерфейси, такі як UART, I2C, SPI, PWM, ADC, що робить його гнучким для використання в різних типах проєктів. Його компактний розмір та висока сумісність з додатковими модулями та датчиками дозволяють легко інтегрувати його в різноманітні пристрої та системи.

Порівнюючи Arduino Uno, Arduino Pro Mini та Arduino Nano, можна відзначити їх схожість у використанні мікроконтролера ATmega328P та робочої напруги 5 В. Однак, вони відрізняються за розміром, інтерфейсами програмування та деякими іншими характеристиками. Більш детальну інформацію можна знайти в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Порівняльна характеристика мікроконтролерів

Характеристика	Arduino UNO	Arduino Pro Mini	Arduino Nano
Мікроконтролер	ATmega328P	ATmega328P	ATmega328P
Робоча напруга	5 В	3,3 В або 5 В	5 В
Вхідна напруга (рекомендована)	7–12 В	3,3–12 В	7–12 В
Кількість цифрових входів/виходів	14 (6 з яких PWM)	14 (6 з яких PWM)	14 (6 з яких PWM)
Кількість аналогових входів	6	8	8
Flash-пам'ять	32 кбайт	32 кбайт	32 кбайт
SRAM	2 кбайт	2 кбайт	2 кбайт
EEPROM	1 кбайт	1 кбайт	1 кбайт
Тактова частота	16 МГц	8 МГц (3,3 В) або 16 МГц (5 В)	16 МГц
Розміри	68,6 мм × 53,4 мм	18 мм × 33 мм	45 мм × 18 мм
Інтерфейси програмування	USB Type-B	FTDI, USB-to-Serial адаптер	Mini USB
Конектор живлення	Гніздо живлення	Відсутній	Гніздо живлення або Mini USB
Вартість	300 грн	220 грн	250 грн

Отже, вибір пав на Arduino Nano [16], бо вона має невеликий розмір та повністю підходить по всім характеристикам для розробки цієї системи. Її компактність дозволить ефективно використовувати обмежений простір у системі попередження ДТП, а широкий спектр інтерфейсів та вбудована функціональність Arduino дозволять легко інтегрувати її з різними датчиками та пристроями, необхідними для функціонування системи.

## **Висновки до розділу 2**

Під час аналізу системи попередження дорожньо-транспортних пригод шляхом виявлення засинання водія було ретельно досліджено широкий спектр компонентів. Мікроконтролери, такі як Arduino Nano, Arduino Mini та Arduino Uno, були об'єктом уваги через їхню важливу роль у керуванні та координації системи. Після докладного порівняння властивостей та функціональності було обрано Arduino Nano через його компактність та здатність задовольнити потреби проєкту.

У контексті сенсорів, різні варіанти інфрачервоних сенсорів були ретельно розглянуті. Однак, модуль HW-201 виділився своєю високою точністю вимірювання відстані та здатністю виявлення перешкод на певній відстані, що зробило його оптимальним вибором.

У висновку стосовно аудіосигналів було прийнято рішення використовувати активні зумери для швидкого та чіткого сповіщення водія про можливе засинання. Крім того, було прийняте рішення додавання вібраційного сигналу за допомогою плаского вібромотора – це забезпечить додаткову зручність та ефективність системи оповіщення.

Загалом, обрані компоненти – мікроконтролер, сенсор, зумер та вібромотор відповідають вимогам проєкту і визнані найбільш ефективними для вирішення поставленої проблеми.

## 3 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 3.1 Розробка апаратного забезпечення

З огляду на попередні розділи, можна зрозуміти, що головною метою дипломної роботи є створення системи, яка буде перешкоджати засинанню водія за кермом автомобіля. Розглянувши інші аналоги, що існують від серйозних компаній [12], таких як Toyota, General Motors та Volvo, було виявлено, що дана тема є актуальною і досить серйозною. Однак, у багатьох компаній ціни на такі системи дуже високі. З огляду на це, було прийнято рішення розробити таку систему, яка буде доступна кожному водієві, мати легке використання та прості компоненти, що стане по кишені кожному.

З висновків другого розділу можна зрозуміти, які компоненти були обрані для системи. Вона складається з мікроконтролера Arduino Nano, зумера з напругою 5V, вібратора Arduino також з напругою 5V та IR-сенсора HW-201. Функціональна схема [18] роботи пристрою наведена на рис. 3.1.

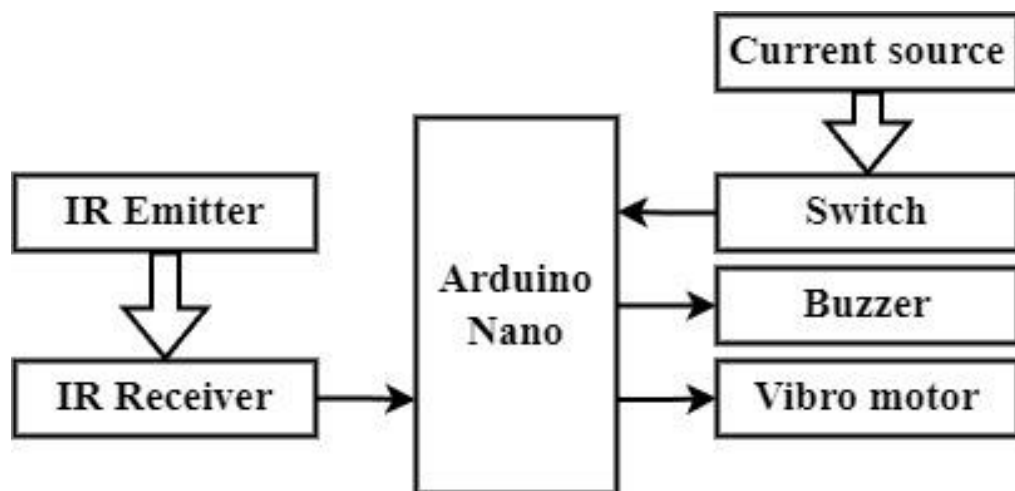


Рисунок 3.1 – Функціональна схема принципу роботи системи протидії засинання водія за кермом

Загалом усі компоненти підключаються до Arduino Nano, який виконує роль «мозку» в цій системі. Мікроконтролер отримує сигнали від IR-сенсора, обробляє їх і відповідно активує зумер та вібратор для сповіщення водія. Arduino Nano координує роботу всіх частин системи, забезпечуючи своєчасне



реагування на загрозу засинання водія. Принцип роботи можна побачити нижче: Пристрій працює наступним чином:

- спочатку вмикається живлення, таким чином запускається система. Увімкнення та вимкнення здійснюється за допомогою перемикача. Для цієї функції знадобиться звичайна кнопка з фіксацією або вимикач, а також будь-яке джерело живлення, наприклад, акумулятор або батарея типу «Крона»;
- ir-сенсор, а саме модуль HW-201, працює таким чином: на ньому IR-Emitter постійно випромінює інфрачервоні промені, а IR-Receiver їх ловить, коли вони відбиваються від поверхні. Таким чином визначається, що водій заснув, оскільки його очі закрилися на час, вказаний у програмі, а саме 2 секунди. Це час може бути змінений водієм відповідно до його потреб;
- дані після виявлення засинання водія передаються до «мозку» розробленої системи – мікроконтролера Arduino Nano;
- сигналізаторами того, що водій заснув, виступають зумер і вібратор. Вони забезпечують пробудження водія за рахунок потужного звуку біля вуха та сильної вібрації з частотою 12'000 обертів на хвилину.

Взагалі принцип дії дуже простий. За допомогою фіксування перешкоди протягом 2 секунд подається сигнал на модуль, але на просте кліпання не буде реакції – тільки якщо тривалість закриття очей дорівнюватиме 2 секундам. Потім сигнал надходить на мікроконтролер, який активує всі компоненти ланцюга. Система буде працювати доти, поки водій не відкриє очі або не розрядиться акумулятор. Схема підключення пристрою наведена на рис. 3.2.

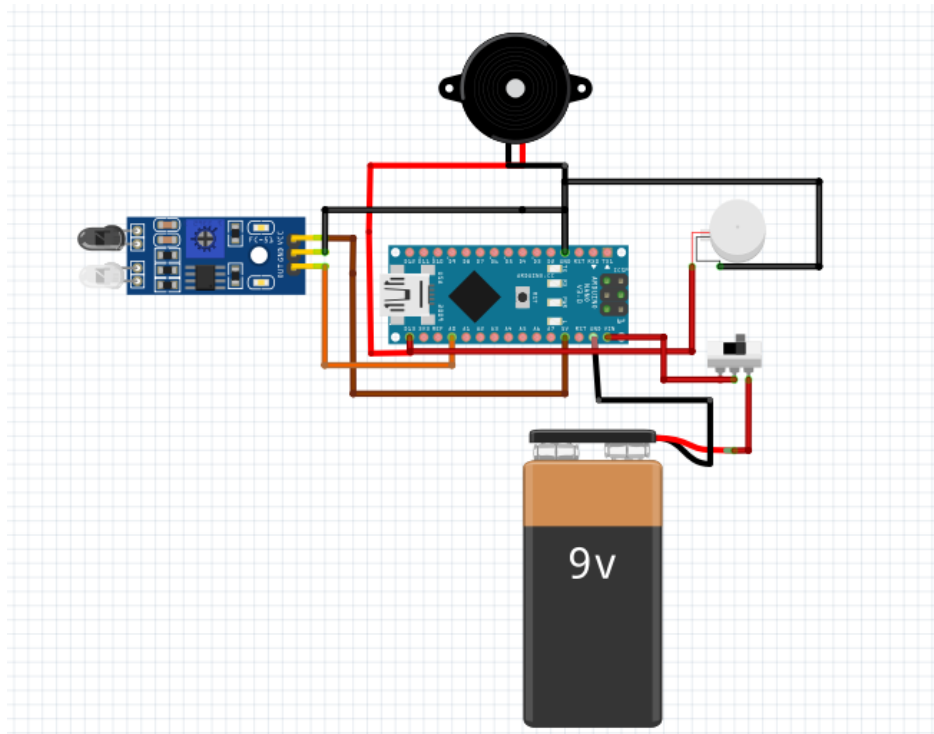


Рисунок 3.2 – Схема підключення пристрою

Після створення схеми для системи протидії засинання водія за кермом було проведено аналіз існуючих предметів, на які можна розмістити ці компоненти [19]. Було вирішено використати звичайні прозорі окуляри. Після цього всі компоненти ланцюга були зібрані, а довжину провідників було визначено таким чином, щоб їх було зручно розмістити на окулярах (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Початковий вид конструкції

Після вивчення асортименту інтернет-магазинів було прийнято рішення придбати прозорі окуляри з широкою оправою з пластику для зручного розміщення компонентів.

Під час збірки було прийнято рішення відпаяти та припаяти IR-LED і IR-Receiver на провідники, щоб закріпити модуль на оправі. Для покращення видимості через окуляри та забезпечення зручності в користуванні, IR-LED та IR-Receiver були припаяні на провідники [18]. Після цього контакти провідників були припаяні до модулю IR-сенсора, що дозволило встановити сам модуль на оправу окулярів. Це значно поліпшує видимість через окуляри та робить їх користування більш зручним.



Рисунок 3.4 – Покращення IR-сенсора

Зовнішній вигляд готового пристрою наведено на рис. 3.5.



Рисунок 3.5 – Кінцевий результат

Щоб довести, що даний пристрій може бути доступний кожному, було складено кошторис собівартості системи протидії засинання водія за кермом.

Таблиця 3.1 – Кошторис обладнання для системи протидії засинання водія за кермом

Найменування	Кількість	Од. вим.	Ціна, грн	Вартість, грн
Arduino Nano	1	шт.	220,00	220,00
Buzzer (зумер)	1	шт.	15,00	15,00

Батарейка 9 В типу «Крона»	1	шт.	40,00	40,00
Гніздо під Крону	1	шт.	25,00	25,00
ІR-сенсор HW-201	1	шт.	45,00	45,00
Кнопка-вимикач	1	шт.	10,00	10,00
Вібромотор	1	шт.	140,00	140,00
З'єднувальні проводи	1	набір	45,00	45,00
Прозорі окуляри	1	шт.	70,00	70,00
			<b>РАЗОМ</b>	<b>610,00 грн</b>

Для роботи були обрані такі окуляри, але можна встановити компоненти на будь-які інші. Взяття саме цих окулярів було обумовлене зручністю, проте будь-які інші також можуть підійти. Також у розрахунок вартості не включено паяльник, канцелярський ніж, термозбіжна трубка, припій і флюс.

### 3.2 Мова програмування Arduino

Мова програмування Arduino – ключовий інструмент для розробки електронних пристроїв на платформі Arduino [14]. Вона базується на мові програмування C/C++, але має спеціалізовані функції та бібліотеки, що спрощують роботу з мікроконтролерами Arduino.

Основна структура програми в Arduino включає дві основні функції: *setup()* та *loop()*. Функція *setup()* викликається один раз при запуску програми та використовується для налаштування початкових параметрів, ініціалізації змінних та об'єктів [11]. Натомість, функція *loop()* викликається постійно у безкінечному циклі після функції *setup()*. Ця функція відповідає за виконання основної логіки програми, зчитування даних з сенсорів, керування виводами та іншими завданнями.

У мові програмування Arduino є вбудовані функції та бібліотеки, які значно спрощують роботу з апаратними можливостями платформи Arduino. Ці функції та бібліотеки дозволяють легко взаємодіяти з різноманітними пристроями та модулями, такими як сенсори, дисплеї, активні модулі та

мережеві модулі. Вони забезпечують широкий функціонал для розробки різноманітних проєктів та дозволяють програмістам швидко реалізувати свої ідеї без необхідності писати надскладні коди.

Переваги:

- простота в освоєнні: Мова має простий синтаксис, що дозволяє швидко вивчити її новачкам;
- багато вбудованих функцій та бібліотек: Це спрощує роботу з апаратними можливостями Arduino та дозволяє швидко реалізувати різноманітні проєкти;
- підтримка стандартних конструкцій: Вона дозволяє використовувати звичайні підходи до програмування для створення складних програмних рішень.

Узагальнення, Arduino Language є простим та потужним інструментом для розробки електронних пристроїв на платформі Arduino. Вона дозволяє розробникам швидко та ефективно створювати різноманітні проєкти, незалежно від їхнього рівня досвіду в програмуванні.

### 3.3 Arduino IDE

Arduino IDE – це важливий інструмент для розробки проєктів з використанням платформи Arduino. Одна з головних переваг цієї програми полягає в її доступності на різних операційних системах [11], таких як Windows, macOS та Linux, що робить її універсальною для використання користувачами з різними комп'ютерами та умовами. Далі, Arduino IDE пропонує широкий спектр функцій та інструментів, які полегшують написання програм для мікроконтролерів Arduino. Наприклад, вона має підсвічування синтаксису, автодоповнення коду, перевірку наявності помилок та інші зручні функції, що допомагають в розробці (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Інтерфейс програми

Arduino IDE стає незамінним інструментом для створення та розробки різноманітних електронних проєктів. Основні риси притаманні Arduino IDE:

- підтримується різними операційними системами: Arduino IDE підтримується на операційних системах Windows, macOS та Linux, що дозволяє користувачам з будь-якими пристроями легко розробляти програми для мікроконтролерів Arduino;
- зручний інтерфейс: Програма має інтуїтивно зрозумілий і простий інтерфейс, що робить процес розробки приємним та ефективним.
- підсвічування синтаксису та автодоповнення: Arduino IDE надає підсвічування синтаксису та автодоповнення, що полегшує написання коду та допомагає уникнути помилок;
- вбудовані бібліотеки: Інтегрована система керування бібліотеками дозволяє швидко додавати та використовувати різноманітні бібліотеки для розширення функціональності Arduino;
- приклади та документація: В Arduino IDE доступна велика кількість прикладів програм та документації, що допомагає користувачам швидко розібратися з різними функціями та можливостями платформи Arduino;
- можливість вивчення та навчання: Через простоту та доступність Arduino IDE, користувачі можуть вчитися програмуванню та розробці електронних пристроїв, використовуючи платформу Arduino як основу;

- широкий спектр функцій: Arduino IDE надає багато інструментів для розробки програм, включаючи можливість використання умовних операторів, циклів, математичних операцій та багато інших стандартних конструкцій;
- середовище налагодження: Завдяки вбудованим інструментам для виводу даних у серійний монітор та підтримці точок зупинки, Arduino IDE дозволяє ефективно налагодження програми на мікроконтролері Arduino;
- простота використання: Навіть початківці можуть швидко освоїти Arduino IDE та розпочати розробку власних проєктів завдяки доступності документації та великої спільноти, яка готова допомогти в разі потреби;
- можливість розширення: Arduino IDE може бути розширено за допомогою сторонніх плагінів та розширень, що відкриває нові можливості для розробників та дозволяє адаптувати середовище розробки під власні потреби;
- підтримка спільноти: Багата та активна спільнота користувачів Arduino пропонує безліч ресурсів, допомоги та прикладів, що полегшує навчання та вирішення практичних завдань.

### **3.4 Програмування системи протидії засинанню водія**

Перш за все, для роботи нашої системи проти засинання водія необхідно програмувати плату Arduino Nano [16]. Це є критичним етапом, оскільки саме програмне забезпечення визначає функціональність та ефективність системи. Для цього треба виконати наступні кроки:

- завантаження Arduino IDE – це перший крок у програмуванні платформи Arduino Nano. Це інтегроване середовище розробки (англ. Integrated Development Environment – IDE), яке надає інструменти для створення програмного коду. Воно доступне для різних операційних систем, включаючи Windows, macOS та Linux, що робить його доступним для широкого кола користувачів. Arduino IDE має простий та зрозумілий інтерфейс, що дозволяє навіть початківцям швидко освоїти процес програмування на Arduino;



– підключення Arduino Nano до комп'ютера через USB-кабель – це крок, що передує програмуванню. Це дозволяє передавати програми з комп'ютера на плату Arduino для виконання. Під час підключення Arduino Nano до комп'ютера, важливо встановити драйвери, які забезпечують правильне визнання плати комп'ютером та співпрацю з IDE. Інструкції щодо встановлення драйверів можна знайти на офіційному веб-сайті Arduino або в документації до плати Arduino Nano;

– вибір платформи Arduino Nano у Arduino IDE дозволяє налаштувати IDE для роботи з конкретною платою. Користувач може обирати з різних варіантів плат, що дозволяє розробляти проекти для різних моделей Arduino. Після вибору платформи, необхідно також вибрати відповідний послідовний порт, до якого підключено Arduino Nano. Це забезпечить правильне зв'язок між комп'ютером та платою під час завантаження програми;

– написання програмного коду – це основний етап в розробці будь-якого проєкту на Arduino Nano. Код визначає логіку та функціональність пристрою. Arduino IDE надає зручний текстовий редактор з підсвічуванням синтаксису, що допомагає зрозуміти структуру коду та виявити помилки. Користувачі можуть використовувати вбудовані шаблони та приклади коду для швидкого початку роботи над проєктом;

– компіляція програмного коду – це процес перетворення вихідного коду на машинний код, який може виконуватися мікроконтролером Arduino Nano. Arduino IDE надає вбудований компілятор, який перевіряє код на наявність синтаксичних помилок та генерує виконавчий файл. Після успішної компіляції, користувач може завантажити програму на Arduino Nano за допомогою USB-кабеля. Процес завантаження включає передачу виконавчого файлу на плату та його виконання мікроконтролером;

– після завантаження програми на Arduino Nano, важливо перевірити, чи працює вона належним чином. Це включає підключення необхідних сенсорів та актуаторів і тестування їх функціональності. Arduino IDE надає можливість взаємодії з платою через вбудований серійний монітор, який



відображає виведення програми та дозволяє відстежувати значення змінних. Під час тестування, користувач може виявити можливі помилки та недоліки програми та виправити їх;

– налагодження програми – це процес виявлення та виправлення помилок у програмному кодї для досягнення оптимальної роботи пристрою. Використання різних інструментів для налагодження, таких як серійний монітор, дозволяє відстежувати значення змінних та виводити повідомлення для діагностики проблем. Вдосконалення програми може включати оптимізацію коду, додавання нових функцій та вирішення проблем, виявлених під час тестування.

Загалом, щоб система запрацювала, потрібно встановити програму Arduino IDE, підключити мікроконтролер, написати код, скомпілювати його та виправити будь-які помилки, якщо вони виявляться (рис. 3.7). У випадку виникнення проблем можна скористатися документацією по роботі з бібліотеками на вебсайті Arduino IDE.



```
eye_Blink_2 | Arduino 1.8.19
Файл  Правка  Скетч  Інструменти  Помощь

eye_Blink_2
#define SENSE A0

void setup()
{
  pinMode(SENSE, INPUT);
  pinMode(2, OUTPUT);

  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

void loop()
{
  if (digitalRead(SENSE))
  {
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
    pinMode(2, LOW);
  }
  else
  {
    delay (2000);
    if (digitalRead(SENSE))
    {
      digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
      pinMode(2, LOW);
    }
    else
      digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
      pinMode(2, HIGH);
  }
}

Компиляция завершена
Скетч использует 1100 байт (3%) памяти устройства. Всего доступно 30720 байт.
Глобальные переменные используют 9 байт (0%) динамической памяти, оставляя 2039 байт для локальных переменных. Максимум: 2048 байт.
16
Arduino Nano, ATmega328P на COM3
```

Рисунок 3.7 – Процес створення програмного коду за допомогою застосунку Arduino IDE

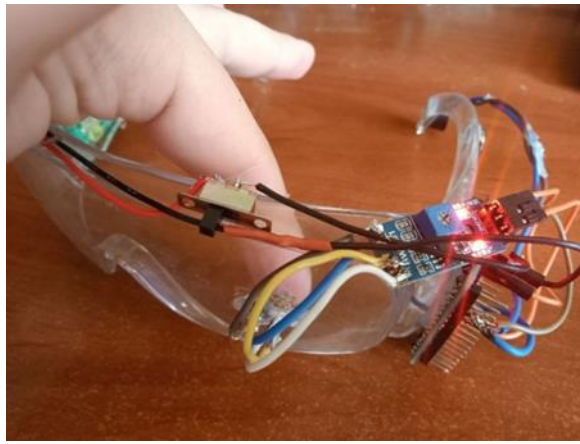


Рисунок 3.8 – Результат після встановлення прошивки

Принцип роботи:

- у проєкті використовується мікроконтролер Arduino Nano, який має два піни для заземлення (GND) і один пін для живлення 5 В. З урахуванням схеми підключення, було реалізовано циклічне підключення декількох компонентів до одного піна;
- сенсор HW-201 має власний пін, але зумер і вібротор заземлені разом зі сенсором, використовуючи один і той же пін GND, але різні піни для підключення. Зумер і вібротор підключені до одного піна, а сенсор до піна A0;
- початкове визначення `#define SENSE A0` вказує, що пін A0 буде використовуватися для зчитування сигналу від сенсора HW-201;
- у функції `setup()`, код налаштовує піни на вхід або вихід. Пін SENSE встановлюється як вхід для зчитування сигналу сенсора, а пін 2 встановлюється як вихід для керування певним пристроєм;
- у функції `loop()` спочатку перевіряється стан сенсора за допомогою `digitalRead(SENSE)`;
- якщо сенсор активний, запускається робота вібротора і зумера, щоб повідомити про виявлення об'єкта;
- якщо сенсор не активний, наступна команда `delay(2000)` встановлює затримку на 2 секунди, та вібротор і зумер припиняють роботу, очікуючи на наступні вимірювання;

- після цього знову перевіряється стан сенсора;
- якщо він ще не активний, виконується інше діяння;
- цей код дозволяє системі реагувати на зміни стану сенсора HW-201 та виконувати відповідні дії в залежності від цього стану, що робить його більш адаптивним до змін у середовищі.

### **3.5 Методи покращення системи протидії засипанню водія за кермом**

Методи покращення нашої системи проти засипання водія можна розширити за допомогою додавання інших компонентів. Наприклад, можна інтегрувати дистанційне керування системою через сервер на базі Arduino Wemos D2 mini [14]. Це дозволить додавати можливість вибору активних модулів у цепі, таких як гіроскопи або реле для низькоімпульсних ударів струмом [18]. Користувач зможе обирати або відключати певні модулі залежно від своїх уподобань або дорожніх умов. Також можна реалізувати функціональність збору інформації про водія та його поведінку на дорозі, наприклад, за допомогою підключення до бази даних для аналізу та збереження даних про тривалість поїздки, частоту та тривалість періодів активності і т. д. Ці поліпшення допоможуть зробити систему більш гнучкою, ефективною та безпечною для водія.

### **3.6 Дослідження Arduino Wemos D2 mini**

Arduino Wemos D1 Mini – це мікроконтролер, що базується на ESP8266, який володіє компактним дизайном та вражаючими функціональними можливостями [14]. Він є ідеальним інструментом для розробки проєктів Інтернету речей (IoT), завдяки вбудованому модулю Wi-Fi та широкому спектру периферійних пристроїв [8].

Завдяки підтримці мови програмування Arduino та доступності багатьох бібліотек, Arduino Wemos D1 Mini дозволяє швидко створювати програми для різних застосувань. Зокрема, він може використовуватися для створення

вебсерверів – програм, які обробляють HTTP-запити та надають відповіді клієнтам через Інтернет [13].

Створення вебсервера на базі Arduino Wemos D1 Mini відкриває безліч можливостей для реалізації різноманітних проєктів, таких як віддалене керування пристроями, моніторинг датчиків, автоматизація процесів та багато іншого.

Шляхом інтеграції Arduino Wemos D1 Mini з цими окулярами можна створити ефективні та інноваційні рішення для попередження засинання за кермом, забезпечуючи водіїв додатковим захистом на дорозі.

### **3.7 Огляд платформи Arduino Wemos D1 Mini та характеристики**

Arduino Wemos D1 Mini – це невелика, але потужна плата розробки, що базується на мікроконтролері ESP8266 (рис. 3.9). Вона надає безліч можливостей для створення інтернет-підключених пристроїв та систем. Основні характеристики цієї платформи:

- мікроконтролер ESP8266: Arduino Wemos D1 Mini побудована на основі мікроконтролера ESP8266, який забезпечує високу продуктивність та вбудовану підтримку Wi-Fi;
- інтегрований Wi-Fi-модуль: Основною перевагою цієї платформи є вбудований модуль Wi-Fi, який дозволяє пристрою підключатися до бездротових мереж та взаємодіяти з Інтернетом;
- невеликий розмір: Arduino Wemos D1 Mini має компактні розміри, що робить її ідеальним вибором для проєктів, де обмежений простір;
- різноманіття вбудованих портів та інтерфейсів: незважаючи на свій невеликий розмір, у плати є безліч вбудованих портів та інтерфейсів, включаючи цифрові та аналогові входи/виходи, інтерфейс I2c та UART;
- напруга живлення: Arduino Wemos D1 Mini може бути живлена від USB або зовнішнього джерела живлення з напругою від 5 В до 9 В;

– простота використання: плата сумісна з Arduino IDE та має простий інтерфейс програмування, що робить її доступною для широкого кола розробників, включаючи початківців.

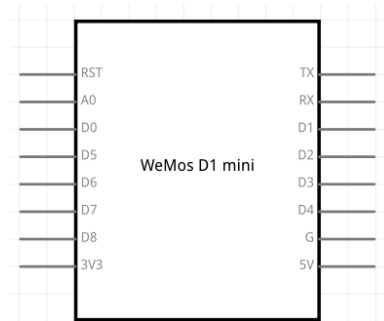


Рисунок 3.9 – Схема Arduino Wemos D1 Mini

Arduino Wemos D1 Mini – це не лише простий мікроконтролер, але і могутня платформа для творчих інженерних рішень. Завдяки вбудованому модулю Wi-Fi, компактним розмірам і багатому набору функціональностей, вона стає ідеальним вибором для розробки інтернет-підключених пристроїв. Її простота в використанні, широкий спектр доступних бібліотек та активна спільнота розробників роблять Arduino Wemos D1 Mini першим вибором для інженерів у всьому світі. Від простих проєктів домашньої автоматизації до складних систем інтернету речей – Arduino Wemos D1 Mini відкриває додаткові можливості для творчості та інновацій [8].

### 3.8 Налаштування Arduino Wemos D1 Mini як вебсервера

Arduino Wemos D1 Mini може бути легко налаштований в якості вебсервера, що дозволяє йому взаємодіяти з клієнтами через Інтернет. Для реалізації цієї функціональності ми використовуємо бібліотеку ESP8266WebServer [14], яка надає простий інтерфейс для створення вебсторінок та обробки HTTP-запитів.

План налаштування:

– підключення Arduino Wemos D1 Mini до комп'ютера: Підключіть плату Arduino Wemos D1 Mini до комп'ютера за допомогою USB-кабеля;

- встановлення драйверів: Якщо комп'ютер не розпізнає плату автоматично, переконайтеся, що у вас встановлені необхідні драйвери для роботи з платою;
- встановлення Arduino IDE: Завантажте та встановіть Arduino IDE з офіційного вебсайту, якщо ви цього ще не зробили [19];
- встановлення бібліотеки ESP8266 в Arduino IDE: Відкрийте Arduino IDE і перейдіть в меню «Скетч» - «Підключити бібліотеку» - «Керування бібліотеками». Знайдіть бібліотеку «ESP8266» та встановіть її;
- вибір плати в Arduino IDE: У меню «Інструменти» – «Плата» виберіть «Wemos D1 R2 & Mini»;
- вибір порту: Виберіть порт, до якого підключена ваша плата Arduino Wemos D1 Mini, у меню «Інструменти» – «Порт»;
- написання програми для вебсервера: Напишіть програму для вебсервера в Arduino IDE. У цій програмі ви визначите налаштування підключення Wi-Fi, налаштування HTTP-сервера та обробники запитів;
- завантаження програми на плату: Після написання програми завантажте її на плату Arduino Wemos D1 Mini, натиснувши кнопку «Завантажити» в Arduino IDE;
- перевірка роботи вебсервера: Після успішного завантаження програми на плату відкрийте вебпереглядач і введіть IP-адресу Arduino Wemos D1 Mini. Повинна побачити вебсторінку, яка була створена у програмі для Arduino (рис. 3.10).

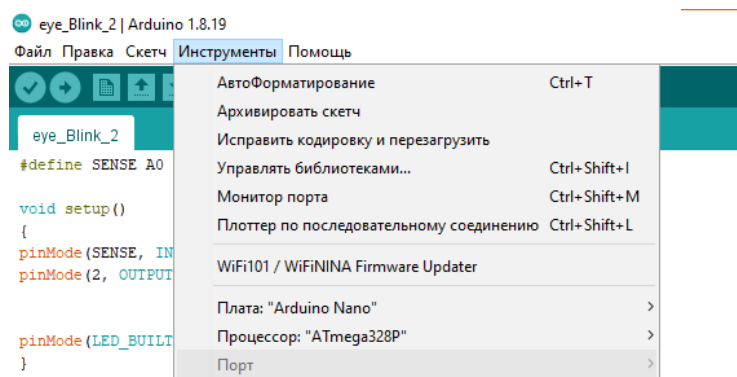


Рисунок 3.10 – Середовище розробки

Після завершення цих кроків Arduino Wemos D1 Mini готовий функціонувати як вебсервер і обслуговувати HTTP-запити від клієнтів через WiFi-мережу. Це відкриває безліч можливостей для взаємодії з пристроями та створення різноманітних інтернет-застосунків.

### 3.9 Інтеграція дистанційного керування

Дистанційне керування через Wi-Fi: Завдяки Wemos D1 Mini як вебсервера, зможе дистанційно керувати проєктом через Інтернет [1]. Це дозволить керувати окулярами з будь-якої точки світу, де є доступ до мережі Wi-Fi (рис. 3.11).

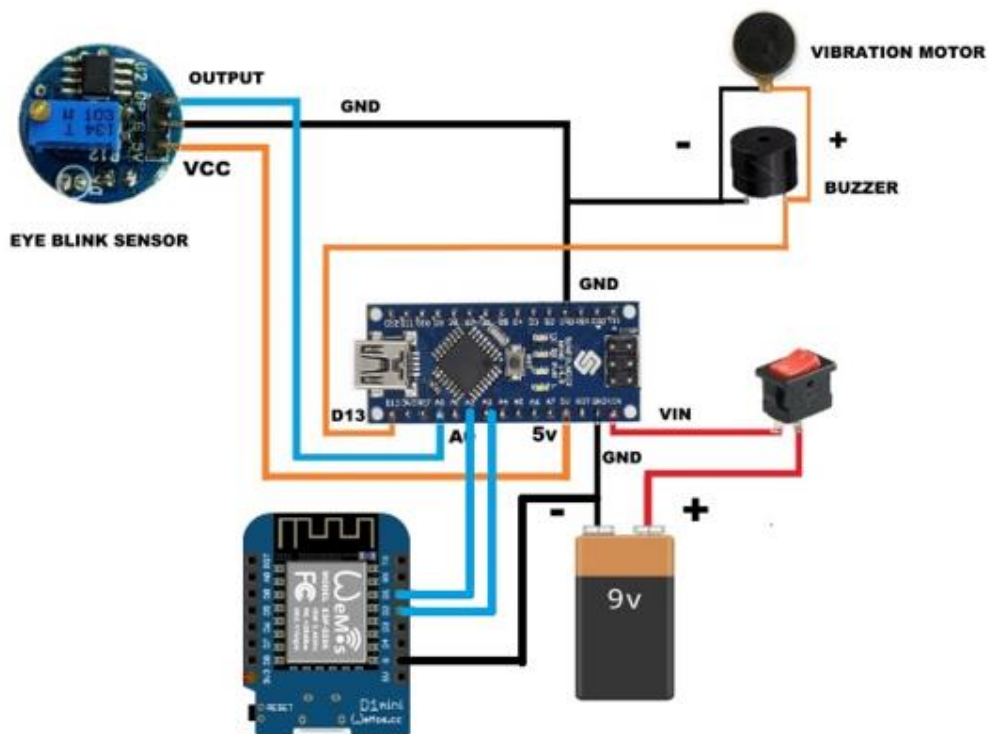


Рисунок 3.11 – Схема підключення Arduino Wemos D2 mini

Було вибрано цифрові піни для передачі (TX) та прийому (RX) даних: на Arduino Nano це пін 1 для TX та пін 0 для RX, а на Arduino Wemos D1 Mini це пін D6 для TX та пін D7 для RX. Було підключено пін TX Arduino Nano до піну RX Arduino Wemos D1 Mini, та пін RX Arduino Nano до піну TX Arduino Wemos D1 Mini. Було забезпечено підключення загальної землі між



пристроями. Було підготовлено програмне забезпечення, написано програми для обох пристроїв, які керують передачею та прийманням даних через з'єднання UART. Було підключено Arduino Nano і Arduino Wemos D1 Mini до комп'ютера за допомогою USB-кабелів. Було завантажено програми на кожен плату за допомогою Arduino IDE. Було перевірено успішність підключення та передачі даних між пристроями через з'єднання UART. Дизайн друкованої плати [19] наведено на рис. 3.13.

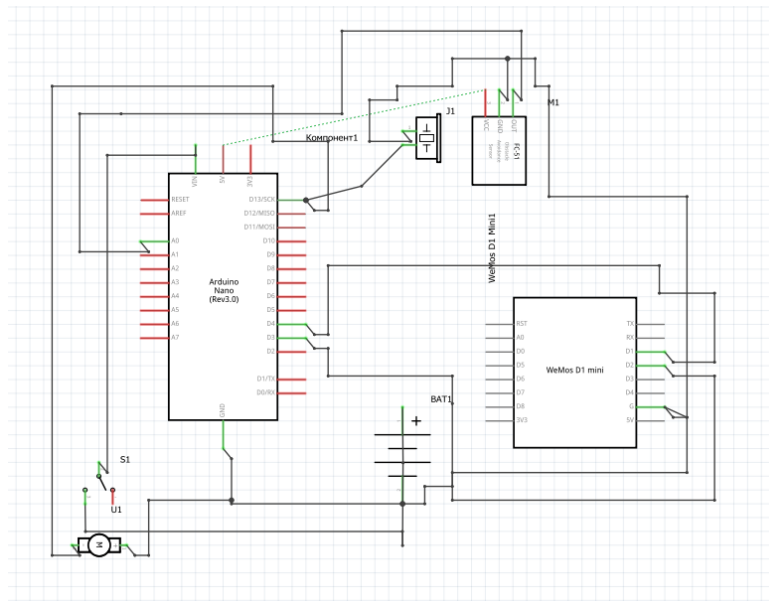


Рисунок 3.12 – Дизайн схеми

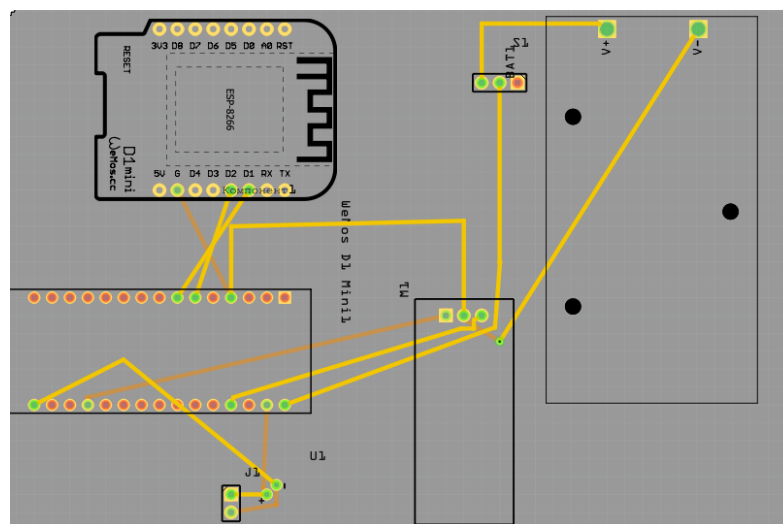


Рисунок 3.12 – Дизайн друкованої плати



Потім можна підключити будь-яку базу даних для збереження та обробки зібраної інформації [13]. Це дозволить системі записувати дані про стан сенсорів, активність модулів та інші параметри. За допомогою бази даних можна створювати історичні записи, аналізувати ефективність системи, а також виявляти закономірності або аномалії в поведінці водія. Використовуючи базу даних разом з сервером на базі Arduino Wemos D1 Mini [14], можна також налаштувати віддалений доступ до даних та керування системою в реальному часі (рис. 3.13–3.14).

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#define SENSE A0
// Змінні для підключення до Wi-Fi мережі
const char* ssid = "ім'я_мережі";
const char* password = "пароль_мережі";
// Створення екземпляру сервера
ESP8266WebServer server(80);
void setup() {
  // Підключення до Wi-Fi мережі
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Connecting to WiFi...");
  }
  // Встановлення пінів
  pinMode(SENSE, INPUT);
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  pinMode(D2, OUTPUT); // Встановлення піна D2 як вихідний

  // Реєстрація обробників запитів
  server.on("/", handleRoot);
  server.begin();
  Serial.println("HTTP server started");
}
void loop() {
  server.handleClient(); // Обробка клієнтських запитів
}
// Обробник кореневого URL-адреси
void handleRoot() {
  String response;
  if (digitalRead(SENSE)) {
    response = "LED is OFF";
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // Вимкнути вбудований світлодіод
    digitalWrite(D2, LOW); // Вимкнути зовнішній світлодіод
  } else {
    response = "LED is ON";
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // Увімкнути вбудований світлодіод
    digitalWrite(D2, HIGH); // Увімкнути зовнішній світлодіод
  }
  server.send(200, "text/plain", response);
}
```

Рисунок 3.13 – Приклад коду серверу

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <MySQL_Connection.h>
#include <MySQL_Cursor.h>
```

Рисунок 3.14 – Бібліотеки для підключення бази даних

Для наглядної роботи інтеграції Arduino Wemos D1 Mini розглянемо блок-схему, в якій буде задіяно три модулі на вибір і базу даних (рис. 3.15). Буде встановлено з'єднання між Wemos D1 Mini та обраними модулями, такими як гіроскоп, реле для низькоімпульсних ударів током, та інфрачервоний сенсор HW-201 [18]. Всі ці модулі будуть підключені до Wemos D1 Mini, який забезпечить передачу зібраних даних до бази даних MySQL через Wi-Fi. Таким чином, система зможе зберігати інформацію про стан сенсорів та дії модулів, що дозволить детально аналізувати ефективність роботи системи протидії засинанню водія за кермом.

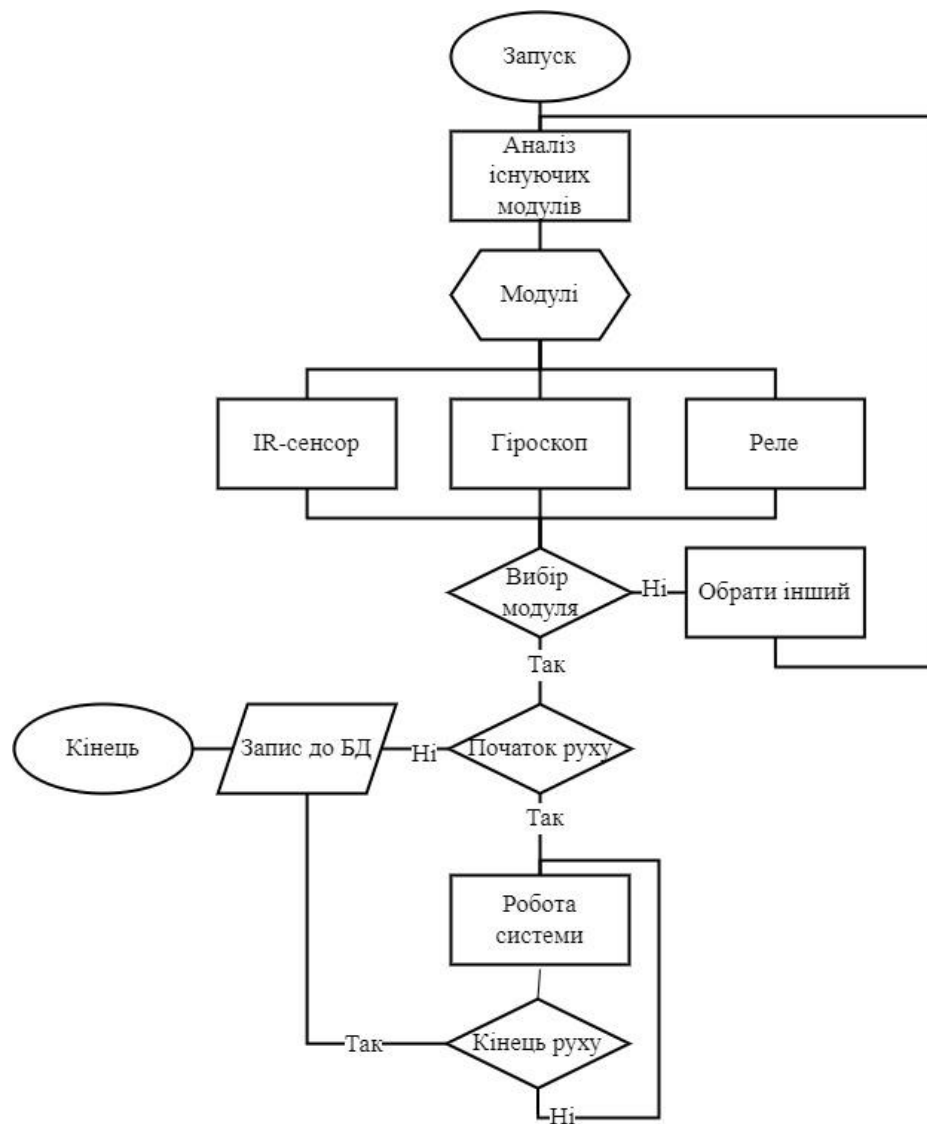


Рисунок 3.15 – Блок-схема покращення системи

### 3.10 Інтеграція системи в інших галузях

Інтеграція системи в інших сферах діяльності має широкий потенціал. Наприклад, її можна використовувати для офісних працівників, щоб контролювати їх продуктивність та моніторити робочий процес. Система контролю активності, розроблена на базі Arduino, може бути надзвичайно корисною для офісних працівників. Вона дозволяє відстежувати робочу активність та продуктивність, попереджувати перевтому і зменшувати рівень стресу. Це допомагає створити здорове робоче середовище, що позитивно впливає на загальний стан здоров'я працівників та підвищує їх ефективність. Далі наведені тези, як саме ця система може бути використана для офісних працівників та які переваги вона надає:

- моніторинг активності: Система може відстежувати робочу активність працівників, визначаючи періоди продуктивної роботи та перерви;
- попередження перевтоми: За допомогою сенсорів можна контролювати фізичний стан працівників та вчасно попереджати про необхідність відпочинку, що допомагає уникнути перевтоми;
- аналіз робочого процесу: Зібрані дані можуть аналізуватися для виявлення найефективніших робочих методів та вдосконалення робочих процесів;
- підвищення продуктивності: На основі аналізу даних можна впроваджувати зміни, спрямовані на підвищення продуктивності та ефективності роботи працівників;
- персоналізовані рекомендації: Система може надавати індивідуальні рекомендації кожному працівнику щодо поліпшення робочих звичок та оптимізації часу;
- зменшення стресу: Контроль робочого процесу та своєчасне попередження про необхідність перерв сприяють зменшенню рівня стресу серед працівників;

- здорове робоче середовище: Система допомагає створити більш здорове робоче середовище, що позитивно впливає на загальний стан здоров'я працівників;
- контроль за виконанням завдань: Керівництво може відстежувати виконання завдань у реальному часі, що сприяє кращому управлінню проектами;
- покращення комунікації: Система може інтегруватися з внутрішніми комунікаційними платформами, покращуючи взаємодію між працівниками;
- планування ресурсів: Зібрані дані дозволяють ефективніше планувати розподіл ресурсів та робочих навантажень, підвищуючи загальну ефективність роботи команди;
- оптимізація робочих графіків: Система дозволяє аналізувати часові інтервали максимальної продуктивності протягом дня та тижня, щоб оптимізувати розподіл завдань та встановлювати ефективні графіки роботи;
- стимулювання здорових звичок: Шляхом відстеження рівня фізичної активності та тривалості перерв, система може стимулювати працівників до здорового способу життя та рухової активності;
- попередження професійних захворювань: Збір та аналіз даних про робоче навантаження може допомогти виявляти ризики професійних захворювань та приймати запобіжні заходи;
- збільшення зацікавленості працівників: Можливість відстежувати власну продуктивність та отримувати особисті рекомендації може підвищити мотивацію працівників та залученість до власної роботи;
- створення індивідуальних планів навчання: Аналіз робочої активності дозволяє ідентифікувати слабкі сторони працівників і створювати персоналізовані програми навчання та розвитку;
- впровадження конкурсів та заохочення: На основі зібраних даних можна створювати конкурси та програми заохочення для стимулювання продуктивності та досягнення цілей.



Після розгляду описаних етапів інтеграції системи контролю активності для офісних працівників можна зробити висновок, що кожен компонент цієї системи виконує важливу роль у забезпеченні ефективного функціонування.

### **Висновки до розділу 3**

Підсумовуючи останній розділ, який охоплює розгляд мови програмування Arduino, Arduino IDE, програмування системи проти засинання водія та методи покращення системи, можна зробити кілька висновків. По-перше, мова програмування Arduino та інтегроване середовище розробки Arduino IDE забезпечують зручну та ефективну розробку програмного забезпечення для пристроїв на базі Arduino. Вони дозволяють швидко створювати та тестувати код, що робить їх ідеальними інструментами для розробки системи проти засинання водія.

Програмування системи проти засинання водія вимагає ретельного аналізу та розробки алгоритмів для виявлення засинання водія та вчасної реакції на це. Використання Arduino Wemos D1 Mini дозволяє розширити можливості системи та забезпечити її зв'язок з іншими пристроями та сервісами через мережу інтернет.

Після ретельного дослідження інтеграції системи контролю активності та подальшого вдосконалення її функціоналу, можна зробити кілька висновків. По-перше, система проти засинання, розроблена на базі Arduino, виявилася дуже корисною для різних сфер діяльності, від автотранспорту до офісних приміщень. Вона дозволяє ефективно відстежувати активність та попереджати перевтому, а також створює сприятливі умови для підвищення продуктивності та зменшення ризику стресу серед працівників.

Використання додаткових компонентів, таких як Arduino Wemos D1 Mini та база даних MySQL, розширює можливості системи, дозволяючи збирати, аналізувати та зберігати дані для подальшого використання. Інтеграція дистанційного керування робить систему більш гнучкою та адаптивною до потреб користувачів.

Крім того, система дозволяє підвищити ефективність роботи працівників шляхом аналізу робочих процесів та надання персоналізованих рекомендацій для оптимізації їхньої діяльності. Такий підхід допомагає забезпечити не лише безпеку та комфорт користувачів, але й максимально ефективне використання їхнього часу та потенціалу.

Можна побачити в блок-схемі, що поєднання технологій Arduino з інтегрованими системами контролю дозволяє створити ефективний інструмент для оптимізації робочих процесів та підвищення результативності праці. Постійне вдосконалення та розвиток системи проти засинання відкривають нові перспективи для використання її в різних галузях діяльності, що сприяє покращенню якості роботи та підвищенню рівня ефективності у всіх сферах життя та роботи.

Методи покращення системи проти засинання, такі як дослідження, огляд платформ, налаштування та інтеграція дистанційного керування, відкривають нові можливості для оптимізації роботи системи та підвищення її ефективності.

В цілому, розглянуті аспекти розділу показують важливість та потенціал використання програмного забезпечення для реалізації системи проти засинання водія. Правильне програмування та використання інтегрованих середовищ розробки дозволяють створювати ефективні та надійні системи, які можуть бути успішно застосовані в різних галузях та сферах діяльності.

## ВИСНОВКИ

Система попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія – це інноваційна розробка, яка включає в себе спеціальні датчики та алгоритми, що виявляють ознаки засинання водія та сповіщають його про це, забезпечуючи більш безпечне керування автомобілем.

Актуальність впровадження системи попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія демонструється високим рівнем аварійності, пов'язаним із водіями, які засинають за кермом. Ця проблема стає особливо актуальною в умовах постійного зростання автотранспортного руху та збільшення тривалості подорожей. Провідні автомобільні компанії також зацікавлені в розробці та впровадженні таких систем, оскільки вони розуміють, що зменшення кількості ДТП не лише підвищить безпеку на дорозі, а й сприятиме покращенню репутації компаній та збільшенню їхнього прибутку.

Крім того, важливо зазначити, що система попередження ДТП за допомогою виявлення засинання водія відкриває нові перспективи в галузі технологій безпеки на дорозі. Її потенціал не обмежується лише автомобільною промисловістю, але також може бути використаний у сферах, де безпека працівників є пріоритетом. Наприклад, в промисловості вона може служити як система моніторингу за умови праці, а в офісних приміщеннях - як інструмент контролю за рівнем концентрації працівників.

Подальший розвиток системи може включати в себе дослідження нових технологій та методів виявлення засинання водія, що сприятиме покращенню точності та надійності системи. Також важливо розглянути можливість інтеграції з іншими інтелектуальними системами транспортної безпеки, наприклад, системами автоматичного гальмування або системами моніторингу водія за допомогою камер.



Паралельно з розвитком технічних аспектів системи, важливо проводити дослідження в галузі психофізіології водіїв, щоб краще зрозуміти процеси, що відбуваються в організмі водіїв перед засинанням за кермом. Це допоможе виявити нові ознаки засинання та вдосконалити алгоритми системи для більш точного прогнозування ситуацій небезпеки.

Практичне значення роботи полягає у сприянні вирішенню проблематики засинання водіїв за кермом та розвиток ефективних рішень для попередження подібних ситуацій. Вона може бути корисною для інженерів, дослідників, спеціалістів з розробки програмного забезпечення та всіх, хто цікавиться технологіями, спрямованими на забезпечення безпеки за кермом. Крім того, систему, розроблену в ході кваліфікаційної роботи, можна використовувати і в інших сферах, що свідчить про гнучкість та актуальність проблеми, коли люди засинають за кермом, що може призвести до фатальних наслідків.

Крім того, дослідження може розширити області застосування системи на інші види транспорту, такі як вантажівки, автобуси або навіть морський та повітряний транспорт. Це відкриє нові можливості для покращення безпеки в різних галузях та сферах діяльності.

Успішне впровадження розробленої системи може також послужити стимулом для проведення додаткових наукових досліджень у галузі технологій безпеки на дорозі. Це сприятиме створенню нових інноваційних рішень та підвищить загальний рівень безпеки на дорозі як у міських, так і у сільських районах.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Driver alcohol level and sleeping status accident place detection and notification system using machine learning and deep learning : patent 202111008302 India : G08G, G08B, A61B, G07C. No. 202111008302 ; applied on 27.02.2021 ; published on 26.03.2021, Bulletin no. A. URL: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=IN321197766&\\_cid=P11-LVWDIL-54929-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=IN321197766&_cid=P11-LVWDIL-54929-1) (Last accessed: 25.05.2024).
2. Driver sleep detection and alarming system : patent 202341014550 India : A61B, A61P. No. 202341014550 ; applied on 04.03.2023 ; published on 17.03.2023, Bulletin no. A. URL: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=IN394088178&\\_cid=P11-LVWDH3-53571-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=IN394088178&_cid=P11-LVWDH3-53571-1) (Last accessed: 25.05.2024).
3. Sleep detection and alarm system : patent 9607969 United Kingdom : A61B 5/024, A61B 5/11, G08B 21/06. No. 9607969 ; applied on 17.04.1996 ; published on 19.06.1996, Bulletin no. A. URL: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=GB137032641&\\_cid=P11-LVWDN1-59073-1%20\(Last%20accessed:%2007.05.2024\)](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=GB137032641&_cid=P11-LVWDN1-59073-1%20(Last%20accessed:%2007.05.2024)). (Last accessed: 25.05.2024).
4. Driver risk factors for sleep-related crashes / J. C. Stutts et al. *Accident Analysis & Prevention*. 2003. Vol. 35, no. 3. P. 321–331. URL: [https://doi.org/10.1016/s0001-4575\(02\)00007-6](https://doi.org/10.1016/s0001-4575(02)00007-6) (Last accessed: 25.05.2024).
5. Horne J., Rumbold J. Sleep-related road collisions. *Medicine, Science and the Law*. 2015. Vol. 55, no. 3. P. 183–185. URL: <https://doi.org/10.1177/0025802414556578> (Last accessed: 25.05.2024).
6. Iswara R. F., Nasution M. I., Nasution N. Prototipe smart home dengan iot (internet of things) berbasis wemos d1 mini. *JISTech (Journal of Islamic Science and Technology)*. 2022. Vol. 7, no. 2. URL: <https://doi.org/10.30829/jistech.v7i2.14662> (Last accessed: 25.05.2024).

7. Korotkiy A. A., Bakhteyev O. A. Traffic accidents: main causes, accidents analysis, reduction methods. *Safety of technogenic and natural systems*. 2019. No. 2. P. 50–55. URL: <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2019-2-50-55> (Last accessed: 25.05.2024).
8. Wicaksono M. F., Rahmatya M. D. IoT for residential monitoring using ESP8266 and ESP-NOW protocol. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan informatika*. 2022. Vol. 8, no. 1. P. 93. URL: <https://doi.org/10.26555/jiteki.v8i1.23616> (Last accessed: 25.05.2024).
9. Soldering and Soldering Processes. *Scientific American*. 1907. Vol. 64, no. 1644supp. P. 7. URL: <https://doi.org/10.1038/scientificamerican07061907-7supp> (Last accessed: 25.05.2024).
10. Blum J. Exploring Arduino: tools and techniques for engineering wizardry. Wiley & Sons, Limited, John, 2019. 512 p.
11. Dictionary of computing (Data communications, hardware, and software basics, digital electronics). *Information Processing & Management*. 1984. Vol. 20, no. 5-6. P. 659. URL: [https://doi.org/10.1016/0306-4573\(84\)90093-1](https://doi.org/10.1016/0306-4573(84)90093-1) (Last accessed: 25.05.2024).
12. Gap analysis of road transport statistics of Ukraine / A. Novikova et al. *Economics, finance and management review*. 2021. No. 3. P. 39–47. URL: <https://doi.org/10.36690/2674-5208-2021-3-39> (Last accessed: 25.05.2024).
13. Kanitkar V., Delis A. Real-time processing in client-server databases. *IEEE Transactions on computers*. 2002. Vol. 51, no. 3. P. 269–288. URL: <https://doi.org/10.1109/12.990126> (Last accessed: 25.05.2024).
14. K A., K A. P. IoT based simple and efficient projects using Arduino, Raspberry Pi NAS Server, Node MCU ESP8266 and cloud platforms: IoT major role of future key technology. Independently Published, 2019.
15. Brandes U. Mikrocontroller ESP32: Das umfassende Handbuch. Über 600 Seiten, komplett in Farbe, mit Fritzing-Schaltskizzen und Projektideen. Rheinwerk Verlag GmbH, 2020.

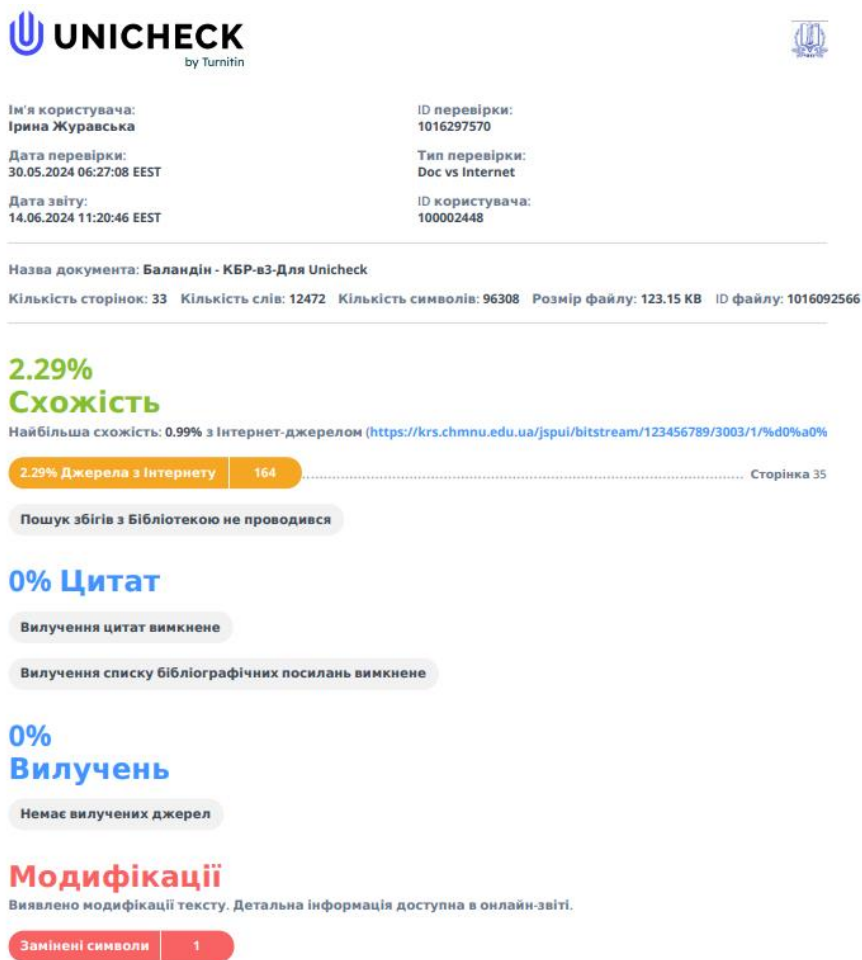
16. ARDUINONANO Datasheet (PDF) – List of unclassified manufacturers. URL: <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/1424859/ETC/ARDUINONANO/66/1/ARDUINONANO.html> (Last accessed: 25.05.2024).
17. Wörle J., Metz B., Thiele C., Weller G. Physiological indicators for detecting a driver falling asleep during highly automated driving. *Driver Distraction and Inattention* : Proc. of the Conf., Gothenburg, Sweden, Oct. 2018. URL: [https://www.researchgate.net/publication/328359189\\_Physiological\\_indicators\\_for\\_detecting\\_a\\_driver\\_falling\\_asleep\\_during\\_highly\\_automated\\_driving](https://www.researchgate.net/publication/328359189_Physiological_indicators_for_detecting_a_driver_falling_asleep_during_highly_automated_driving) (Last accessed: 25.05.2024).
18. Нагорний А. О. Основи мікроелектроніки. Київ, 1975. 103 с.
19. Electrical Circuits. *Students quarterly journal*. 1967. Vol. 37, no. 148. P. 242. URL: <https://doi.org/10.1049/sqj.1967.0054> (Last accessed: 25.05.2024).
20. Zeller R., Williamson A., Friswell R. The effect of sleep-need and time-on-task on driver fatigue. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2020. Vol. 74. P. 15–29. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.08.001> (Last accessed: 25.05.2024).
21. The Sleepy Driver. *Medical Journal of Australia*. 1970. Vol. 1, no. 8. P. 347–348. URL: <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.1970.tb77917.x> (Last accessed: 27.05.2024).
22. Intoxicated/Sleepy Driver Detection on A Moving Car. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2020. Vol. 9, no. 7. P. 1251–1254. URL: <https://doi.org/10.35940/ijitee.g5867.059720> x (Last accessed: 26.05.2024).
23. Johansson J. Why does a sleepy driver continue to drive? : thesis. 2012. URL: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-596> (Last accessed: 26.05.2024).
24. Sleepy Driver Near-Misses May Predict Accident Risks / N. B. Powell et al. *Sleep*. 2007. Vol. 30, no. 3. P. 331–342. URL: <https://doi.org/10.1093/sleep/30.3.331> (Last accessed: 26.05.2024).

**ДОДАТОК А**  
**Довідка**  
**про перевірку на унікальність пояснювальної записки**  
**бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему:**  
**«Система попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія»**

студента спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія», 405 групи  
Баландін Ярослав Валентинович  
прізвище, ім'я, по-батькові

Перевірку тексту здійснено сервісом: онлайн-сервіс Unicheck

Результат перевірки тексту бакалаврської кваліфікаційної роботи: схожість складає 2,29 %.



Здобувач:

Керівник:

канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Я. В. Баландін \_\_\_\_\_  
підпис ініціали, прізвище

\_\_\_\_\_ І. М. Журавська \_\_\_\_\_  
підпис ініціали, прізвище

Дата: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ДОДАТОК Б

### Код для системи попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія

```
#define SENSE A0

void setup()
{
  pinMode(SENSE, INPUT);
  pinMode(2, OUTPUT);

  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

void loop()
{
  if (digitalRead(SENSE))
  {
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
    pinMode(2, LOW);
  }
  else
  {
    delay (2000);
    if (digitalRead(SENSE))
    {
      digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
      pinMode(2, LOW);
    }
    else
      digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
      pinMode(2, HIGH);
  }
}
```

## ДОДАТОК В

### Код для віддаленого серверу

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <MySQL_Connection.h>
#include <MySQL_Cursor.h>

// Дані для підключення до Wi-Fi
const char* ssid = «your_SSID»;
const char* password = «your_PASSWORD»;

// Дані для підключення до MySQL
IPAddress server_addr(192, 168, 1, 100); // IP-адреса сервера MySQL
char user [] = «your_db_username»; // Ім'я користувача бази даних
char password_db [] = «your_db_password»; // Пароль бази даних
char database [] = «your_database»; // Назва бази даних

// Створення об'єктів Wi-Fi та MySQL
WiFiClient client;
MySQL_Connection conn(&client);
MySQL_Cursor* cursor;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  while (!Serial); // Очікування підключення до серійного монітора

  // Підключення до Wi-Fi
  Serial.println(«Підключення до Wi-Fi...»);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(«.»);
  }
  Serial.println(«\nПідключено до Wi-Fi»);
  Serial.print(«IP-адреса: »);
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // Підключення до MySQL
```

```
Serial.println(«Підключення до MySQL...»);
if (conn.connect(server_addr, 3306, user,
password_db)) {
Serial.println(«Підключено до MySQL»);
cursor = new MySQL_Cursor(&conn);

// Виконання запиту
executeQuery();
} else {
Serial.println(«Помилка підключення до
MySQL»);
}
}

void executeQuery() {
const char QUERY [] = «SELECT * FROM
your_table»; // Приклад запиту

// Виконання запиту
cursor->execute(QUERY);

// Виведення результатів запиту
column_names *cols = cursor->get_columns();
row_values *row = cursor->get_next_row();
while (row != NULL) {
for (int i = 0; i < cols->num_fields; i++) {
Serial.print(row->values [i]);
if (i < cols->num_fields - 1) {
Serial.print(«, «);
}
}
Serial.println();
row = cursor->get_next_row();
}
}

void loop() {
// Основний цикл може залишатися пустим або
містити інший код
}
```