

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ
т. в. о завідувача кафедри АКІТ
кандидат технічних наук, доцент
_____ М. І. Сіделєв
«__» _____ 2023 р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА БЕЗПЕЧНОГО ПРОЇЗДУ
ПЕРЕХРЕСТЯ АВТОТРАНСПОРТОМ**

Спеціальність «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

151 – КРБ – 471. 21917106

Студент _____ Д. А. Лихой
«__» _____ 2023 р.

Керівник кандидат техн. наук, доцент _____ О.Ф. Прищепов
«__» _____ 2023 р.

Консультант кандидат техн. наук, доцент _____ А.О. Алексєєва
«__» _____ 2023 р.

Миколаїв – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет ім. Петра Могили
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення: Комп'ютерних наук
Кафедра, циклова комісія: Автоматизація та КІТ
Освітньо-кваліфікаційний рівень: рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Напрямок підготовки 151 «Автоматизація та приладобудування»
(шифр і назва)

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.завідувача кафедри, голова циклової комісії

Сідєлєв М. І. _____
“ ____ ” _____ 2022 р

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Лихой Дмитро Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи)

_____ Автоматизована система безпечного проїзду перехрестя
автотранспортом _____

керівник проекту (роботи) канд.техн.наук, доцент Прищєпов Олег Федорович,
затвержені наказом вищого навчального закладу від “ ____ ” _____ 2022 р. № ____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 16.06. 2023

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

_____ Чорноморський національний університет ім. Петра Могили, об'єкт – система,
яка призначена для забезпечення безпеки та оптимізації руху автотранспорту на
перехрестях з використанням автоматизації, інформаційних технологій та
інтелектуальних алгоритмів, предмет – розробка та реалізація автоматизованої
системи безпечного проїзду перехрестя автотранспортом. _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) __1 розділ – Аналіз існуючих методів регулювання перетину
перехрестя перехрестя автотранспортом, 2 розділ – Проектування і моделювання
розумного світлофора, функціональна схема, блок-схема алгоритму, 3d-модель і
вибір компонентів, 3 розділ – Інноваційне рішення для оптимізації взаємодії з
розумним світлофором: розробка мобільного застосунку. _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових
креслень) __Функціональна схема, блок-схема алгоритму, електрична принципова
схема. _____

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Прищепов О.Ф., доцент кафедри АКІТ	13.10.2022	
2	Прищепов О.Ф., доцент кафедри АКІТ	03.01.2023	
3	Алексєєва А.О., доцент кафедри екології	19.04. 2023	

7. Дата видачі завдання «17» жовтня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Затвердження пропозицій теми від керівника	20.09.2022	
2	Обговорення із студентом затвердженої теми	01.10.2022	
3	Формування завдання	13.10.2022	
4	Визначення актуальності, об'єкту, предмету	01.11.2022	
5	Пошук літератури, патентний пошук, уточнення задач дослідження	15.11.2022	
6	Виконання першої частини	01.12.2022	
7	Аналіз керівником записки першої частини (ЕВ*), формування зауважень та пропозицій	29.12.2022	
8	Опрацювання другої частини	01.03.2023	
9	Робота над третьою частиною	03.04. 2023	
10	Робота над розділом з охорони праці	19.05. 2023	
11	Передзахисти	21.05. 2023	
12	Передача (ДВ) кваліфікаційної роботи	16.06. 2023	

*ЕВ – електронний варіант, ДВ – друкований варіант.

Студент _____ Лихой Д.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____
Прищепов О.Ф.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

до кваліфікаційної роботи бакалавра

«Автоматизована система безпечного проїзду перехрестя автотранспортом»

Студент 471 гр.: Лихой Дмитро Андрійович

Керівник: канд. техн. наук, доцент кафедри АКІТ Прищепов О.Ф.

Цю дипломну роботу присвячено розробці автоматизованої системи безпечного проїзду перехрестя автотранспортом, підвищення безпеки на дорогах і зниження ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод.

У роботі проведено аналіз наявних систем керування дорожнім рухом і проблем, пов'язаних із проїздом перехресть. Вивчено методи виявлення транспортних засобів і алгоритми прийняття рішень під час керування перехрестям. Також проведено огляд існуючих технологій і систем, що використовуються для автоматизації управління дорожнім рухом.

Метою роботи є підвищення ефективності та безпеки дорожнього руху на перехрестях шляхом використання сучасних інформаційних і технічних рішень.

Об'єктом дослідження є система, яка призначена для забезпечення безпеки та оптимізації руху автотранспорту на перехрестях з використанням автоматизації, інформаційних технологій та інтелектуальних алгоритмів.

Предметом дослідження є розробка та реалізація автоматизованої системи безпечного проїзду перехрестя автотранспортом.

Для досягнення поставленої мети було сформовано такі **задачі**:

1. Провести аналіз існуючих аналогів систем безпечного проїзду перехрестя автотранспортом та врегулювання дорожнього руху.
2. На основі проведеного аналізу обрати найефективніший метод для автоматизації безпечного проїзду перехрестя автотранспортом.
3. Скласти та описати блок-схему та функціональну схему роботи вибраного методу (розумного світлофора).
4. Вибрати та описати основні компоненти для розумного світлофора.
5. Створити електричну принципову схему та написати код для коректної роботи світлофора.

6. Створити 3D модель розумного світлофора.
7. Розробити та описати прототип мобільного додатку для зручного користування розумним світлофором.

У висновках сформульовано основні наукові та практичні результати роботи. У додатках наведено відповідні 3D моделі і перехрестя, які можуть регулюватися розумним світлофором.

Структура кваліфікаційної роботи бакалавра складається зі вступу, двох розділів, висновків, переліку джерел посилання – 37 та семи додатків. Загальний обсяг – 93 сторінки, з них 7 додатків на 7 сторінках, 5 таблиць, 18 рисунків.

ABSTRACT

of the Bachelor's Thesis

"Automated system of safe passage of the intersection by motor vehicles"

Student of group 471: Lykhai Dmytro Andriovych

Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of ACIT Prischepov O.F.

This thesis is devoted to the development of an automated system for safe passage of intersections by vehicles, improving road safety and reducing the likelihood of road accidents.

The paper analyzes existing traffic control systems and problems associated with intersection passage. Methods of vehicle detection and decision-making algorithms for intersection management are studied. A review of existing technologies and systems used to automate traffic management was also conducted.

The **purpose** of the study is to improve the efficiency and safety of traffic at intersections by using modern information and technical solutions.

The **object** of research is a system designed to ensure the safety and optimization of traffic at intersections using automation, information technology and intelligent algorithms.

The **subject** of the study is the development and implementation of an automated system for safe passage of intersections by vehicles.

To achieve this goal, the following **tasks** were formed:

1. To analyze the existing analogues of systems for safe passage of intersections by vehicles and traffic control.
2. Based on the analysis, choose the most effective method for automating the safe passage of intersections by vehicles.
3. Create and describe a flowchart and functional diagram of the selected method (smart traffic lights).
4. Select and describe the main components for a smart traffic light.
5. Create an electrical circuit diagram and write code for the correct operation of the traffic light.

6. Create a 3D model of a smart traffic light.
7. Develop and describe a prototype of a mobile application for convenient use of a smart traffic light.

The conclusions summarize the main scientific and practical results of the work. The appendices contain the corresponding 3D models and intersections that can be controlled by a smart traffic light.

The structure of the bachelor's thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of 37 references and seven appendices. The total volume is 93 pages, including 7 appendices on 7 pages, 5 tables, 18 pictures.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ ПЕРЕТИНУ ПЕРЕХРЕСТЬ АВТОТРАНСПОРТОМ	5
2 ПРОЕКТУВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ РОЗУМНОГО СВІТЛОФОРА, ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА, БЛОК-СХЕМА АЛГОРИТМУ, 3D МОДЕЛЬ І ВИБІР КОМПОНЕНТІВ	22
2.1 Функціональна схема	22
2.2 Блок-схема алгоритму.....	24
2.3 Опис та вибір блоків	26
2.3.1 Вибір мікроконтролера для розумного світлофора.....	26
2.3.2 Вибір камери	28
2.3.3 Вибір світлодіоду	30
2.3.4 Вибір датчика руху	32
2.3.5 Вибір акумулятора	33
2.4 Електрична принципова схема	35
2.5 Код для роботи розумного світлофора	37
2.6 3D модель розумного світлофора.....	39
2.7 Монтаж розумного світлофору	45
2.8 Прототип мобільного застосунку для зручного користування розумним світлофором.....	54
2.9 Передача даних з розумного світлофора	58
ВИСНОВКИ	61
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	62
ДОДАТОК А	66
ДОДАТОК Б.....	67
ДОДАТОК В	68
ДОДАТОК Г.....	69
ДОДАТОК Ґ	70
ДОДАТОК Д	71
ДОДАТОК Е.....	72

ВСТУП

У сучасному світі автотранспорт відіграє величезну роль у житті людей, забезпечуючи комфортний і швидкий транспортний зв'язок між містами і регіонами.

З кожним днем наші міста стають дедалі більш насиченими автотранспортом, і ефективна організація руху на перехрестях стає важливим завданням для забезпечення безпеки та зручності подорожі. У цьому контексті автоматизовані системи безпечного проїзду перехресть стали об'єктом дедалі більшої уваги та досліджень. Такі системи пропонують інноваційні рішення, засновані на використанні передових технологій, щоб знизити кількість аварій і проблем із перехрестями, підвищити пропускну спроможність і зробити дорожній рух ефективнішим.

Дорожньо-транспортні пригоди є однією з головних причин втрат життя і здоров'я людей. Вони також призводять до економічних втрат і соціальних наслідків, таких як затримки в русі транспорту і перекриття доріг. У зв'язку з цим, безпека дорожнього руху є одним із пріоритетних завдань у сучасному світі. Особливо гострим стає питання безпеки на перехрестях, де відбувається велика частина дорожніх пригод. Перехрестя на дорогах є одними з найнебезпечніших місць для руху автотранспорту.

Неправильне врегулювання проїзду на перехрестях може призвести до серйозних дорожніх пригод, в яких часто постраждають люди. У зв'язку з цим, розробка системи безпечного проїзду автотранспортом перехрестя є дуже важливим завданням, яке може істотно підвищити рівень безпеки дорожнього руху. Крім того, правильно врегульований проїзд на перехрестях може скоротити час, що витрачається на переміщення містом, і зменшити кількість заторів на дорогах. Як наслідок, розробка та реалізація системи безпечного проїзду автотранспортом перехрестя має велике значення для суспільства і може призвести до зниження кількості дорожніх пригод.

У даній дипломній роботі буде розглянуто розробку та реалізацію такої системи на прикладі перехрестя міської дороги. Результати та висновки цієї роботи можуть бути використані для розроблення аналогічних систем в інших містах і регіонах, що допоможе знизити кількість аварій на дорогах і підвищити безпеку учасників дорожнього руху.

Метою роботи є підвищення ефективності та безпеки дорожнього руху на перехрестях шляхом використання сучасних інформаційних і технічних рішень.

Об'єктом дослідження є система, яка призначена для забезпечення безпеки та оптимізації руху автотранспорту на перехрестях з використанням автоматизації, інформаційних технологій та інтелектуальних алгоритмів.

Предметом дослідження є розробка та реалізація автоматизованої системи безпечного проїзду перехрестя автотранспортом.

Для досягнення поставленої мети було сформовано такі **задачі**:

1. Провести аналіз існуючих аналогів систем безпечного проїзду перехрестя автотранспортом та врегулювання дорожнього руху.
2. На основі проведеного аналізу обрати найефективніший метод для автоматизації безпечного проїзду перехрестя автотранспортом.
3. Скласти та описати блок-схему та функціональну схему роботи вибраного методу (розумного світлофора).
4. Вибрати та описати основні компоненти для розумного світлофора.
5. Створити електричну принципову схему та написати код для коректної роботи світлофора.
6. Створити 3D модель розумного світлофора.
7. Розробити та описати прототип мобільного додатку для зручного користування розумним світлофором.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ ПЕРЕТИНУ ПЕРЕХРЕСТЬ АВТОТРАНСПОРТОМ

Перехрестя визначається як загальна територія, де з'єднуються або перетинаються дві або більше автомагістралей, включаючи проїжджу частину та придорожні споруди для руху транспорту на ній. Кожна магістраль, що відходить від перехрестя та є його частиною, є відрізком перехрестя. Спільне перехрестя двох магістралей, що перетинають одна одну, має чотири кінці. Перехрестя призначені для транспортних засобів, пішоходів і велосипедистів, які рухаються в багатьох напрямках, часто одночасно. У таких місцях рух транспорту на двох або більше об'єктах повинен займати спільну територію. Саме ця унікальна характеристика перехресть, повторна поява ДТП, є основою для більшості стандартів проектування перехресть, критеріїв і належних операційних процедур [1].

Перехрестя є важливою частиною системи автомобільних доріг, оскільки від його конструкції значною мірою залежить ефективність, безпека, швидкість, вартість експлуатації та пропускна здатність. Кожне перехрестя передбачає наскрізний або поперечний рух транспорту на одній або кількох відповідних магістралях і може передбачати повороти між цими магістралями [2].

Безпечний проїзд перехрестя – це проїзд транспортних засобів через перехрестя без виникнення аварій і безпека всіх учасників дорожнього руху (водіїв, пішоходів і велосипедистів) забезпечується. Безпечний проїзд перехрестя передбачає дотримання правил дорожнього руху, забезпечення видимості та своєчасне реагування на дорожні ситуації. Щоб забезпечити безпечний проїзд перехрестя, необхідно правильно організувати його інфраструктуру, таку як розмітка дороги, знаки, світлофори, кругові розв'язки, «острівці безпеки» а також навчати водіїв правил дорожнього руху та дотримання безпеки на дорогах.

Дорожня розмітка (або лінійна розмітка) — це нанесення фарб або матеріалів на покриття доріг, тротуари, бетон або асфальт для передачі інформації водіям і пішоходам [3].

Перша біла лінія дорожньої розмітки датується 1918 роком у Сполученому Королівстві, згідно з Traffic Signs and Meanings. Ця ідея швидко прижилася, але розмітку не визнавали протоколом безпеки дорожнього руху до 1926 року. У 30-х роках рядки використовувалися не тільки для того, щоб повідомляти, скільки дороги вам доведеться працювати. У часи, коли світлофорів не існувало, суцільні білі лінії слугували знаками зупинки та іншими попереджувальними сигналами, часто з поліцейськими, щоб допомогти спрямувати рух.

Жовті лінії, тим часом, не з'являлися до 1950-х років, згідно з дорожніми знаками та значеннями. У той час два кольори одночасно використовувалися на дорогах: білий скеровував рух транспорту в одному напрямку, а жовтий – для доріг із двостороннім рухом. У 1956 році пунктирні лінії вийшли на сцену, принісши з собою абсолютно новий набір правил подолання інших автомобілів на дорозі [3].

Дорожня розмітка – це система графічних елементів на дорозі, які використовуються для регулювання руху, поліпшення видимості, позначення смуг, забезпечення безпеки та орієнтації водіїв. Вона включає в себе лінії, знаки, символи та інші елементи, які допомагають водіям орієнтуватися на дорозі і знижують ризик виникнення аварійних ситуацій. Основні функції дорожньої розмітки включають:

- регулювання руху. Дорожня розмітка використовується для визначення напрямку руху, поділу транспортних потоків, позначення смуг і напрямку поворотів. Вона допомагає водіям знизити швидкість і запобігти зіткненням.

- поліпшення видимості. Яскраві та контрастні лінії і знаки дорожньої розмітки покращують видимість на дорозі в будь-який час доби і погодних умовах. Вони допомагають водіям орієнтуватися на дорозі та знижують ризик виникнення аварійних ситуацій.

- позначення смуг. Лінії дорожньої розмітки використовуються для позначення смуг на дорозі. Вони допомагають водіям дотримуватися правил дорожнього руху та уникнути зіткнень з іншими транспортними засобами.

- забезпечення безпеки. Дорожня розмітка допомагає запобігти аваріям, забезпечуючи безпеку на дорозі. Вона використовується для позначення зон зупинки, пішохідних переходів, шкіл та інших місць, де необхідно забезпечити безпеку.

- орієнтація водіїв. Дорожня розмітка використовується для орієнтації водіїв на дорозі. Вона допомагає водіям вибрати правильний напрямок і уникати помилок під час руху на дорозі.

Дорожні знаки – це знаки, встановлені на узбіччі або над дорогами для надання інструкцій або інформації учасникам дорожнього руху. Найпершими знаками були прості дерев'яні або кам'яні віхи.

Історія дорожніх знаків починається з історії перших доріг. Римська імперія була першою цивілізацією, яка побудувала дороги. На піку римляни створили кам'яні позначки вагою 4400 фунтів, які називають віхами. Римляни пронумерували та розмістили ці віхи через певні проміжки вздовж 62,00 миль доріг. Дороги зазвичай називали на честь міст, до яких вони вели. У 1648 році в Британії був прийнятий закон, який зобов'язував кожен парафію будувати провідні пости. Сучасне уявлення про дорожні знаки бере свій початок як система попередження для велосипедистів. Велоспорт був у зародковому стані на початку 1800-х років. Згодом розвиток технологій дозволив байкерам подорожувати швидше та далі. З цим чудовим прогресом прийшли нові виклики.

Ще у 1899 році водії об'єдналися у клуби, місією яких стало встановлення та обслуговування вуличних знаків, що вказували напрямок руху. Це також призвело до того, що кмітливі власники бізнесу почали встановлювати власні знаки, щоб рекламувати свої заклади, які знаходилися поблизу. Перший дорожній знак з'явився у 1915 році в Детройті.

У 1922 році представники Вісконсину, Індіани та Міннесоти об'їхали кілька штатів, щоб знайти ідеї для уніфікованих знаків і дорожньої розмітки. Ці представники хотіли стандартизувати повідомлення за допомогою фігур. Завдяки

конкретним формам і повідомленням водії могли б краще визначати, які дії необхідно виконати в темряві. Ці перші знаки були чорним текстом на білому тлі [4].

Дорожні знаки виконують численні функції, які допомагають забезпечити безпеку на дорогах.

Вони повідомляють водіям про різні умови на дорозі, скеровують їх, попереджають про небезпеки та обмеження швидкості, а також допомагають організувати рух. Деякі знаки містять інформацію про місце розташування, напрямок, відстань до інших об'єктів. Інші знаки вказують на наближення до шкіл, лікарень, залізничних переїздів, наявність пішохідних переходів тощо. Крім того, знаки можуть містити різні символи і зображення, які допомагають водіям швидко і точно розпізнати інформацію, навіть якщо вони не знайомі з мовою, що використовується на знаках. Загалом, дорожні знаки є важливим елементом дорожньої інфраструктури, який допомагає забезпечувати безпеку на дорогах.

Світлофори або дорожні сигнали – це сигнальні пристрої, розташовані на перехрестях доріг, пішохідних переходах та в інших місцях з метою управління транспортними потоками.

10 грудня 1868 року – офіційна дата впровадження першого у світі світлофора. Його встановили на Парламентській площі в Лондоні. Система складалася з двох пересувних знаків, прикріплених до поворотних кронштейнів, якими керував важіль. Для забезпечення видимості стовпчик був увінчаний газовим семафором. Але це було недовго. Менш ніж через два місяці світлофор вибухнув, вбивши поліцейського, який працював зі знаками.

Світові довелося чекати 46 років, поки електрика стала широко використовуватися, перш ніж перший двоколірний світлофор, що використовував цю нову енергію, був встановлений в Клівленді в США. У 1920 році в Детройті та Нью-Йорку до червоного та зеленого кольорів світлофора додали жовтий. Так з'явилися світлофори, які ми знаємо зараз, і вони стали нормою в усьому світі [5]. В Україні перший світлофор був встановлений у 1936 році в Харкові.

Кільцеве перехрестя, також відоме як поворотне або транспортне коло, - це тип кругового перехрестя або розв'язки, на якому дорожній рух дозволено в одному напрямку навколо центрального острівця, а пріоритет зазвичай надається транспорту, що вже перебуває на перехресті. Перша кільцева розв'язка була побудована в Летчворт-Гарден-Сіті у Великій Британії в 1907 році і мала слугувати транспортним острівцем, де пішоходи могли збиратися незадовго до продовження своєї подорожі.

Але існує думка, що це не були справжні перехрестя, оскільки вони мали зовсім іншу мету. З часом, однак, перехрестя з круговим рухом почали використовувати для зниження швидкості руху і підвищення безпеки як водіїв, так і пішоходів. Це сталося тому, що водії мали більше часу, щоб оцінити ситуацію з пішоходами та зустрічними транспортними засобами. У 1966 році у Великій Британії було прийнято закон, який регулював будівництво та використання перехресть з круговим рухом [6].

Круговий рух, або кругове перехрестя, виконує кілька функцій, які сприяють більш безпечному та ефективному руху транспорту.

Він зменшує кількість конфліктних точок, де можливі зіткнення, і спрощує рух транспорту, прискорюючи процес проїзду перехрестя. Крім того, круговий рух може допомогти поліпшити пропускну спроможність дороги, знизити затори і зменшити час очікування в пікові години. Круговий рух також може бути більш безпечним для пішоходів, оскільки вони перетинають дорогу тільки в одній точці, що зменшує ризик зіткнення з автомобілями. Крім того, круговий рух може поліпшити естетичний вигляд міста, оскільки він дає змогу прибрати світлофори та інші необхідні для регулювання руху пристрої. Загалом, круговий рух є ефективним і безпечним способом організації руху на перехрестях.

Острівець безпеки – це технічний засіб організації дорожнього руху, що розділяє смуги руху (у тому числі велосипедні), а також проїзну частину та трамвайні колії, конструктивно виокремлений бордюром над проїзною частиною або

позначений технічними засобами організації дорожнього руху і призначений для зупинки пішоходів під час переходу проїзної частини.

Острівець охоплює ту частину розділювальної смуги, на якій проходить пішохідний перехід. Острівець безпеки зазвичай використовується, коли вулиця дуже широка, оскільки пішохідний перехід може бути занадто довгим для деяких людей, щоб перетнути його за один цикл світлофора.

Підняті острівці рекомендується влаштовувати на пішохідних переходах, що регулюються світлофорами, з шириною проїжджої частини більше 21 м або з більш ніж п'ятьма смугами руху в обох напрямках. В інших випадках острівці слід будувати на одному рівні з проїжджою частиною. Центр острівця проїзної частини повинен бути вирівняний з розміткою ліній, що розділяють транспортні потоки в протилежних напрямках.

Використання острівців рекомендується для забезпечення спокійного і безпечного руху на багатосмугових дорогах в умовах інтенсивного руху. Острівець дозволяє пішоходам поетапно перетинати проїжджу частину. Це полегшує спостереження за дорогою (пішоходам доводиться спостерігати лише за одним боком проїжджої частини, з якого наближаються транспортні засоби). Острівці безпеки використовуються не лише для зручності пішоходів. Звуження дороги (іноді лише візуальне) за рахунок острівця безпеки зменшує швидкість водіїв, а також ускладнює обгін [7].

Острівець безпеки в дорожньому русі використовується для забезпечення безпеки пішоходів під час переходу дороги. Він розташовується між проїжджою частиною і тротуаром і має кілька функцій.

Він розділяє потік транспорту на дві частини, що спрощує перехід пішоходам і покращує їхню видимість на дорозі. Острівець безпеки забезпечує захист пішоходів від транспортних засобів, що рухаються, дозволяючи їм перейти дорогу без ризику для свого життя. Це також покращує дорожню безпеку загалом, зменшуючи кількість ДТП за участю пішоходів. Острівець безпеки робить дорогу більш доступною для

пішоходів, особливо для людей з обмеженими можливостями. Він також може бути оформлений відповідно до архітектурного стилю міста, що покращує естетику навколишнього середовища.



Рисунок 1.1 – Залежність безпеки дорожнього руху від різних факторів

Автоматизація – це процес використання різних технологій та інструментів для автоматичного виконання завдань і процесів, які раніше виконувалися вручну. Автоматизація може застосовуватися в різних галузях, таких як виробництво, транспорт, медицина, фінанси, освіта тощо.

Основними перевагами автоматизації є підвищення ефективності та продуктивності, зниження витрат і ризиків, поліпшення якості та точності виконання завдань, а також скорочення часу, необхідного для виконання завдань.

У транспортній галузі автоматизація може включати в себе використання систем автоматичного керування транспортом, які дають змогу керувати рухом транспортних засобів за допомогою комп'ютерних систем і датчиків. Це підвищує безпеку дорожнього руху і знижує ймовірність аварій.

Загалом, автоматизація є важливим інструментом для підвищення ефективності та продуктивності в різних галузях діяльності, що сприяє економічному зростанню і поліпшенню якості життя.

Для безпечного проїзду перехрестя можна автоматизувати низку процесів:

а) встановлення камер відеоспостереження на перехресті, які стежитимуть за транспортом і пішоходами. Це дасть змогу оперативно реагувати на можливі порушення правил дорожнього руху та забезпечить додатковий рівень безпеки;

б) використання системи автоматичного оповіщення водіїв про наявність пішоходів на перехресті. Це може бути реалізовано за допомогою спеціальних датчиків, які можуть виявляти наявність пішоходів на дорозі, та системи сповіщення водіїв, які працюватимуть у режимі реального часу;

в) використання системи автоматичного контролю швидкості транспорту на перехресті. Це може бути реалізовано за допомогою спеціальних камер, які стежитимуть за швидкістю руху транспорту та автоматично видаватимуть штрафи за порушення швидкісного режиму. Це допоможе зменшити кількість аварій на перехресті та підвищити загальну безпеку дорожнього руху;

г) встановлення розумного світлофору.

Розумний світлофор – це система керування світлофорами, що використовує сучасні технології, такі як штучний інтелект та Інтернет речей, для оптимізації потоку транспорту на перехрестях і забезпечення безпеки руху.

Однією з основних сфер застосування ITLC (Intelligent Traffic Light Control)-рішень є управління світлофорами. Для того, щоб збільшити потік транспорту на перехрестях і в той же час підтримувати належний рівень безпеки, тривалість

окремих світлових послідовностей повинна бути адаптована до поточної дорожньої обстановки і ситуації на дорозі.

Системи інтелектуального керування світлофорами можна розділити на глобальні системи, що контролюють інформаційні потоки в мережі на всіх вузлах системи, тобто на всіх перехрестях, і локальні системи, що контролюють лише окремі вузли. Холістичні (глобальні) системи зазвичай характеризуються високою складністю і, як правило, є більш дорогими. Їхнім головним недоліком також може бути ризик виходу з ладу центрального блоку, що контролює всю систему. Ці системи також відрізняються за типами використовуваних ІТ-рішень – адаптивні системи на основі еволюційних алгоритмів, навчання та штучних нейронних мереж.

Інтелектуальність розумних рішень полягає у відповідному, адаптивному використанні даних від окремих датчиків (детекторів і сенсорів) з точок вимірювання та застосуванні розрахунків для оптимізації роботи світлофорів на відповідному маршруті руху. При цьому використовуються дані про кількість, тип (швидка допомога, автобус) і швидкість транспортних засобів, дорожню ситуацію, погодні умови, наявність вільних місць для паркування тощо.

Традиційна система керування дорожнім рухом за допомогою світлофорів базується на заздалегідь запрограмованому часі (ритмі) зміни світлових циклів. За визначенням, вона є негнучкою та неадаптивною, а отже, не відповідає потребам реальної дорожньої ситуації. У випадку розумних рішень скорочення часу очікування на зміну світла відбувається не за рахунок певного ритму і зміни, а за рахунок хаотичного і локально непередбачуваного вмикання і вимикання світла, що здається хаотичним. Системи ІТЛС не намагаються нав'язати циклічний ритм руху вуличного транспорту, а використовують "розумні" перепади у випадковій кількості проїжджаючих транспортних засобів, щоб розвантажити затори в інших місцях і напрямках [8].

Автоматизація розумного світлофора є процесом, під час якого сигнали світлофора керують за допомогою електронних компонентів і програмного

забезпечення, що дає змогу поліпшити безпеку дорожнього руху і забезпечити ефективніше керування транспортом. Деякі особливості автоматизації розумного світлофора:

1. Управління світлофором за допомогою мікроконтролерів та інших електронних компонентів. У розумному світлофорі використовують мікроконтролери, які керують роботою світлофора і зчитують дані з датчиків, встановлених на дорозі. Ці дані можуть містити інформацію про трафік, швидкість руху транспорту і погодні умови.

2. Використання світлодіодних матриць. Замість звичайних ламп використовуються світлодіодні матриці, які споживають менше енергії і мають більш яскраве і чітке зображення.

3. Бездротовий зв'язок. Розумні світлофори можуть використовувати бездротовий зв'язок для передавання даних між різними світлофорами та керуючим центром. Це дає змогу поліпшити координацію руху транспорту та зменшити затримки на дорогах.

4. Керування за допомогою мобільних застосунків. Деякі розумні світлофори можна керувати за допомогою мобільних застосунків, що дає змогу водіям отримувати інформацію про стан світлофора і керувати його роботою.

5. Використання алгоритмів машинного навчання. Розумні світлофори можуть використовувати алгоритми машинного навчання для аналізу даних про трафік і передбачення майбутнього руху транспорту. Це дає змогу поліпшити ефективність управління трафіком і зменшити затримки на дорогах.

6. Використання датчиків для визначення наявності пішоходів. Розумні світлофори можуть використовувати датчики, щоб визначити наявність пішоходів на переході й автоматично змінити сигнал світлофора, щоб забезпечити безпеку та комфорт для пішоходів.

7. Використання системи голосового керування. Деякі розумні світлофори можна керувати голосом, що дає змогу людям з обмеженими можливостями керувати світлофором без необхідності натискати на кнопки.

Ці та інші особливості автоматизації розумного світлофора забезпечують більш ефективне управління трафіком, поліпшену безпеку на дорогах і зменшення затримок на перехрестях.

У цій дипломній роботі буде розглядатися саме технологія «розумного світлофору» як вирішення проблеми безпечного проїзду автотранспортом перехрестя.

Основні переваги розумних світлофорів:

а) автоматичне керування: розумні світлофори здатні автоматично керуватися залежно від кількості транспорту на перехресті. Вони можуть налаштовуватися на основі даних, отриманих від датчиків руху і погодних умов, що дає змогу оптимізувати потік транспорту і зменшити час очікування на світлофорі;

б) система оповіщення: розумні світлофори можуть бути обладнані системою оповіщення, яка може повідомляти водіїв про час до зміни світлофора, про перекриття дороги тощо. Це покращує безпеку на дорогах і знижує ризик аварій;

в) система відеоспостереження: розумні світлофори можуть бути пов'язані з системами відеоспостереження, які можуть виявляти порушення, як-от проїзд на червоне світло або порушення швидкісного режиму, і надсилати дані в центр управління транспортом;

г) енергозбереження: розумні світлофори можуть бути обладнані системами енергозбереження, які дають змогу знизити споживання електроенергії. Вони можуть перемикатися на режим очікування, коли на перехресті немає транспорту, і вмикатися тільки за необхідності;

д) система зворотного зв'язку: розумні світлофори можуть бути пов'язані з системою зворотного зв'язку, яка дає змогу одержувати дані про трафік на перехресті й оптимізувати управління світлофорами на основі цієї інформації.

Загалом, розумні світлофори є сучасною технологією, яка дає змогу автоматизувати керування світлофорами на перехрестях, що покращує безпеку руху та оптимізує потік транспорту.

У додатках Г та Г' зображені перехрестя у місті Миколаєві, які могли б регулюватися розумним світлофором, тому що ці перехрестя мають велику завантаженість і перетин з трамвайними коліями, що робить ці перехрестя доволі складними для коректного врегулювання і підвищений ризик виникнення аварій на дорозі.

Для коректного врегулювання дорожнього руху необхідно впровадити систему з світлофорів у місті на декілька перехресть, щоб запобігти затори під час перебування розумного світлофора та звичайного.

Існує кілька способів зв'язати розумні світлофори в систему. Один зі способів - це використання бездротових технологій, таких як Bluetooth [9], Wi-Fi [10], NFC [11] або стільниковий зв'язок. Кожна з цих технологій може бути використана для передачі даних між розумними світлофорами і центральним сервером, який керує всією системою.

NFC (Near Field Communication) – це технологія бездротового зв'язку на близькій відстані, яка дає змогу обмінюватися даними між пристроями, які перебувають на відстані не більше кількох сантиметрів один від одного. NFC використовується для передачі даних між смартфонами, планшетами, зчитувачами та іншими пристроями, що підтримують цю технологію. NFC може використовуватися для проведення безконтактних платежів, передачі файлів, обміну контактами, управління пристроями та інших завдань. NFC працює на частоті 13,56 МГц і забезпечує швидкість передачі даних до 424 кбіт/с [11].

Bluetooth – це бездротова технологія передавання даних, яка дає змогу пристроям, що перебувають на невеликій відстані один від одного, обмінюватися інформацією. Bluetooth використовується для передавання даних між пристроями,

такими як мобільні телефони, навушники, клавіатури, миші, акустичні системи, комп'ютери тощо [9].

Bluetooth працює на частоті 2,4 ГГц і використовує метод частотного розширення спектра (FHSS) для зменшення втручання від інших пристроїв, що працюють на тій самій частоті. Bluetooth підтримує передачу даних на відстані до 10 метрів, хоча залежно від пристрою та умов використання ця відстань може бути меншою [9].

Bluetooth дає змогу пристроям підключатися один до одного без використання дротів, що робить його зручним для використання в мобільних пристроях. Bluetooth також має низьке енергоспоживання, що дає змогу пристроям працювати на батареях довше.

Bluetooth підтримує різні профілі, такі як профіль гарнітури, профіль передавання файлів тощо, що дає змогу пристроям обмінюватися різними типами даних. Bluetooth також має високий ступінь безпеки, що робить його надійним для передачі конфіденційної інформації [9].

Наприклад, якщо використовувати Bluetooth, то можна створити ланцюжок зв'язку між розумними світлофорами, де кожен світлофор передаватиме дані наступному світлофору в ланцюжку, поки дані не досягнуть центрального сервера. Це допоможе забезпечити більш швидку передачу даних і більш точну координацію роботи світлофорів у системі.

Wi-Fi – це технологія бездротового передавання даних, яка використовується для під'єднання пристроїв до інтернету та інших пристроїв у локальній мережі. Wi-Fi використовує радіохвилі на частоті 2,4 ГГц або 5 ГГц для передачі даних між пристроями.

Wi-Fi дає змогу пристроям під'єднуватися до інтернету й обмінюватися даними без використання дротів. Wi-Fi використовується в різних пристроях, таких як комп'ютери, мобільні телефони, планшети, ноутбуки, ігрові консолі тощо.

Wi-Fi працює на основі стандарту IEEE 802.11 і підтримує різні швидкості передачі даних, від 11 Мбіт/с до 7 Гбіт/с. Wi-Fi також підтримує різні типи шифрування, як-от WEP, WPA і WPA2, що забезпечує високий ступінь безпеки під час передавання даних.

Wi-Fi використовує точки доступу (access point) для створення бездротової мережі. Точка доступу під'єднується до мережі дротового інтернету і передає дані між пристроями, під'єднаними до неї, та інтернетом. Wi-Fi також підтримує режими інфраструктури, які дають змогу пристроям підключатися до мережі через точку доступу або безпосередньо один до одного [10].

Wi-Fi є широко поширеною технологією і використовується в різних місцях, таких як будинки, офіси, громадські місця, аеропорти, кафе тощо.

Також можна використовувати Wi-Fi для передачі даних між розумними світлофорами і центральним сервером. Wi-Fi може забезпечити більш широке охоплення і більш високу швидкість передачі даних, що може бути корисно, якщо потрібно передати великі обсяги даних.

Передавання даних між світлофорами через Wi-Fi може бути реалізовано за допомогою Wi-Fi Direct, який дає змогу пристроям підключатися один до одного безпосередньо, без використання точки доступу. Для цього кожен розумний світлофор має бути обладнаний Wi-Fi модулем із підтримкою Wi-Fi Direct.

Для передачі даних між розумними світлофорами необхідно налаштувати з'єднання Wi-Fi Direct між ними. Щойно з'єднання встановлено, пристрої можуть обмінюватися даними безпосередньо, використовуючи Wi-Fi.

Для передачі даних між світлофорами можна використовувати різні протоколи, такі як TCP/IP або UDP. Наприклад, можна використовувати протокол UDP для передавання повідомлень про стан світлофорів. Кожен світлофор надсилатиме повідомлення про свій стан (зелений, жовтий або червоний) іншим світлофорам, які перебувають у його зоні дії. Це допоможе синхронізувати роботу світлофорів і зменшити час очікування для автомобілів.

Крім того, передача даних між світлофорами через Wi-Fi може бути використана для обміну іншими даними, такими як статистика про пропускну здатність дороги, інформація про погодні умови або організація бездротового зв'язку з іншими пристроями, наприклад, мобільними телефонами.

Загалом, реалізація передавання даних між світлофорами через Wi-Fi вимагає розроблення спеціальних програмних і апаратних компонентів, які забезпечать надійний зв'язок між пристроями та ефективне передавання даних.

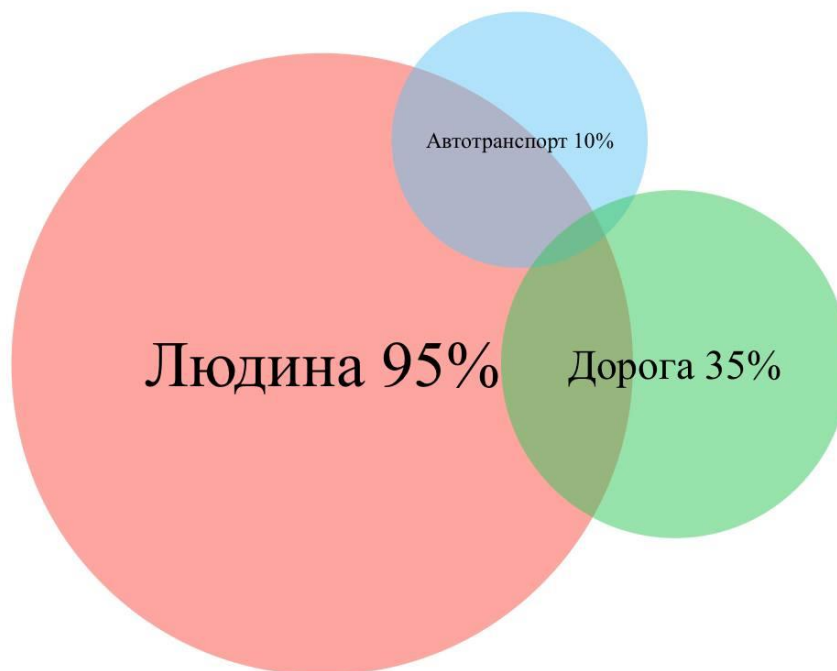


Рисунок 1.2. – Фактори ризику на дорозі та їх загальний вплив [12]

Перелічені фактори ризику повинні бути деталізовані, як показано на рис. 1.2 [12]:

- а) людський фактор (учасники дорожнього руху):
 - 1) психофізичний стан учасників дорожнього руху (включаючи втому, тверезість та вживання наркотиків);
 - 2) протиправна поведінка учасників дорожнього руху;

3) досвід водіїв, рівень їхньої підготовки та знання правил дорожнього руху;

4) помилки, спричинені неякісним проектуванням інфраструктури або неналежним її обслуговування;

б) транспортного засобу:

1) неналежний технічний стан транспортних засобів (пошкодження, відсутність відповідного обладнання, наприклад, шин або ланцюгів, відсутність пристроїв безпеки наприклад, ABS, ESP, подушок безпеки);

2) керування транспортними засобами без проходження періодичних техоглядів;

3) неналежна експлуатація;

в) дорожньої інфраструктури:

1) відсутність ієрархії дорожньої мережі;

2) недостатня частка швидкісних доріг - автомагістралей та швидкісних доріг;

3) відсутність об'їзних доріг навколо великих міст, через які проходять дороги змішування транзитного руху з місцевим;

4) недостатній захист вразливих учасників дорожнього руху (пішоходів, велосипедистів);

г) неправильна побудована інфраструктура або її відсутність:

1) брак безпечних перехресть (відсутність каналізації руху, неправильний вибір типу перехресть, неправильна організація дорожнього руху);

2) брак безпечних перехресть (відсутність перехресть, неадекватна розмітка).

Використання розумного світлофору дає змогу поліпшити безпеку на дорогах, оптимізувати рух і знизити кількість аварій, а тим самим зменшити відсоток факторів ризику, представлених на рис. 1.2.

Висновки до першого розділу

1. Виконано аналіз існуючих методів регулювання перетину перехресть автотранспортом. Існує широкий спектр методів регулювання: дорожня розмітка, дорожні знаки, світлові сигнали, кільцеві перехрестя та інші. Кожний з цих методів має свої переваги та обмеження, які необхідно враховувати під час вибору оптимального методу регулювання.

2. Визначено низку процесів, які необхідно автоматизувати для безпечного проїзду перехрестя. Наприклад, встановлення камер відеоспостереження на перехресті, використання системи автоматичного оповіщення водіїв, використання системи автоматичного контролю швидкості транспорту на перехресті та встановлення розумного світлофору.

3. Проведено аналіз факторів ризику на дорозі та їх загальний вплив на людину. Розуміння та усвідомлення цих факторів ризику має важливе значення для розробки та застосування заходів безпеки на дорогах.

2 ПРОЕКТУВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ РОЗУМНОГО СВІТЛОФОРА, ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА, БЛОК-СХЕМА АЛГОРИТМУ, 3D МОДЕЛЬ І ВИБІР КОМПОНЕНТІВ

2.1 Функціональна схема

Функціональна схема – схема, що роз'яснює певні процеси, що відбуваються у певних функціональних частинах виробу (устаткування) чи у виробі (устаткуванні) в цілому [13].

Функціональна схема дає змогу побачити, які функції виконуються в системі, і які компоненти або елементи відповідають за виконання кожної функції. Вона показує зв'язки і потоки інформації між різними блоками системи, позначаючи входи і виходи кожного блоку.

У функціональній схемі використовуються блоки, що символізують функціональні елементи, такі як датчики, актуатори, процесори та інші компоненти системи. Блоки з'єднуються лініями або стрілками, що представляють потоки даних, сигналів або енергії між блоками. Також можуть використовуватися додаткові символи для позначення специфічних властивостей або операцій.

Функціональна схема є важливим інструментом під час розроблення та проектування систем, даючи змогу інженерам і проектувальникам легко візуалізувати й аналізувати роботу системи, виявляти можливі проблеми й оптимізувати її структуру та функціональність. Вона також може слугувати основою для створення більш детальних схем, таких як логічна схема або електрична схема.

Функціональна схема для розумного світлофора має такий вигляд:

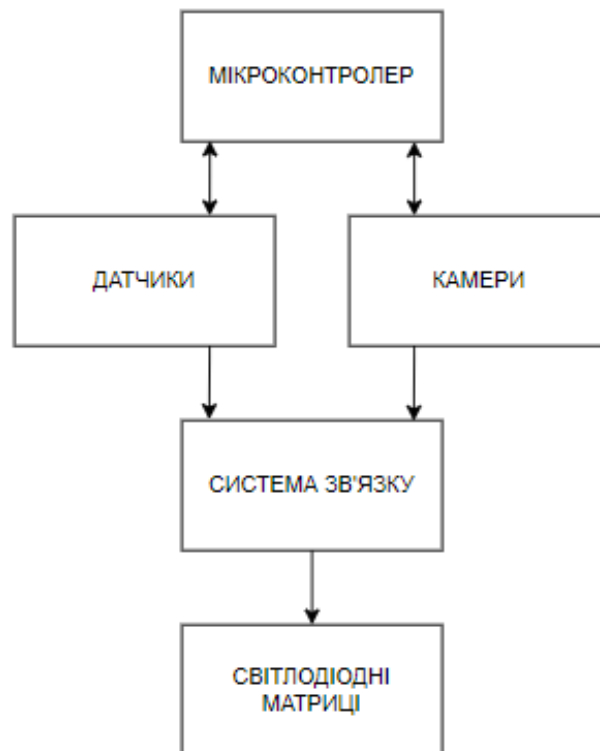


Рисунок 2.1 – Функціональна схема роботи розумного світлофора

Основні компоненти, які використовуються в такій системі:

- а) мікроконтролер використовується для керування світлофором і для обробки даних, отриманих від датчиків і камер;
- б) камери встановлені для розпізнавання номерних знаків автомобілів і для виявлення порушень правил дорожнього руху;
- в) датчики встановлені на дорозі, щоб визначити наявність транспортних засобів і пішоходів на перехресті;
- г) система зв'язку використовується для зв'язку між світлофором і центральним управлінням дорожнього руху;
- д) світлодіодні матриці встановлені у світлофорі для забезпечення яскравого і ясного світлового сигналу;

За наявності транспортних засобів або пішоходів на перехресті, датчики надсилають сигнал на мікроконтролер, який обробляє цю інформацію і керує світлофором. Якщо на перехресті немає транспортних засобів або пішоходів, світлофор продовжує працювати в автоматичному режимі.

2.2 Блок-схема алгоритму

Блок-схема алгоритму – це графічне представлення кроків алгоритму у вигляді блоків, з'єднаних стрілками, які показують порядок виконання кроків. Блок-схема алгоритму може використовуватися для опису різних процесів, таких як програмування, виробництво, управління тощо [13].

Блок-схема алгоритму роботи розумного світлофору зображена на рис. 2.2.

Робота розумного світлофору починається з перевірки живлення, якщо живлення з якихось причин відсутнє, то світлофор підключається до резервного живлення, тобто акумулятора. Після перевірки живлення, вмикається мікроконтролер, який отримує інформацію з камер та датчиків руху про завантаженість дороги, тобто перехрестя. Розумний світлофор працює у чотирьох режимах. У блок-схемі фігурує значення завантаженості дороги – «х». Значення «х» необхідно обчислювати для кожного перехрестя, де встановлений розумний світлофор, окремо.

Для розрахунку завантаженості дороги оберемо перехрестя з трьома полосами для проїзду автотранспорту і проміжок часу в 60 секунд. Максимальна швидкість, з якою транспортний засіб може рухатися по дорозі в Миколаєві – 50 км/год. Припустимо, що на кожній полосі може проїхати 15-20 машин за 60 секунд, тобто 45-60 машин за 1 хвилину на всіх трьох полосах. Однак, варто враховувати, що це теоретичний розрахунок і фактична кількість машин, що проїжджають через перехрестя, може бути меншою або більшою через різні чинники, такі як затори, затримки тощо.

Отже, значення «х» для нашого перехрестя – це 15-20 машин.

При різній завантаженості, вмикаються різні режими роботи розумного світлофора:

- а) 1 режим – низька завантаженість дороги (зелене світло вмикається на 40 секунд, червоне – на 19 секунд);
- б) 2 режим – середня завантаженість (зелене світло – 60 секунд, червоне – на 27 секунд);
- в) 3 режим – висока завантаженість (зелене світло – 80 секунд, червона – 29 секунд);
- г) 4 режим – аварійний режим – режим, який вмикається лише за аварійної ситуації на перехресті або перед ним, при цьому розумний світлофор оброблює інформацію з датчиків та камер і зелене та червоне світло залежить від місця, де відбулась аварія.

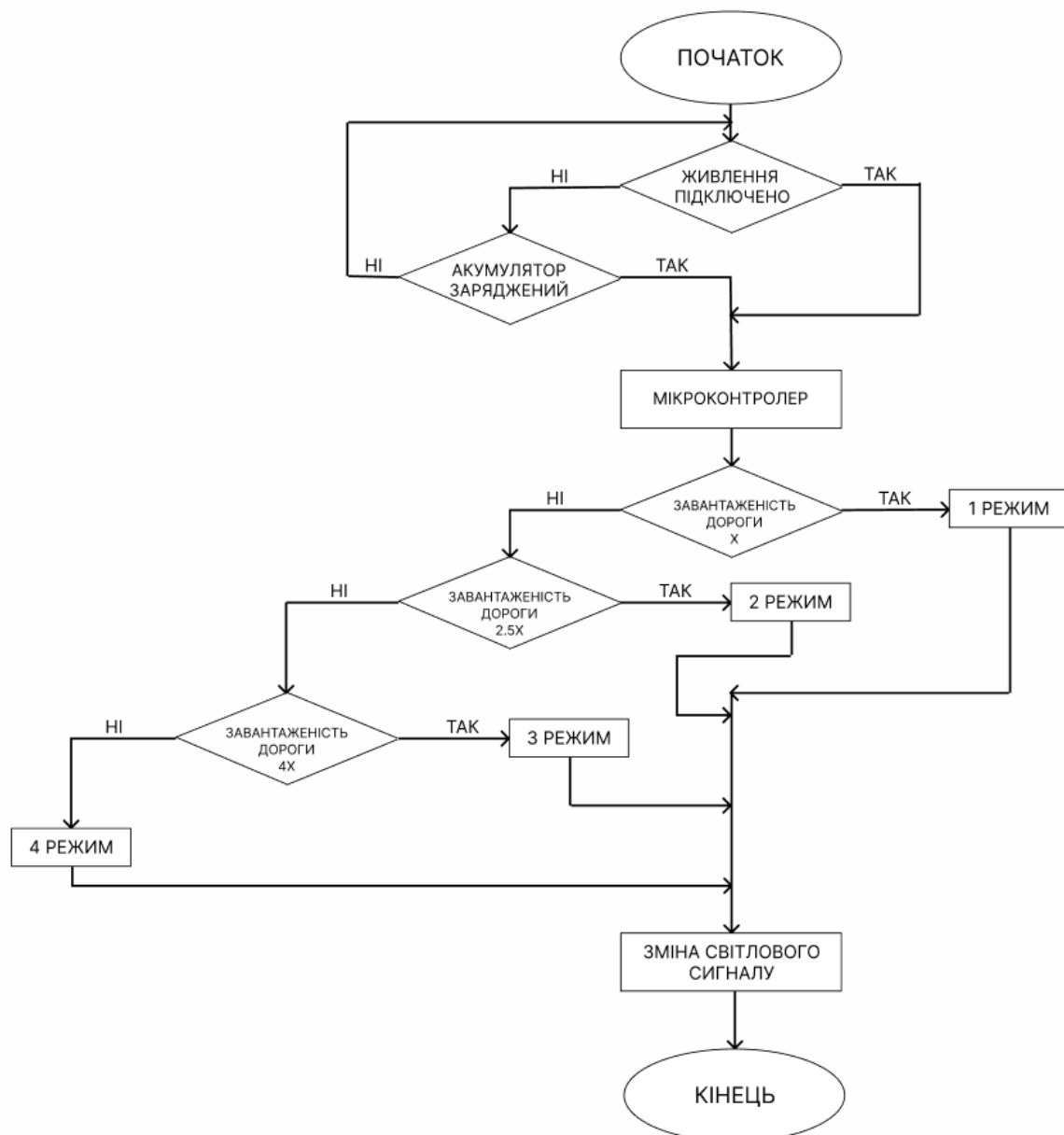


Рисунок 2.2 – Блок-схема алгоритму роботи розумного світлофора

2.3 Опис та вибір блоків

2.3.1 Вибір мікроконтролера для розумного світлофора

Мікроконтролер – це невеликий комп'ютер на одній мікросхемі НВІС (інтегральної схеми). Мікроконтролер містить один або декілька ЦП (процесорних ядер) разом з пам'яттю та програмованими периферійними пристроями вводу/виводу [14].

Для того, щоб розумний світлофор мав змогу отримувати дані з камер і датчиків та обробляти їх, необхідно обрати правильний мікроконтролер, який зможе виконувати ці функції.

Мікроконтролер для розумного світлофора повинен мати достатньо високу продуктивність для опрацювання великої кількості даних від датчиків і камер на дорозі, вбудовані периферійні пристрої, такі як АЦП і ШІМ, для зчитування аналогових сигналів від датчиків і керування світлодіодами світлофора, інтерфейси для зв'язку з іншими пристроями, наприклад Ethernet, Wi-Fi або Bluetooth, для обміну даними з центральною системою керування транспортним потоком, низьке енергоспоживання для тривалої роботи від акумуляторного живлення або сонячних батарей, а також надійність і стійкість до перепадів температури, вібрації та інших факторів навколишнього середовища.

Крім того, мікроконтролер повинен мати досить велику кількість пам'яті для зберігання програмного коду і даних, а також підтримувати різні мови програмування, такі як C, C++, щоб можна було вибрати найбільш зручну для себе мову. В таб. 2.1 розглянемо варіанти мікроконтролерів, а також їх характеристики.

Таблиця 2.1 – Варіанти та характеристики мікроконтролерів [15; 16; 17].

	ATmega48	PIC16F505-I/SL	ATmega32U4
Середня ціна [грн]	140	60	310
Обсяг флеш пам'яті [кБ]	4	1	32
Обсяг оперативної пам'яті [Б]	512	72	2500
Тактова частота [МГц]	20	20	16
Енергоспоживання (режим очікування/активний режим)	0.5 мкА/15 мА	0.1 мкА/1.8 мА	0.1 мкА/2.3 мА
Кількість входів/виходів	32	12	26
АЦП	6 каналів 8-біт	0	12 каналів 10-біт

ЦАП	0	0	0
USART	1	0	1
SPI	1	0	1
I2C	1	0	1
Кількість таймерів	2	1	2

Порівнявши різні моделі мікроконтролерів, оберемо ATmega48 (рис.2.3) – це один із мікроконтролерів сімейства AVR від фірми Atmel. Він є досить потужним мікроконтролером, який можна використовувати для керування розумним світлофором, що базується на датчиках і камерах. Він має досить велику кількість пам'яті для зберігання програмного коду та даних, а також підтримує різні мови програмування. Крім того, він має вбудовані периферійні пристрої, такі як АЦП і ШІМ, які можна використовувати для зчитування аналогових сигналів від датчиків і керування світлодіодами світлофора. А також має невелику ціну, низьке енергоспоживання в активному режимі та є надійним і стійким до перепадів температури, вібрації та інших факторів навколишнього середовища.

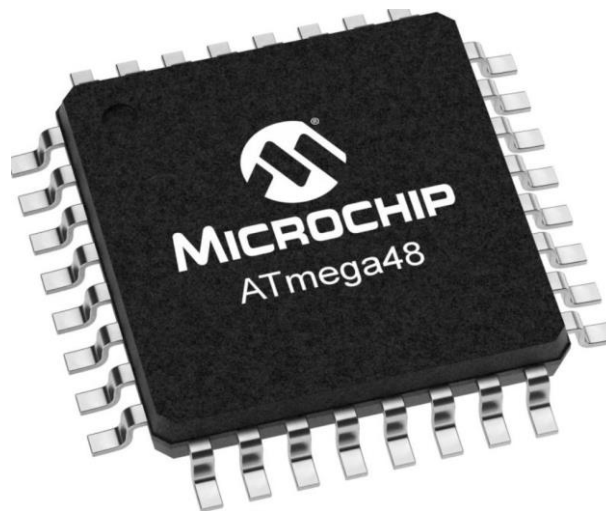


Рисунок 2.3 – Мікроконтролер ATmega48 [13]

2.3.2 Вибір камери

Камери, які використовуються для розумних світлофорів, повинні мати певні характеристики, які дають змогу їм працювати ефективно. Ось деякі з них:

- а) чіткість;
- б) кут огляду;
- в) чутливість;
- г) швидкість кадрів;
- д) інтелектуальні функції;
- е) стійкість до погодних умов;
- ж) сумісність з іншими системами.

В таб. 2.2 розглянемо варіанти камер та їх характеристики.

Таблиця 2.2 – Характеристики обраних варіантів камер [18-22].

	Sony IMX323	Flir Lepton	Bosch Dinion	Hikvision ANPR	Axis Traffic Sensor
Чіткість, кількість кадрів в сек	1080p, 25fps	-	1080p, 25fps	1080p, 50fps	1944p, 12fps
Кут огляду [°]	170	-	100	360	187
Експлуатаці я при температурі [°C]	-10 до +55	-10 до +65	-30 до +50	-40 до +60	0 до + 45
Вага [г]	100	0,55	1300	2000	570
Ціна [грн]	1543	21900	15000	37392	8694

Після проведення аналізу вибраних камер, обираємо камеру Hikvision ANPR (рис. 2.4), тому що вона має високу роздільну здатність камери, тому краще може захоплювати деталі і забезпечувати більш точне розпізнавання об'єктів на дорозі, досить широкий кут огляду для захоплення всієї дороги і всіх об'єктів, які можуть на ній з'явитися, також вона досить чутлива, щоб виявляти об'єкти на дорозі, навіть в умовах низької освітленості. Камера Hikvision ANPR має досить високу швидкість

кадрів для захоплення об'єктів, що швидко рухаються, таких як автомобілі та велосипеди, а також має функцію розпізнавання номерних знаків.

Ці функції можуть допомогти світлофору приймати точніші рішення на основі даних, отриманих від камери.

Єдиним недоліком цієї камери є її вартість.



Рисунок 2.4 – Камера Hikvision ANPR

2.3.3 Вибір світлодіоду

Світлодіоди, встановлені в розумному світлофорі, повинні відповідати таким вимогам:

- а) бути досить яскравими, щоб забезпечити хорошу видимість навіть у яскравому сонячному світлі або при сильному освітленні на вулиці;
- б) бути енергоефективними, щоб споживати менше енергії та зменшувати витрати на електроенергію;
- в) колірна температура світлодіодів має бути оптимальною для забезпечення гарної видимості та безпеки на дорозі;
- г) мати широкий кут огляду, щоб забезпечити хорошу видимість світлофора з різних кутів і відстаней;

д) бути довговічними, щоб забезпечити тривалий термін служби світлофора без необхідності заміни світлодіодів;

е) світлодіоди повинні мати стабільну роботу, щоб забезпечити постійну яскравість і колір світла. Стабільність світлодіодів забезпечується завдяки використанню спеціальних драйверів і контролерів;

ж) бути стійкими до погодних умов, таких як дощ, сніг і туман, щоб забезпечити надійну роботу світлофора в будь-яких умовах.

В Таб. 2.3 розглянуто основні технічні характеристики світлодіодів.

Таблиця 2.3 – Основні технічні характеристики світлодіодів [23; 24; 25].

	Nichia NS3L183AT- H1	Cree XT-E 3000K	Osram Oslon Square	Lumileds LUXEON 5050
Світловий потік [Lm]	90-110	260	210-259	220
Колірна температура [K]	4200	3000	4000	3000
Кут світіння [°]	170	115	120	116
Робочий струм [mA]	350-500	1500	700	640

Як можемо бачити з таб. 2.3 майже всі світлодіоди схожі за параметрами, але світлодіод Nichia NS3L183AT-H1 має менший світловий потік, у Cree XT-E 3000K менший кут світіння. Тож, проаналізувавши дані, оберемо світлодіод Osram Oslon Square, тому що він підходить за всіма характеристиками. Osram Oslon Square – це серія високопотужних світлодіодів, призначених для широкого спектра застосувань, включно зі світлодіодними матрицями.

Світлодіоди Osram Oslon Square володіють високою яскравістю, ефективністю і довговічністю, що робить їх придатними для використання в світлодіодних матрицях. Вони мають компактний квадратний форм-фактор і забезпечують хорошу точність передачі кольору та рівномірність освітлення.

2.3.4 Вибір датчика руху

Датчик руху – це електричний пристрій, який за допомогою датчика виявляє рух поблизу. Такий пристрій часто інтегрується як компонент системи, що автоматично виконує завдання або сповіщає користувача про рух у певній зоні [26].

Характеристики датчика руху для розумного світлофора:

- а) висока роздільна здатність;
- б) широкий кут огляду;
- в) чутливість;
- г) висока швидкість кадрів;
- д) інтелектуальні функції;
- е) стійкість до погодних умов;
- ж) сумісність з іншими системами.

Розглянемо характеристики різних датчиків у таб. 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристики датчиків руху для розумного світлофора [27; 28; 29].

	Bosch Sensortec BMA255	Analog Devices ADXL345	Infineon Technologies TLV493D-A1B6
Напруга живлення - хв [V]	1.62	3.3-5	2.7-3.5
Робочий струм живлення [μ A]	130	23	10
Розширення [bit]	12	13	12
Чутливість [LSB/g]	1024	1600	980
Сенсорна вісь	x, y, z	x, y, z	x, y, z
Температура експлуатації [°C]	-40 до +85	-40 до +85	-40 до +125
Ціна [грн]	143	84	45

Датчик руху Analog Devices ADXL345 (рис. 2.5) підходить для розумного світлофора, адже він здатний отримувати детальнішу інформацію про рух транспортних засобів і пішоходів, має широкий кут огляду, щоб охоплювати більшу

площу дороги і виявляти рух у будь-якому напрямку. Також цей датчик найчутливіший з проаналізованих, тому може виявляти навіть маленькі об'єкти, такі як велосипедисти або пішоходи. Датчик Analog Devices ADXL345 стійкий до погодних умов і до високих температур, що забезпечує надійну роботу в будь-яких умовах.

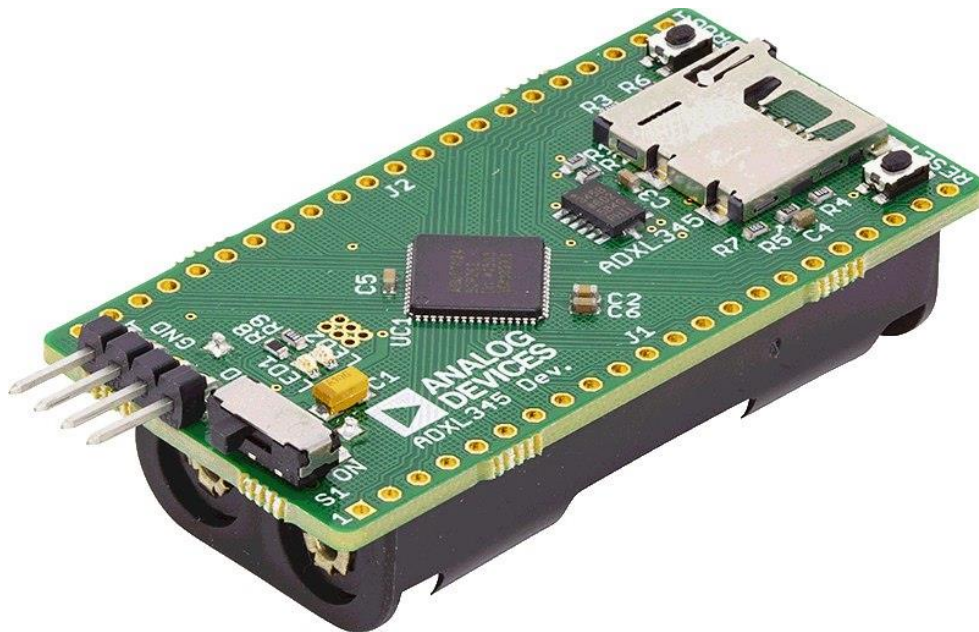


Рисунок 2.5 – Датчик руху Analog Devices ADXL345

2.3.5 Вибір акумулятора

Характеристики акумулятора для розумного світлофора залежать від багатьох чинників, таких як потужність світлофора, час роботи, кліматичні умови та багато інших. Ось деякі загальні характеристики, які можуть бути важливими для акумулятора розумного світлофора:

- а) ємність;
- б) напруга;
- в) хімічний склад;
- г) температурний діапазон;
- д) захист від перезарядки;
- е) надійність;

ж) швидке заряджання.

Розглянемо основні характеристики для вибору акумулятора у таб. 5.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики акумуляторів [30; 31; 32].

	Panasonic NCR18650B	Enersys NPX35TFR	Yuasa NP7-12
Ємність [mAh]	3400	8500	8000
Номінальна напруга [В]	3,6	12	12
Температура експлуатації [°C]	-20 до +60	+20 до +30	-20 до +60
Хімічний склад	Літій-іонний	Свинцево-кислотний	Свинцево-кислотний
Ціна [грн]	566	1347	1076

Проаналізувавши дані з таб. 2.5, обираємо акумулятор Yuasa NP7-12 (рис. 2.6). Він має достатню ємність, щоб забезпечити достатній час роботи світлофора, високий температурний діапазон та захист від перезарядки, що забезпечить надійність акумулятора або світлофора в разі перезарядки.



Рисунок 2.6 – Акумулятор Yuasa NP7-12

2.4 Електрична принципова схема

Електрична принципова схема є видом електричної схеми виробу, що дає найповніше уявлення про склад і принцип його роботи [33].

В електричній схемі використовуються символи для позначення різних електричних компонентів, таких як резистори, конденсатори, індуктивності, джерела живлення, транзистори, операційні підсилювачі та інші. Кожен символ представляє певний тип компонента і вказує його основні властивості, такі як опір, ємність, індуктивність тощо.

Лінії на схемі представляють провідники, якими тече електричний струм, і з'єднують символи компонентів, позначаючи електричні зв'язки між ними. Напрямок струму зазвичай показується стрілкою на лінії.

Електрична схема дає змогу візуалізувати і зрозуміти структуру та роботу електричної системи або пристрою. Вона дає змогу проектувальникам та інженерам аналізувати й моделювати електричні ланцюги, оптимізувати та перевіряти їхню функціональність, а також виявляти й усувати можливі проблеми або несправності.

Програма sPlan – це програма для створення електричних схем і друкованих плат. Вона дає змогу створювати схеми будь-якої складності, включно з багат шаровими друкованими платами, і забезпечує широкий вибір компонентів, що можуть бути використані в схемах.

sPlan має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що робить її простою у використанні навіть для новачків. Вона має вбудовану бібліотеку компонентів, яка містить понад 2500 елементів, таких як резистори, конденсатори, транзистори, мікросхеми та багато іншого.

Програма дає змогу створювати схеми "з нуля", а також імпортувати наявні схеми з інших програм. Вона також підтримує експорт схем у різні формати, як-от DXF, BMP, JPEG та інші, що дає змогу використовувати схеми в інших програмах і проектах.

sPlan також має функцію автоматичного трасування друкованих плат, що значно спрощує процес створення друкованих плат. Вона також дає змогу створювати свої власні бібліотеки компонентів для повторного використання в майбутніх проєктах.

Загалом, sPlan – це потужний інструмент для створення електричних схем і друкованих плат, який забезпечує широкий вибір компонентів, зручний інтерфейс і безліч функцій, що роблять її корисною як для початківців, так і для досвідчених користувачів.

За допомогою застосування sPlan складемо електричну принципову схему роботи світлофора (рис. 2.7). Для цього використаємо мікроконтролер ATmega48, три світлодіодні матриці 8x8 різних кольорів, акумулятор Yuasa NP7-12 та резистори для захисту від перенапруги та короткого замикання.

Для початку з'єднаємо виходи мікроконтролера з світлодіодними матрицями світлофора дротами. Також під'єднаємо позитивний дріт акумулятора до мікроконтролера та до матриць, а також негативний дріт, мінусовий пін мікроконтролера та виходи світлодіодів підключимо до заземлення.

Для того, щоб електричне коло функціонувало стабільно та не давало збоїв, необхідно встановити резистори з необхідним опором. Встановимо три резистора до кожної світлодіодної матриці та один до мікроконтролера.

Для розрахунку опору резистора для світлодіодної матриці необхідно знати напругу живлення і струм, який має протікати через матрицю. Згідно з документацією на світлодіоди Nichia NS3L183AT-H1, їх характеристики напруги складають 2.85-3.05 V при струмі 350-500 mA [23].

Оскільки кожен світлодіод має робочий струм 350-500 mA і в матриці 8x8 у нас 8 світлодіодів у стовпчику та 8 світлодіодів у рядку, загальний струм через кожен стовпчик і кожен рядок складатиме 2.8-4 A.

Опір резистора можна розрахувати за формулою:

$$R = \frac{V_{ж} - V_c}{I_c}, \quad (1)$$

де R – опір резистора, $V_{\text{ж}}$ – напруга живлення, $V_{\text{с}}$ – напруга світлодіодної матриці, $I_{\text{с}}$ – сила струму світлодіодної матриці.

Розрахуємо опір резисторів для світлодіодів:

$$R_{\text{с}} = \frac{V_{\text{ж}} - V_{\text{с}}}{I_{\text{с}}} = \frac{12 \text{ V} - 2.85 \text{ V}}{2,8 \text{ A}} = 3,3 \text{ Ом.} \quad (2)$$

Використаємо таку ж формулу для розрахунку опору резистора для мікроконтролера:

$$R_{\text{м}} = \frac{V_{\text{ж}} - V_{\text{м}}}{I_{\text{м}}} = \frac{12 \text{ V} - 5 \text{ V}}{0.015 \text{ A}} = 467 \text{ Ом,} \quad (3)$$

де $V_{\text{м}}$ – напруга мікроконтролера, $I_{\text{м}}$ – сила струму мікроконтролера.

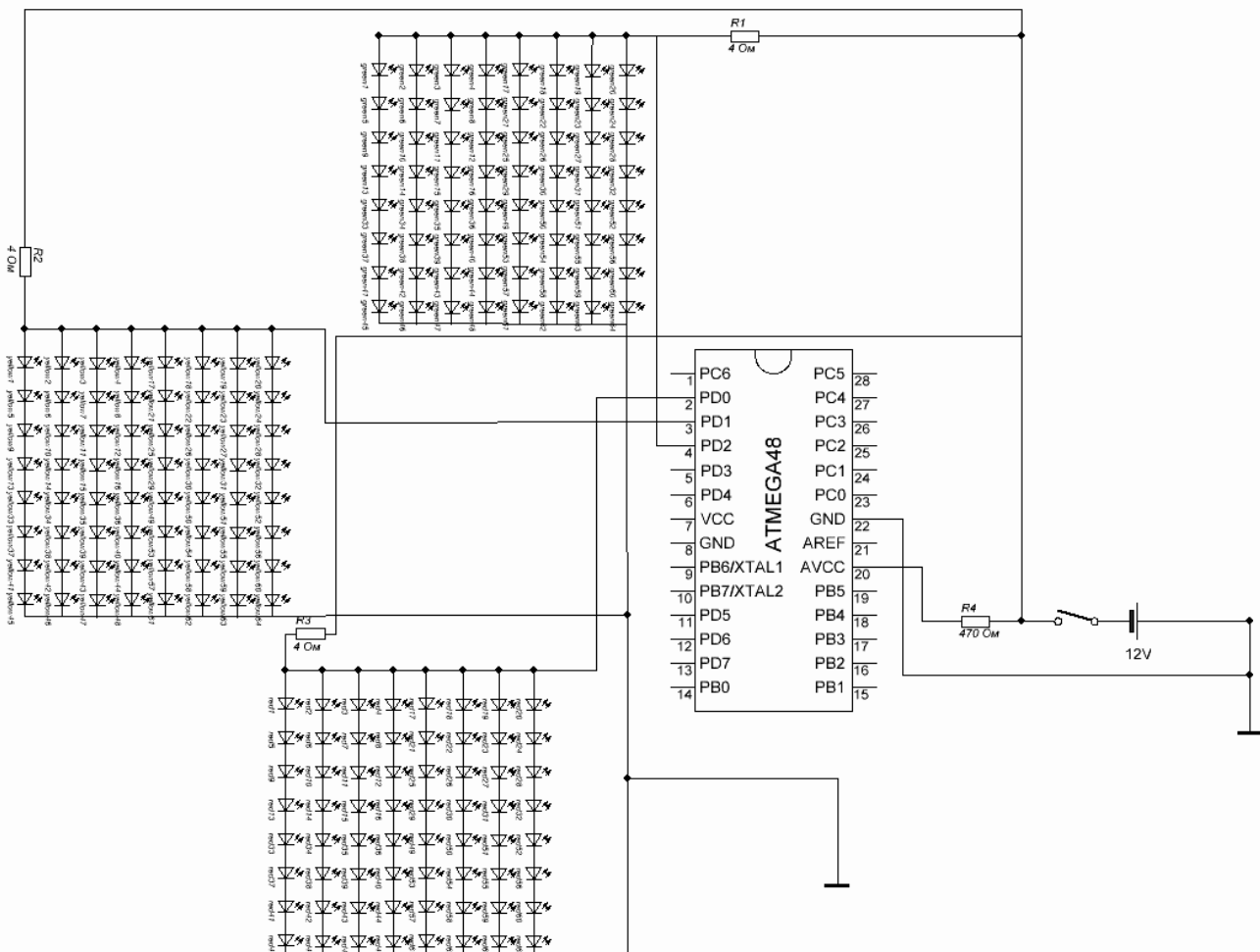


Рисунок 2.7 – Принципова електрична схема роботи світлофора

2.5 Код для роботи розумного світлофора

Для того, щоб принципова електрична схема працювала, напишемо код на зручній мові програмування. У даній роботі обрана мова програмування C.

Мова програмування C є високорівневою мовою програмування, яка широко використовується для розробки програмного забезпечення, включно з вбудованими системами та мікроконтролерами. Вона відома своєю ефективністю, низьким рівнем абстракції та близьким до машинного коду управлінням ресурсами.

У контексті мікроконтролерів AVR, мова C зазвичай використовується спільно з бібліотеками, що надаються виробником мікроконтролерів, такими як бібліотека AVR-LibC. Ці бібліотеки забезпечують набір функцій для роботи з регістрами мікроконтролера, введення/виведення, перериваннями та іншими основними операціями.

Мова C має простий синтаксис, дає змогу керувати безпосередньо апаратними ресурсами, забезпечує можливість написання компактного та ефективного коду. Вона також забезпечує можливість модульного програмування, даючи змогу розділити код на окремі функції та файли для зручності розроблення та супроводу програмного забезпечення.

Код, написаний мовою C, зазвичай проходить компіляцію в машинний код за допомогою спеціальних компіляторів, таких як AVR-GCC, який призначений для роботи з мікроконтролерами AVR.

Приклад готового коду зображений на додатку А.

Написання коду починаємо з того, що позначимо піни для кожної світлодіодної матриці: для зеленого – це 4 вхід мікроконтролера, для жовтого – 3 вхід і для червоного – 2 вхід. Потім встановимо режим роботи кожного піна на вихід.

Тепер почнемо написання основної частини коду, тобто функції. Описуємо кожний режим роботи світлофора окремо.

Для першого режиму вмикаємо зелений світлодіод та робимо затримку (delay) в 40 секунд, вимикаємо зелений світлодіод та вмикаємо жовтий та робимо затримку

в 1 секунду, вимикаємо жовтий світлодіод та вмикаємо червоний і встановлюємо затримку в 19 секунд.

Для другого режиму вмикаємо зелений світлодіод та робимо затримку (delay) в 60 секунд, вимикаємо зелений світлодіод та вмикаємо жовтий та робимо затримку в 1 секунду, вимикаємо жовтий світлодіод та вмикаємо червоний і встановлюємо затримку в 27 секунд.

Для третього режиму вмикаємо зелений світлодіод та робимо затримку (delay) в 80 секунд, вимикаємо зелений світлодіод та вмикаємо жовтий та робимо затримку в 1 секунду, вимикаємо жовтий світлодіод та вмикаємо червоний і встановлюємо затримку в 29 секунд.

Завдяки функції void loop при вмиканні одного з режимів, він буде повторюватися по колу і після вимикання червоного світла знову буде вмикатися зелене.

2.6 3D модель розумного світлофора

Onshape – це онлайн-платформа для 3D-моделювання та проектування, яка дає змогу користувачам створювати, редагувати та спільно використовувати 3D моделі в реальному часі. Програму було створено 2012 року групою розробників, які раніше працювали над SolidWorks і PTC Creo [34].

Для створення 3D моделі розумного світлофора було обрано саме цю програму, оскільки вона має низку переваг, таких як [34]:

а) онлайн-доступність (працює через веб-браузер, що означає, що користувачі можуть використовувати програму на будь-якому пристрої з доступом в Інтернет);

б) колаборація в реальному часі (дає змогу кільком користувачам працювати над одним проектом одночасно, забезпечуючи синхронізацію змін у режимі реального часу);

в) зручний інтерфейс (інтерфейс інтуїтивно зрозумілий і легкий у використанні, що спрощує процес моделювання);

- г) інтеграція з іншими програмами (може легко інтегруватися з іншими програмами для обміну даними та додаткової функціональності);
- д) безпека даних (забезпечує високий рівень безпеки даних, включно з шифруванням і резервним копіюванням)
- е) гнучкість (підтримує широкий діапазон форматів файлів, даючи змогу користувачам імпортувати й експортувати моделі в різних форматах).

В дану модель (додаток Е) входять такі елементи: три світлофора, які розташовані для зручності всіх автотранспортних засобів, кріплення для кожного з них, дві камери для відстеження правопорушень та виявляння об'єктів на дорозі, кріплення для них та стовп, на якому кріпляться всі елементи.

Ця модель може бути використана в інженерних і наукових дослідженнях, щоб проектувати й оптимізувати розумний світлофор до його фізичної реалізації. Модель може бути використана для візуалізації, щоб продемонструвати функціональність світлофора і вивчити його поведінку в різних сценаріях, а також використовуватися як навчальний матеріал для навчання студентів та інших фахівців у галузі транспортної інфраструктури. Крім того, 3D модель може бути використана для створення анімаційних роликів і презентацій, щоб продемонструвати принцип роботи розумного світлофора широкій аудиторії.

Для створення стовпа світлофора ми використовували такі функції: Extrude (видавлювання), Fillet (зачищення/округлення), Sweep (створення фігури вздовж контуру) та Revolve (обертання області ескізу навколо осі).

Для того, щоб створити 3D модель світлофора були використані такі функції: Offset plane (створення додаткової площини), видавлювання, під-функція видавлювання – видалення (для створення кришки над світлодіодами), а також інші функції, які були використані для створення стовпа світлофора.

При створенні моделі камери, яка використовується у розумних світлофорах, ми застосовували функції Transform (для нахилу камери), видавлювання, округлення а також створення додаткової площини.

Процес виготовлення стовпа для світлофора:

1. підготовка матеріалів: для виготовлення стовпа для світлофора знадобиться труба, яка слугуватиме основою, а також інші матеріали, як елементи кріплення, зварювальні електроди, ґрунтовка і фарба. Труба може бути виготовлена з різних матеріалів, включно зі сталлю, алюмінієм або композитними матеріалами;

2. виготовлення основи: труба має бути підготовлена до виготовлення стовпа шляхом обрізки і загинання в потрібних місцях. Потім труба має бути захищена від корозії шляхом нанесення ґрунтовки по всій поверхні;

3. виготовлення елементів кріплення: залежно від конструкції стовпа, можуть знадобитися різні елементи кріплення, такі як пластини, болти, гайки і зварювальні шви. Вони мають бути виготовлені та підготовлені до встановлення;

4. збірка стовпа. Після того, як всі деталі були підготовлені, можна приступити до збірки стовпа. Труба має бути з'єднана з елементами кріплення, а потім всі деталі мають бути закріплені разом;

5. шліфування та обробка поверхні: після складання стовпа поверхню треба шліфувати, щоб прибрати гострі краї та грубі поверхні. Потім поверхня має бути оброблена антикорозійними засобами і покрита фарбою;

6. встановлення стовпа: після того, як стовп був виготовлений і підготовлений, його можна встановити на місце. Для цього необхідно вибрати відповідне місце для встановлення і встановити стовп відповідно до інструкцій виробника;

7. тестування та налаштування: після встановлення стовп має бути протестований і налаштований для забезпечення правильної роботи світлофора.

Процес виготовлення стовпа для світлофора може відрізнитися залежно від конкретної конструкції та матеріалів, які використовуються. Однак, загалом, цей процес охоплює підготовку матеріалів, виготовлення основи та елементів кріплення, складання стовпа, шліфування та обробку поверхні, встановлення стовпа, тестування та налаштування.

Для розумного світлофора можна використати такі матеріали:

а) нержавіюча сталь AISI 304 – це хромонікелевий сталевий сплав, що має високу стійкість до корозії та окислення, що робить його популярним матеріалом для виробництва світлофорів та інших виробів, які схильні до агресивного середовища [30]:

1) фізичні властивості нержавіючої сталі AISI 304 включають [35]:

- щільність: 8 г/см^3 ;
- температура плавлення: $1400\text{-}1450^\circ\text{C}$;
- теплоємність: $500 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$;
- теплопровідність: $16 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$;
- електропровідність: $1,45 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$;

2) механічні властивості нержавіючої сталі AISI 304 включають [35]:

- межа плинності: 215 МПа ;
- межа міцності: 515 МПа ;
- подовження при розриві: 40% ;
- твердість за Роквеллом: $\text{В}88$;

б) боросилікатне скло для виготовлення лінз світлофора. Його характеристики [36]:

1) низький коефіцієнт теплового розширення, що робить скло стійким до швидких змін температури. Ця властивість допомагає зберігати форму та оптичні властивості лінз в умовах високих температур.

2) стійке до більшості хімічних речовин, включно з кислотами та лугами. Ця властивість дає змогу лінзам зберігати свою прозорість і оптичні властивості під впливом різних агресивних середовищ.

3) є дуже міцним і стійким до механічних пошкоджень, наприклад, до подряпин і ударів. Ця властивість дає змогу лінзам довго служити і не вимагати заміни в разі механічних пошкоджень.

4) висока оптична чистота і прозорість, що дає змогу лінзам передавати світло без спотворень і викривлень.

в) Алюміній – це легкий, міцний і корозійностійкий матеріал, який широко використовують у промисловості для виготовлення різноманітних конструкцій, включно зі світлофорними стовпами. Характеристика матеріалу [37]:

1) щільність. Щільність алюмінію становить близько $2,7 \text{ г/см}^3$, що є значно меншим, ніж у сталі, яка має щільність близько $7,8 \text{ г/см}^3$. Це означає, що світлофорний стовп з алюмінію буде легшим, ніж світлофорний стовп зі сталі;

2) міцність. Алюміній є досить міцним матеріалом, особливо коли йдеться про світлофорні стовпи, які несуть невеликі навантаження. Міцність алюмінію можна поліпшити шляхом легкого сплавлення з іншими металами, такими як мідь, магній, цинк і марганець;

3) корозійна стійкість. Алюміній має високу корозійну стійкість завдяки своїй здатності утворювати тонкий шар оксиду на поверхні, який захищає метал від окислення. Це робить його ідеальним матеріалом для використання на відкритому повітрі, де світлофорний стовп може піддаватися впливу води і вологи;

4) термічна стійкість. Алюміній має високу термічну стійкість, що означає, що він не деформується за високих температур. Це важливо для світлофорного стовпа, який може перебувати на сонці протягом тривалого часу;

5) утилізація. Алюміній є матеріалом, що переробляється, що означає, що його можна переробити і використовувати повторно. Це робить його екологічно більш стійким матеріалом, ніж багато інших матеріалів, які не можуть бути перероблені;

г) Сталь – це сплав заліза і вуглецю, який широко використовують у промисловості для виготовлення різних конструкцій, включно зі світлофорними стовпами. Характеристика матеріалу [37]:

1) міцність. Сталь є дуже міцним матеріалом, що робить її ідеальним вибором для виготовлення світлофорних стовпів, які повинні витримувати навантаження. Міцність сталі можна поліпшити шляхом додавання інших елементів,

таких як хром, нікель і молібден, які збільшують її стійкість до корозії і підвищують міцність;

2) корозійна стійкість. Сталь не має високої корозійної стійкості, її можна захистити від корозії шляхом нанесення захисних покриттів, таких як фарба, порошкове напилення або гальванічне покриття. Це робить її ідеальним матеріалом для використання в місцях, де світлофорні стовпи можуть піддаватися впливу агресивних середовищ, таких як сіль на дорогах у зимову пору року;

3) термічна стійкість. Сталь має високу термічну стійкість, що означає, що вона не деформується за високих температур. Це важливо для світлофорного стовпа, який може перебувати на сонці протягом тривалого часу;

4) вартість. Сталь є відносно дешевим матеріалом порівняно з іншими металами, такими як алюміній або мідь, що робить її більш доступною для використання у великих конструкціях, таких як світлофорні стовпи;

5) утилізація. Сталь також є матеріалом, що переробляється, що означає, що її можна переробити і використовувати повторно. Це робить її екологічно більш стійким матеріалом, ніж багато інших матеріалів, які не можуть бути перероблені.

Використання нержавіючої сталі для виготовлення світлофорних стовпів має низку переваг порівняно з алюмінієм і сталлю. По-перше, нержавіюча сталь має високу корозійну стійкість і не схильна до іржавіння, що робить її довговічнішою і надійнішою в умовах високої вологості, солоності або кислотності навколишнього середовища. По-друге, нержавіюча сталь має високу міцність і жорсткість, що дає їй змогу витримувати великі навантаження і стійко тримати світлофорну апаратуру на висоті. По-третє, нержавіюча сталь має високу термостійкість, що дає змогу їй зберігати свої механічні та електричні характеристики за високих температур навколишнього середовища. Крім того, нержавіюча сталь має естетично привабливий зовнішній вигляд, що важливо для загальної естетики міського середовища. Однак вартість нержавіючої сталі може бути вищою, ніж у інших матеріалів.

Світлофор також містить інші матеріали, такі як дроти, електронні компоненти, монтажні елементи, щоб забезпечити правильну установку і роботу.

2.7 Монтаж розумного світлофору

Монтаж - це процес встановлення та підключення різних компонентів і пристроїв з метою створення робочої системи або механізму. Принципи монтажу охоплюють правильний вибір і підготовку місця установки, забезпечення безпеки та надійності установки, правильне підключення компонентів і перевірку працездатності системи.

Для розумного світлофора, який базується на сучасних технологіях і призначений для оптимізації управління рухом, застосовуються такі види монтажу:

1. встановлення світлофорного обладнання містить монтаж світлофорних сигналів, світлодіодних індикаторів, світлофорних ліхтарів та інших компонентів, які забезпечують видимість і зрозумілість сигналів для водіїв і пішоходів. Встановлення світлофорного обладнання включає кілька ключових кроків і процесів.

Більш докладний опис цього процесу:

1) підготовка місця встановлення. Перед початком встановлення необхідно підготувати місце, де буде розташовуватися світлофор. Це може включати очищення області від перешкод, виділення достатнього простору для установки і забезпечення безпеки робочої зони;

2) монтаж опори. Світлофори зазвичай встановлюються на спеціальних опорах. Монтаж опори передбачає вибір відповідного місця для розміщення опори і встановлення фундаменту, який забезпечує стабільність і міцність конструкції. Потім опора встановлюється на фундамент і закріплюється відповідно до інструкцій виробника і місцевих норм;

3) монтаж світлофорних сигналів: після встановлення опори проводиться монтаж світлофорних сигналів. Це передбачає встановлення корпусів сигналів на опорі та підключення електричних проводів до відповідних контактів. Світлофори

зазвичай мають три основні сигнали: червоний, жовтий і зелений. Деякі моделі також можуть мати додаткові сигнали, наприклад, для пішоходів;

4) встановлення світлодіодних індикаторів. Світлодіодні індикатори використовуються для забезпечення яскравого і чіткого відображення світлофорних сигналів. Вони можуть бути встановлені всередині корпусів сигналів і під'єднані до електричної системи світлофора;

5) підключення електричної проводки: після встановлення світлофорного обладнання проводяться роботи з підключення електричної проводки. Це включає з'єднання проводів світлофора з електрощитом або іншим джерелом живлення, а також проведення необхідних електричних з'єднань між компонентами світлофора;

6) тестування та налаштування: після завершення встановлення світлофорного обладнання проводиться тестування його роботи. Перевіряються функціональність сигналів, яскравість індикаторів, правильність часових інтервалів та інші параметри. За необхідності проводяться налаштування і коригування для забезпечення оптимальної роботи світлофора;

7) завершення встановлення: після успішного тестування і налаштування світлофор вважається встановленим. Важливо провести остаточну перевірку якості установки і забезпечити відповідність місцевим нормам і вимогам безпеки.

2. Встановлення датчиків і сенсорів. Для роботи розумного світлофора необхідно встановити різні датчики і сенсори, які збирають інформацію про поточну інтенсивність руху, наявність транспортних засобів і пішоходів на перехресті. Ці дані використовуються для оптимізації режиму роботи світлофора.

Опис процесу встановлення датчиків і сенсорів:

1) вибір відповідного типу датчиків, які найкраще відповідають потребам і характеристикам конкретного перехрестя. Деякі з найпоширеніших типів датчиків для розумного світлофора включають інфрачервоні датчики, ультразвукові датчики, радары і відеокамери;

2) підготовка місця встановлення: після вибору датчиків проводять підготовку місця і визначення оптимального розташування для встановлення. Це може включати вибір місця на опорі світлофора або на навколишніх об'єктах, таких як стовпи або будівлі. Важливо встановити датчики таким чином, щоб вони забезпечували максимальну ефективність і покриття зони спостереження;

3) фізичне встановлення. Датчики і сенсори монтуються на обраних місцях відповідно до інструкцій виробника. Це може включати використання кріпильних елементів, металевих скоб або спеціальних тримачів для надійної фіксації датчиків. Встановлення може вимагати використання інструментів і обладнання для монтажу, таких як шуруповерти, гайкові ключі тощо;

4) підключення електричної проводки: після фізичного встановлення датчиків проводяться роботи з підключення електричної проводки. Це включає з'єднання проводів датчиків з електрощитом або іншим джерелом живлення. Важливо дотримуватися електричних схем та інструкцій виробника для правильного підключення;

5) тестування та налаштування: після завершення встановлення проводиться тестування та налаштування датчиків. Це охоплює перевірку правильності під'єднання, працездатності та узгодженості даних, які збирають датчики.

3. Монтаж пов'язаних систем. Розумний світлофор часто інтегрується з іншими системами, такими як системи керування трафіком, системи відеоспостереження та системи обробки даних. Монтаж і налаштування цих пов'язаних систем дають змогу світлофору ефективно реагувати на зміни в дорожній ситуації.

Цей процес має такі основні пункти:

1) ідентифікація необхідних пов'язаних систем, які потрібно інтегрувати з розумним світлофором. Це може включати системи управління трафіком, які контролюють і регулюють потоки транспорту на рівні міста або району, системи

відеоспостереження, які забезпечують відеозапис і моніторинг дорожньої ситуації, а також системи обробки даних, які аналізують і використовують інформацію про рух;

2) підключення та налаштування мережевого обладнання. Для зв'язку між світлофором та іншими системами потрібне мережеве обладнання, таке як комутатори, маршрутизатори та інше. Монтаж і налаштування цього обладнання включає підключення кабелів і налаштування мережевих налаштувань для забезпечення зв'язку між світлофором і пов'язаними системами;

3) програмування та налаштування інтерфейсів. Пов'язані системи зазвичай взаємодіють з розумним світлофором через програмні інтерфейси або протоколи. Монтаж пов'язаних систем охоплює програмування і налаштування цих інтерфейсів, щоб забезпечити правильну передачу даних і команд між системами;

4) тестування та інтеграція: після встановлення та налаштування пов'язаних систем проводиться тестування та інтеграція з розумним світлофором. Це охоплює перевірку правильності передавання даних і команд між системами, а також забезпечення сумісності та надійності роботи;

5) конфігурація та адаптація: залежно від вимог і особливостей дорожньої ситуації може знадобитися конфігурація та адаптація пов'язаних систем. Це може включати налаштування алгоритмів управління трафіком, визначення умов і правил перемикання світлофора, а також налаштування систем обробки даних для аналізу і прогнозування дорожнього руху;

6) навчання та обслуговування: після завершення монтажу та інтеграції пов'язаних систем потрібне навчання персоналу з використання та управління цими системами. Також важливо передбачити регулярне обслуговування і технічну підтримку для забезпечення безперервної роботи та ефективності пов'язаних систем.

4. Програмування та налаштування: розумний світлофор потребує програмного забезпечення для оптимізації роботи та управління рухом на перехресті. Це охоплює програмування алгоритмів, встановлення часових інтервалів, налаштування режимів роботи та адаптацію до змін у дорожній ситуації.

Детальніший опис цього процесу:

1) визначення вимог до програмування та налаштування пов'язаних систем. Це включає в себе розуміння функціональності, яку необхідно реалізувати, а також параметрів і налаштувань, які потрібно встановити для оптимальної роботи системи;

2) вибір програмного забезпечення та інструментів. Залежно від типу пов'язаних систем та їхніх вимог, обирають відповідне програмне забезпечення та інструменти для програмування та налаштування. Наприклад, це може бути спеціалізоване ПЗ для управління трафіком або програмне забезпечення для оброблення даних та аналітики;

3) розробка програмних інтерфейсів. Пов'язані системи зазвичай взаємодіють між собою через програмні інтерфейси, протоколи обміну даними або API. На цьому етапі проводиться розробка та налаштування цих інтерфейсів, щоб забезпечити правильну взаємодію між компонентами системи;

4) програмування логіки та алгоритмів: залежно від вимог і функціональності, програмування і налаштування включають розробку і реалізацію логіки та алгоритмів для управління системою. Наприклад, це може бути розробка алгоритмів перемикання світлофорів залежно від потоку трафіку або аналізу даних з датчиків для ухвалення рішень щодо оптимального управління рухом;

5) тестування і налагодження: після програмування і налаштування системи проводять тестування і налагодження, щоб переконатися в правильній роботі та відповідності вимогам. Це охоплює перевірку функціональності, обробку помилок і усунення можливих проблем і невідповідностей;

6) документація та документування. Важливою частиною програмування та налаштування є створення документації, яка описує виконану роботу, налаштування, алгоритми та інтерфейси, що використовуються, а також надає інструкції з використання та обслуговування системи;

7) оновлення та підтримка. З плином часу і розвитком технологій може знадобитися оновлення та підтримка програмного забезпечення і налаштувань

пов'язаних систем. Це охоплює моніторинг роботи системи, внесення змін до логіки або параметрів на основі вимог, що змінюються, а також забезпечення технічної підтримки для розв'язання проблем і запитань, що виникають у процесі експлуатації.

5. Підключення до центральної системи управління: у разі, якщо розумний світлофор інтегрований у центральну систему управління трафіком, потрібне його підключення до цієї системи. Це забезпечує координацію роботи світлофорів на кількох перехрестях і оптимізацію потоку транспорту.

Опис цього процесу:

1) визначення протоколу зв'язку, який буде використовуватися для підключення розумного світлофора до центральної системи управління. Це може бути протокол TCP/IP, MQTT, Modbus та інші, залежно від вимог і можливостей системи;

2) встановлення мережевого обладнання. Для під'єднання розумного світлофора до центральної системи керування потрібне мережеве обладнання, наприклад маршрутизатори, комутатори або інші мережеві пристрої. Вони забезпечують з'єднання і передачу даних між світлофорами і центральною системою;

3) налаштування мережевих параметрів: перед підключенням розумного світлофора до центральної системи управління необхідно налаштувати мережеві параметри. Це включає в себе налаштування IP-адреси, підмережі, шлюзу та інших мережевих налаштувань, щоб забезпечити коректну передачу даних через мережу;

4) встановлення протоколу та інтерфейсу: для під'єднання до центральної системи керування необхідно встановити відповідний протокол та інтерфейс. Це може включати налаштування клієнтського програмного забезпечення, вибір протоколу зв'язку та налаштування параметрів зв'язку;

5) автентифікація та авторизація. Для забезпечення безпеки та захисту центральної системи керування можуть знадобитися процедури автентифікації та авторизації. Це може включати налаштування облікових записів, видачу ключів

доступу або інші механізми для перевірки автентичності та авторизації світлофорів під час під'єднання до системи;

б) тестування і перевірка зв'язку: після під'єднання розумного світлофора проводять тестування і перевірку зв'язку між світлофором і центральною системою управління. Це охоплює передачу тестових даних, перевірку стабільності та надійності зв'язку, а також переконання в правильній роботі системи;

7) моніторинг та обслуговування: після успішного під'єднання розумного світлофора до центральної системи управління важливо здійснювати моніторинг та обслуговування системи. Це охоплює контроль стану зв'язку, моніторинг роботи світлофорів, розв'язання проблем, що виникають, і оновлення системи за потреби.

Щоб правильно встановити розумний світлофор на перехресті, необхідно виконати такі кроки:

1. Підготовка місця встановлення: виберіть відповідне місце для встановлення світлофора, переконайтеся, що воно відповідає вимогам безпеки та нормам дорожнього руху. Необхідно також встановити фундамент, який забезпечить стійкість світлофора.

2. Підключення електроживлення: переконайтеся, що є відповідне і безпечне електричне підключення, яке забезпечить енергію для роботи світлофора.

3. Встановлення компонентів: встановіть усі необхідні компоненти, такі як світлодіодні матриці, мікроконтролери, сенсори та інші пристрої, які забезпечують роботу світлофора.

4. Підключення до мережі: встановіть з'єднання між компонентами, щоб вони могли взаємодіяти один з одним і передавати дані.

5. Перевірка працездатності: після встановлення світлофора необхідно перевірити його працездатність, переконатися, що всі компоненти працюють правильно і відповідають вимогам дорожнього руху.

Під час встановлення розумного світлофора на перехресті необхідно також враховувати особливості конкретного перехрестя і вимоги дорожнього руху, щоб забезпечити безпеку всіх учасників дорожнього руху.

Під час встановлення розумного світлофора можуть виникнути різні проблеми, пов'язані з процесом монтажу та підключення електронних компонентів. Деякі з можливих проблем можуть включати:

1. Підключення електроживлення (світлофор може не працювати через неправильне підключення до джерела живлення або через нестабільність електромережі).

2. Кабелі і дроти (під час монтажу світлофора можуть виникнути проблеми з підключенням кабелів і дротів, що може призвести до неправильної роботи світлофора або поломки його компонентів).

3. Система кріплення (під час встановлення світлофора можуть виникнути проблеми з елементами кріплення, такі як канали кріплення, кабельні канали, роз'єми та захисні корпуси. Неправильне встановлення або вибір елементів кріплення може призвести до нестійкості світлофора, його пошкодження або падіння).

4. Програмне забезпечення (під час встановлення світлофора можуть виникнути проблеми з програмним забезпеченням, такі як неправильне налаштування параметрів або помилки в коді програми. Це може призвести до неправильної роботи світлофора або його поломки).

5. Навколишнє середовище (під час встановлення світлофора можуть виникнути проблеми з навколишнім середовищем: вітер, дощ, сніг або спека. Це може призвести до пошкодження світлофора або його компонентів, а також до його неправильної роботи).

6. Безпека (під час установлення світлофора необхідно враховувати вимоги безпеки, правильне розміщення світлофора і його компонентів, а також захист від

злону і несанкціонованого доступу. Неправильне встановлення світлофора може призвести до аварій на дорозі та інших небажаних наслідків).

2.8 Прототип мобільного застосунку для зручного користування розумним світлофором

Мобільний застосунок для розумного світлофора - це зручний інструмент для водіїв, що дає змогу не тільки отримувати інформацію про стан світлофора, а й використовувати його для навігації, отримання інформації про погоду та порушення ПДР, а також звернутися по допомогу до служби підтримки. Нижче на рис. 2.8 розглянемо можливий вигляд і опишемо функції які може містити такий застосунок.

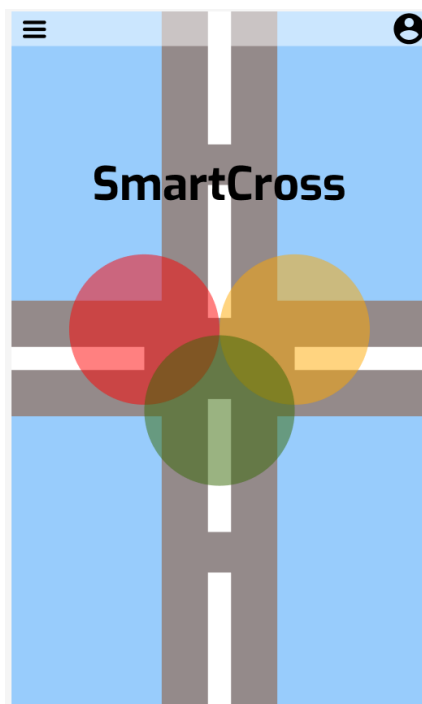


Рисунок 2.8 – Стартове вікно застосунку

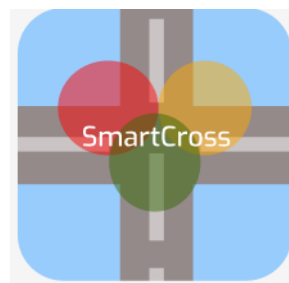


Рисунок 2.9 – Іконка мобільного застосунку

Додаток має простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який дає змогу швидко отримати необхідну інформацію. На стартовому вікні розташовується меню і вікно авторизації користувача. У вікні меню знаходяться головні функції, які необхідні водієві для зручного користування додатком, такі як навігація, стан світлофорів, порушення ПДР, погода і служба підтримки (рис. 2.10). У вікні авторизації водій вводить свої персональні дані, дані автотранспорту і своє місцеположення для коректної роботи навігації (рис. 2.11).

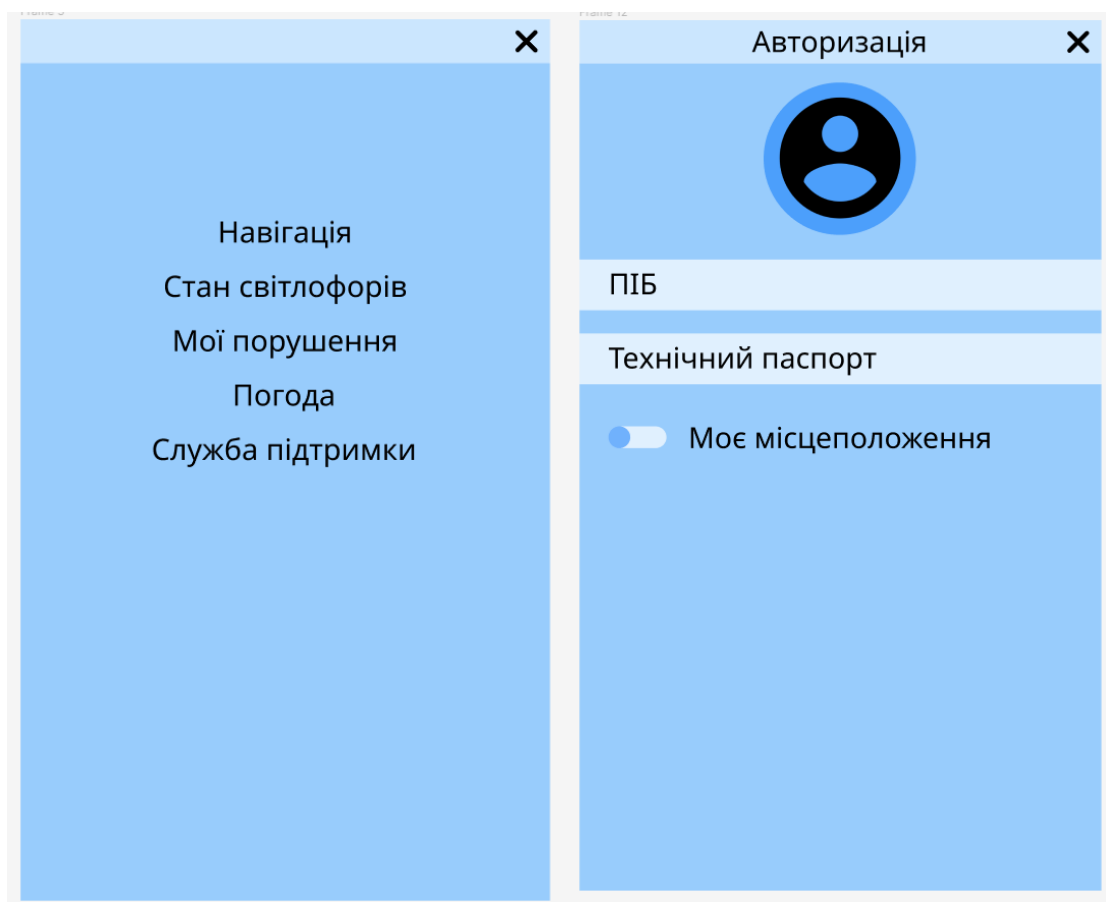


Рисунок 2.10, 2.11 – Інтерфейс головного меню, вікно авторизації

На рис. 2.12 зображене вікно навігації, де, з легкістю, водій може прокласти маршрут до потрібного пункту, побачити свій шлях, альтернативні варіанти подорожі, затори чи місця дорожньо-транспортних пригод, щоб витратити на дорогу мінімальну кількість часу.

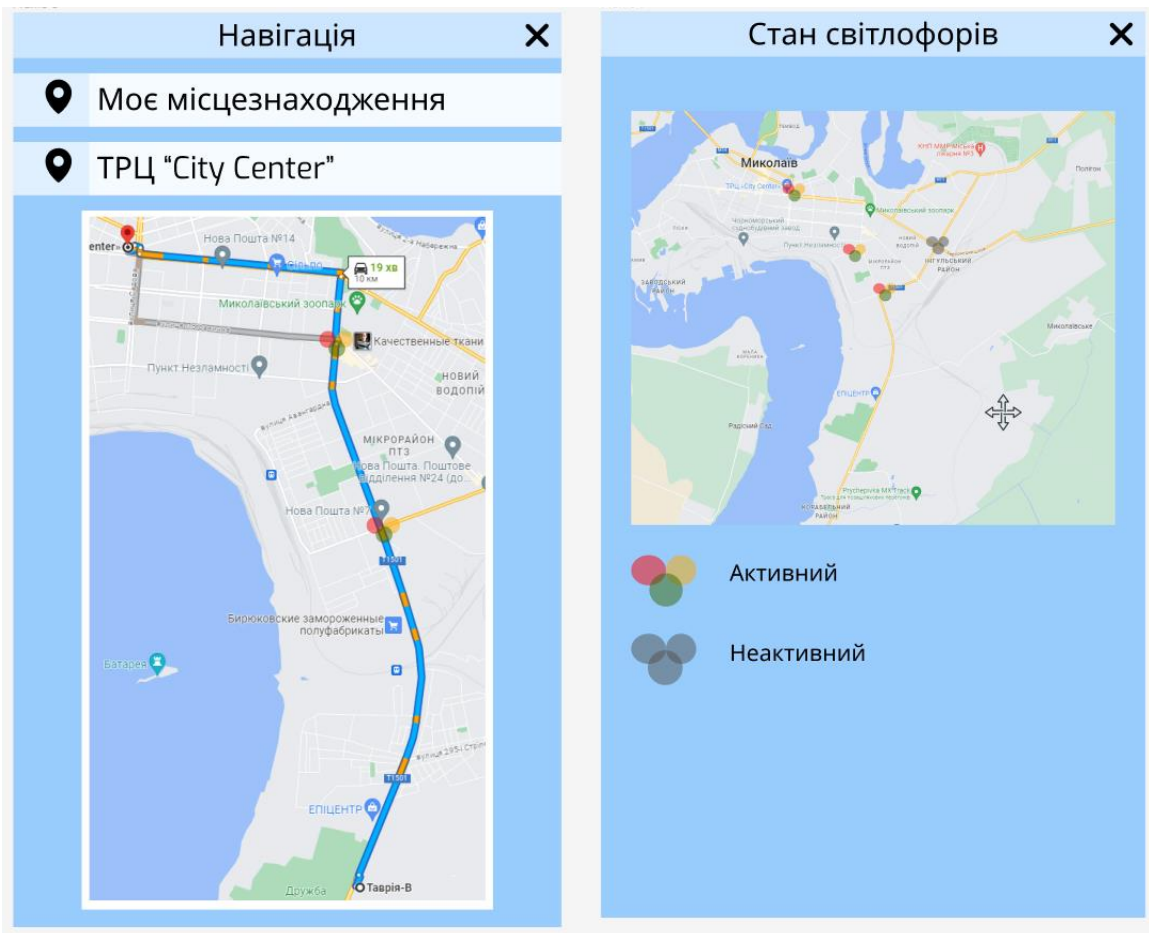


Рисунок 2.12, 2.13 – Вікно навігації, карта стану світлофорів

На рис. 2.13 бачимо карту на якій відображається стан світлофорів, де кольоровий значок означає активний розумний світлофор, а сірий - неактивний. В навігації також враховується стан світлофорів і для економії часу будуть показані альтернативні маршрути.

У разі порушень ПДР додаток також надає інформацію про правила дорожнього руху, а також вказує на порушення, які найчастіше трапляються, і штрафи за них.

На рис. 2.14 бачимо вікно, де будуть відображатися поточні штрафи за порушення, оскільки камери, якими обладнаний розумний світлофор дає змогу розпізнавання номерних знаків автотранспорту. Така функція запобігає випадкам

аварійних ситуацій і дорожньо-транспортних пригод, що убезпечить рух на перехрестях, де частіше за все виникають такі ситуації.

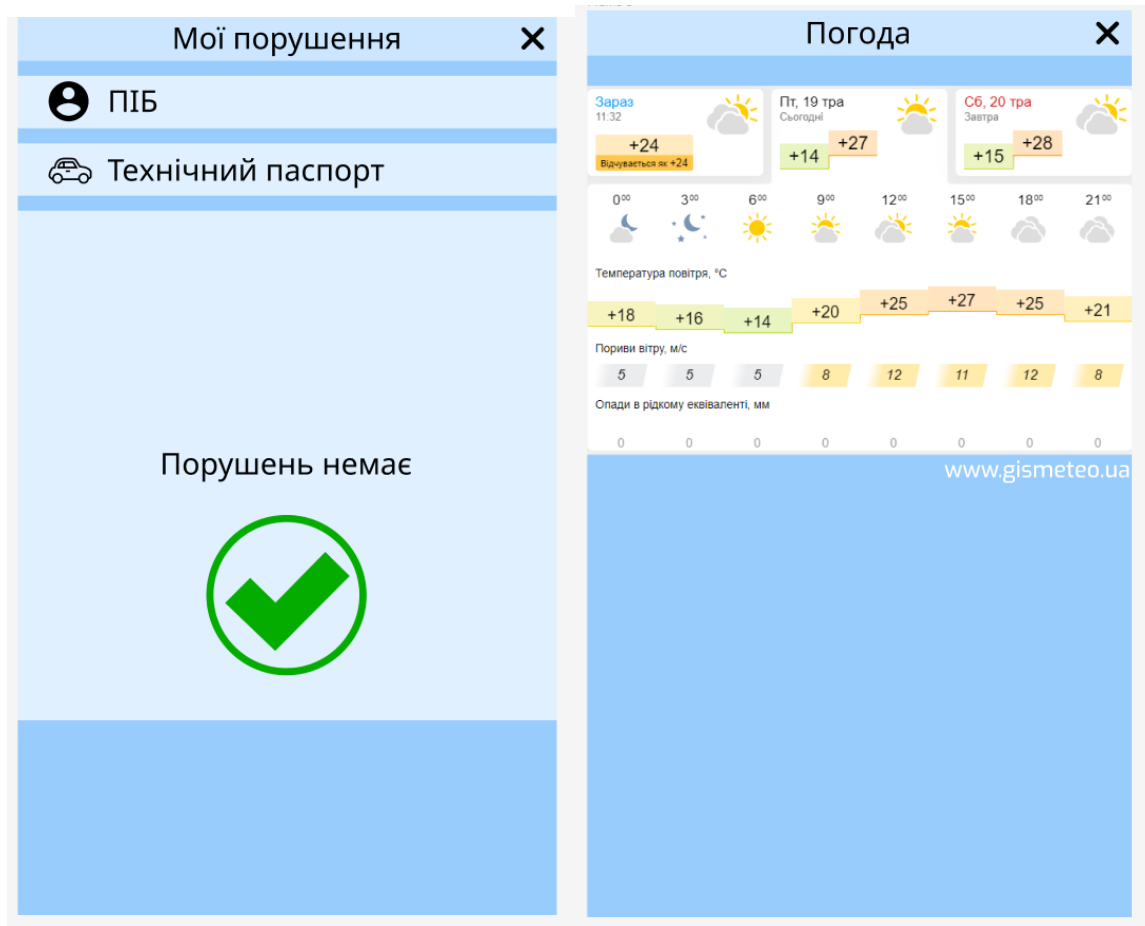


Рисунок 2.14, 2.15 – Вікно відображення порушень ПДР, інформація про погодні умови

Крім того, додаток надає інформацію про погоду (рис. 2.15). Користувач може дізнатися поточну температуру, швидкість вітру, вологість і прогноз погоди на найближчі дні. Це дає змогу водіям бути готовими до будь-яких погодних умов і обирати маршрути, враховуючи їх.

Додаток має службу підтримки (рис. 2.16), яка дає змогу звернутися по допомогу в разі виникнення проблем або запитань. Користувач може надіслати повідомлення, або зателефонувати до служби підтримки безпосередньо з додатка та отримати швидку та кваліфіковану відповідь на своє запитання.

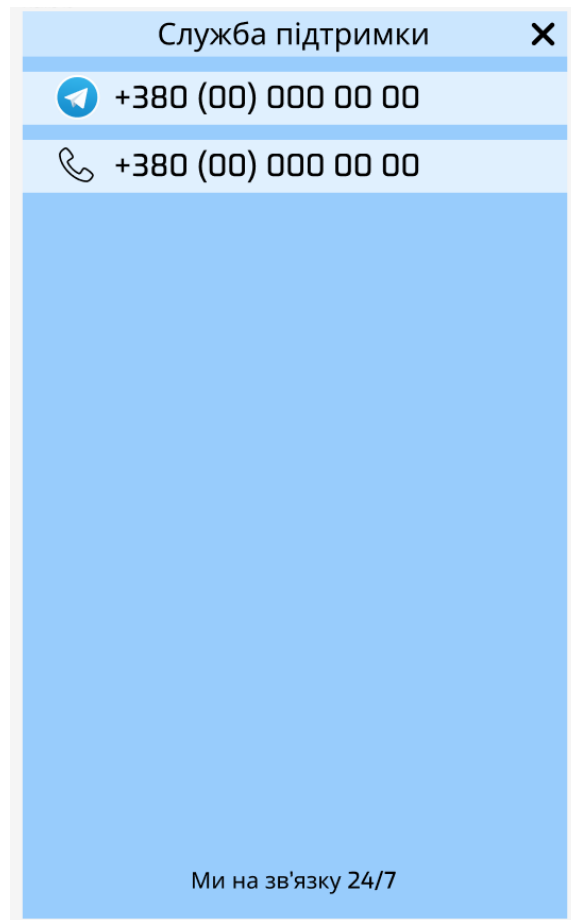


Рисунок 2.16 – Вікно служби підтримки

2.9 Передача даних з розумного світлофора

Для передачі інформації з розумного світлофора на мобільний застосунок можна використовувати різні технології та протоколи, такі як Bluetooth [10], Wi-Fi [9], NFC [11] (безконтактний міжпідлоговий зв'язок) або стільниковий зв'язок.

Наприклад, розумний світлофор може бути оснащений Bluetooth-модулем, який дає змогу пристроям, що підтримують Bluetooth, обмінюватися даними. Для передачі інформації на мобільний додаток можна використовувати Bluetooth Low Energy (BLE), який споживає менше енергії, ніж звичайний Bluetooth, і дає змогу передавати дані на більш далекі відстані.

Інший варіант - використання Wi-Fi. Розумний світлофор може бути підключений до локальної мережі Wi-Fi, і мобільний додаток може отримувати дані

через цю мережу. Цей метод дає змогу передавати великі обсяги даних на великі відстані.

Також можна використовувати NFC, який дає змогу передавати дані на короткі відстані (зазвичай до 10 см). Цей метод може бути зручний для передачі невеликих обсягів даних, таких як ідентифікаційні номери або URL-адреси.

Використання стільникового зв'язку для передачі даних з розумного світлофора на мобільний додаток. У цьому разі пристрій має бути оснащений GSM-модулем або подібним пристроєм, який дає змогу передавати дані через мобільну мережу.

Для застосування розумного світлофора найрозумніше використовувати передачу даних через WI-FI, оскільки він працює на довших відстанях, що дуже важливо, адже користувачі перебуватимуть у дорозі, а це не потребує наявності мобільної мережі інтернету (стільникового зв'язку).

Висновки до другого розділу

1. Створена функціональна схема і блок-схема алгоритму роботи розумного світлофору для повного розуміння функціоналу світлофора.
2. Створена електрична принципова схема роботи світлофора. Вона описує, які компоненти використовуються в такій системі і як вони з'єднані один з одним. Крім того, електрична принципова схема дозволяє перевірити коректність з'єднання компонентів та забезпечити правильну роботу всієї системи.
3. Створена 3D модель розумного світлофора, яка дозволяє візуалізувати та протестувати ергономіку та естетику його дизайну. Модель створена з урахування всіх компонентів і функцій, які повинен виконувати розумний світлофор.
4. Вибрані основні компоненти для розумного світлофора, вибір яких ґрунтувався на їх технічних характеристиках, ефективності, надійності та ціні. Обрані компоненти будуть оптимальні для реалізації задач розумного світлофора.

5. Створений та описаний прототип мобільного додатку для зручного користування розумним світлофором. Він має багато зручних функцій для водіїв автотранспорту, такі як навігація, прогноз погоди, перегляд правопорушень ПДР тощо. Також застосунок має зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи:

1. На основі проведеного аналізу існуючих методів регулювання перетину перехресть автотранспортом, обрано найефективніший метод – розумний світлофор, який дає змогу знизити фактори ризику, яку можуть вплинути на безпеку і благополуччя людей під час керування транспортним засобом.

2. Створені та описані функціональна схема, блок-схема алгоритму та електрична принципова схема роботи розумного світлофора. Схеми є важливою частиною складовою проектування і моделювання світлофора, вони повинні описувати логіку роботи світлофора, а також надавати основну інформацію для коректного з'єднання компонентів системи та її правильної роботи. Також створена 3D модель розумного світлофора, яка дозволяє візуалізувати сам світлофор і перевірити його ергономіку та естетичний дизайн. Створений та описаний прототип мобільного додатку для зручного користування розумним світлофором, який включає в себе навігацію для водіїв, прогноз погоди на найближчі дні та має інші необхідні для водіїв функції.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. AASHTO. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D.C.: 2011 (дата звернення: 09.05.2023).
2. TRB. Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.: 2010 (дата звернення: 09.05.2023).
3. Douglas V. Jones: The Royal Town of Sutton Coldfield — A Commemorative History, Westwood Press 1994, ISBN 0-9502636-7-2 (дата звернення: 09.05.2023).
4. "Opel Insignia to feature traffic sign recognition system". Archived from the original on 2010-10-26 (дата звернення: 10.05.2023).
5. McShane, Clay (March 1999). "The Origins and Globalization of Traffic Control Signals" (дата звернення: 10.05.2023).
6. BBC News. Roundabout Magic (дата звернення: 10.05.2023).
7. ПДР України. Розділ "Загальні положення, пункт "острівок безпеки" (дата звернення: 10.05.2023).
8. "'Smart' traffic signals cut air pollution in Pittsburgh". McCain, Inc. September 25, 2012. Archived from the original on October 10, 2013. Retrieved September 28, 2012 (дата звернення: 11.05.2023).
9. Як працює Bluetooth: вебсайт URL: <https://www.jabra.com/fq/how-does-bluetooth-headset-work#:~:text=A%20Bluetooth%C2%AE%20device%20works,smartphones%2C%20laptops%20and%20portable%20speakers> (дата звернення: 11.05.2023).
10. Що таке Wi-Fi: вебсайт URL: <https://www.verizon.com/articles/internet-essentials/wifidefiniton/#:~:text=Wi%2DFi%20is%20the%20radio,internet%20by%20wire%20or%20cable> (дата звернення: 11.05.2023).
11. Що таке NFC і як це працює? : вебсайт URL: <https://www.androidauthority.com/what-is-nfc-270730/> (дата звернення: 11.05.2023).
12. The European Road Assessment Programme (дата звернення: 11.05.2023).

13. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКДД. Схеми. Види та типи. Загальні вимоги до виконання (дата звернення: 11.05.2023).
14. "1971: Microprocessor Integrates CPU Function onto a Single Chip". The Silicon Engine. Computer History Museum (дата звернення: 12.05.2023).
15. ATmega16U4/32U4 [DATASHEET] сторінка 18 (дата звернення: 12.05.2023).
16. Original data sheet for PIC12F508/509/16F505 devices сторінка 7 (дата звернення: 12.05.2023).
17. Microchip ATMEGA48 Datasheet (дата звернення: 12.05.2023).
18. УкрІнфоСистеми: вебсайт URL: <https://ukrinfosystems.com.ua/ru/catalogue/axis/price> (дата звернення: 12.05.2023).
19. Надзор: вебсайт URL: <https://nadzor.ua/product/hikvision-ids-2cd7a26g0p-izhs-8-32-mm> (дата звернення: 13.05.2023).
20. Телемарт: вебсайт URL: <https://telemart.ua/ua/products/bosch-dinion-nti-50022-a3s/> (дата звернення: 13.05.2023).
21. Інтернет-магазин тепловізорів: вебсайт URL: <https://seekpro.com.ua/thermal-camera/teplovizor-flir-one-pro-dlya-android-usb-c/> (дата звернення: 13.05.2023).
22. Інтернет-магазин Rozetka: вебсайт URL: <https://rozetka.com.ua> (дата звернення: 13.05.2023).
23. Carled (електронні радіокомпоненти): вебсайт URL: <https://car-led.org/ua/p17827335-led-nichia-ns31183t.html> (дата звернення: 14.05.2023).
24. ForLed: вебсайт URL: https://forled.com.ua/cree-xt-e-3000-k-90-cri-20-mm?gclid=CjwKCAjwx_eiBhBGEiwA15gLN16fbWiDVSsw8ouM434lwsYxYrtU-Bay5I5aciRplmSqmYcf1W9vsExoC3hkQAvD_BwE (дата звернення: 14.05.2023).
25. Lumileds: вебсайт URL: <https://lumileds.com/products/high-power-leds/luxeon5050/> (дата звернення: 14.05.2023).

26. Ultrasonic and Passive Infrared Sensor Integration for Dual Technology User Detection Sensors (дата звернення: 14.05.2023).

27. Офіційний сайт Bosch: вебсайт URL: <https://www.bosch-sensortec.com/products/motion-sensors/accelerometers/bma456/> (дата звернення: 14.05.2023).

28. Мій Проект: вебсайт URL: <https://myproject.com.ua/3-osoviy-akselerometr-adx1345-gy-291-ua.html> (дата звернення: 14.05.2023).

29. Мережа магазинів радіодеталей: вебсайт URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/TLV493DA1B6HTSA2.html>
<https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/TLV493DA1B6HTSA2.html> (дата звернення: 18.05.2023).

30. Інтернет-магазин 070: вебсайт URL: https://070.com.ua/ua/product/-akkumuljator-litievuj-panasonic-ncr-18650-b-37v-68a-3400mah-28-1005but/?utm_source=Nadavi (дата звернення: 18.05.2023).

31. WaterMart: вебсайт URL: <https://watermart.ua/akkumulyator-agm-genesis-nrx-35tfr-35w-cell-15-min-12v.html> (дата звернення: 18.05.2023).

32. Інтернет-магазин Епіцентр: вебсайт URL: <https://epicentrk.ua/shop/mp/ac-akumulyatorna-batareya-yuasa-np7-12-12v-7ah-1eba9364-fe82-65ee-8aee-6d9d7abdf886.html> (дата звернення: 22.05.2023).

33. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення. Чинний від 1995-01-01. — К.: Держспоживстандарт України (дата звернення: 22.05.2023).

34. Onshape: вебсайт URL: <https://www.onshape.com/en/> (дата звернення: 22.05.2023).

35. SteelService: вебсайт URL: <https://steelservice.com.ua/aisi-304/amp/> (дата звернення: 23.05.2023).

36. EN 1748-1-1:2004. "Glass in building - Special basic products - Borosilicate glasses - Part 1-1: Definition and general physical and mechanical properties" (дата звернення: 23.05.2023).

37. Britannica: вебсайт URL: <https://www.britannica.com/science/metal-chemistry>
(дата звернення 25.05.2023).

ДОДАТОК А

Код для коректної роботи розумного світлофора

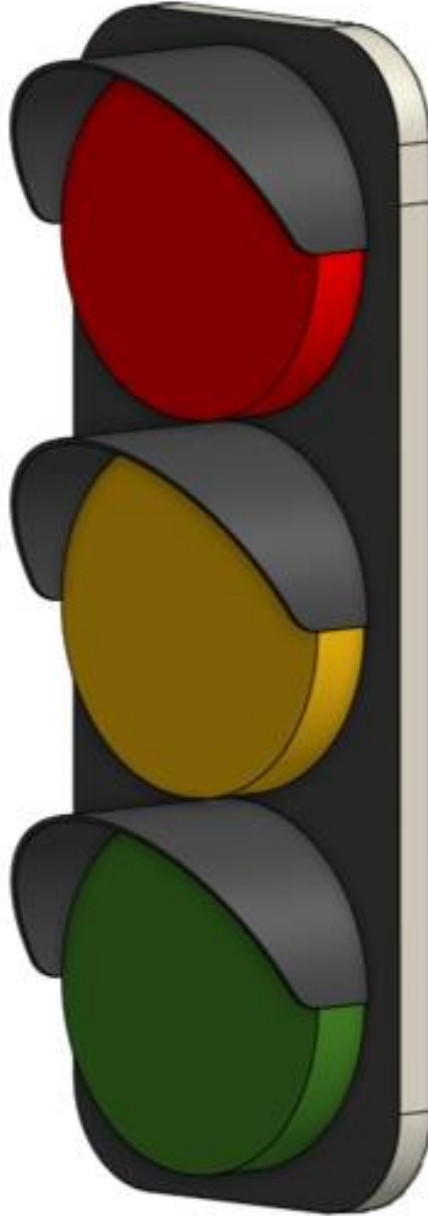
```

1 #include <avr/io.h>
2 #include <util/delay.h>
3
4 // Визначення пінів для керування світлодіодною матрицею
5 #define GREEN_PIN 4
6 #define YELLOW_PIN 3
7 #define RED_PIN 2
8
9 // Функція для увімкнення світлодіода певного кольору
10 void activateLED(uint8_t pin) {
11     PORTB |= (1 << pin);
12 }
13
14 // Функція для вимкнення всіх світлодіодів
15 void deactivateLEDs() {
16     PORTB &= ~( (1 << GREEN_PIN) | (1 << YELLOW_PIN) | (1 << RED_PIN)); // Встановлюємо логічний рівень LOW на всіх пінах
17 }
18
19 int main(void) {
20     // Налаштування пінів керування світлодіодною матрицею як виходи
21     DDRB |= (1 << GREEN_PIN) | (1 << YELLOW_PIN) | (1 << RED_PIN);
22
23     while (1) {
24         // Режим 1
25         activateLED(GREEN_PIN);
26         _delay_ms(40000);
27         deactivateLEDs();
28
29         activateLED(YELLOW_PIN);
30         _delay_ms(1000);
31         deactivateLEDs();
32
33         activateLED(RED_PIN);
34         _delay_ms(19000);
35         deactivateLEDs();
36
37         // Режим 2
38         activateLED(GREEN_PIN);
39         _delay_ms(60000);
40         deactivateLEDs();
41
42         activateLED(YELLOW_PIN);
43         _delay_ms(1000);
44         deactivateLEDs();
45
46         activateLED(RED_PIN);
47         _delay_ms(27000);
48         deactivateLEDs();
49
50         // Режим 3
51         activateLED(GREEN_PIN);
52         _delay_ms(80000);
53         deactivateLEDs();
54
55         activateLED(YELLOW_PIN);
56         _delay_ms(1000);
57         deactivateLEDs();
58
59         activateLED(RED_PIN);
60         _delay_ms(29000);
61         deactivateLEDs();
62     }
63
64     return 0;
65 }

```

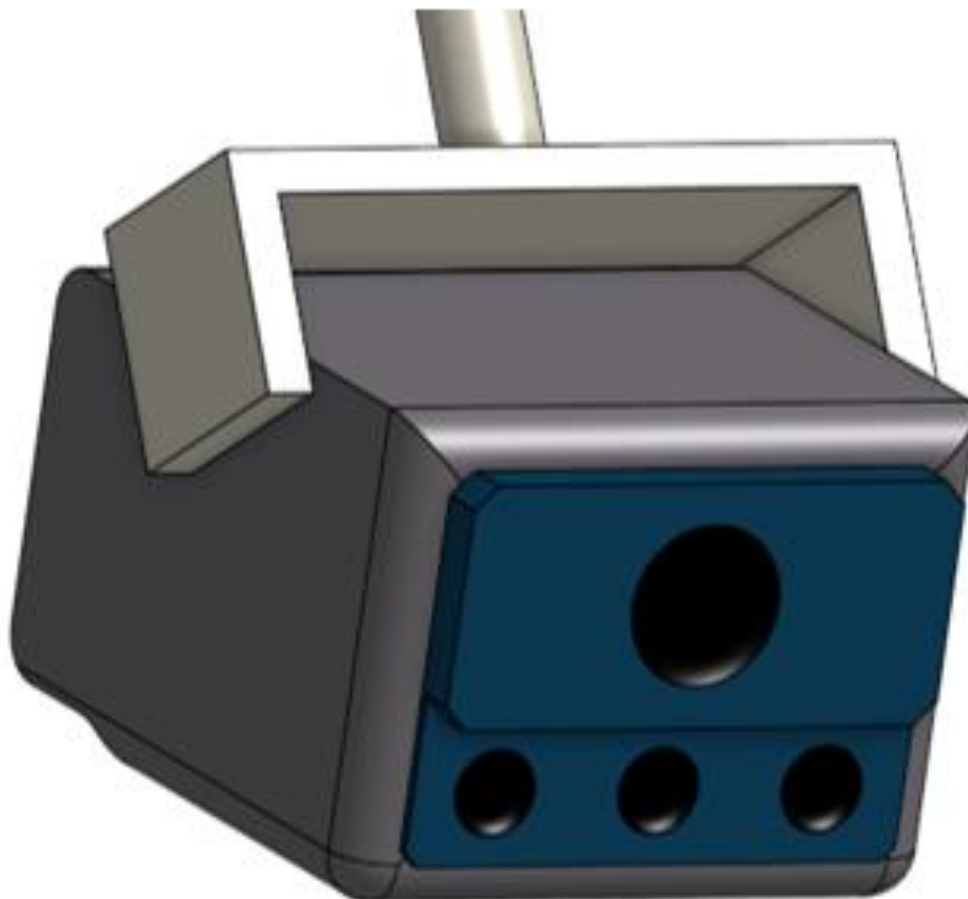

ДОДАТОК Б

3D модель розумного світлофора



ДОДАТОК В

3D модель камери для розумного світлофора



ДОДАТОК Г

Приклад перехрестя, яке може регулюватися розумним світлофором



ДОДАТОК І

Приклад перехрестя, яке може регулюватися розумним світлофором



ДОДАТОК Д

Схематичний вигляд перехрестя з встановленим розумним світлофором



ДОДАТОК Е

3D модель розумного світлофора



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА БЕЗПЕЧНОГО ПРОЇЗДУ
ПЕРЕХРЕСТЯ АВТОТРАНСПОРТОМ**

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА З ОХОРОНИ ПРАЦІ

151 – КРБ – 471. 21917106

Студент

_____ Д. А. Лихой
«__» _____ 2023 р.

Консультант кандидат техн. наук, доцент

_____ А.О. Алексеєва
«__» _____ 2023 р.

Миколаїв – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
3.1 Професійні ризики водіїв автотранспортних засобів	4
3.2 Законодавчі та нормативні акти з охорони праці в автотранспортній галузі .	5
3.3 Організаційні заходи з охорони праці для водіїв	6
3.4 Технічні заходи з охорони праці для водіїв	10
ВИСНОВКИ	13
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	14

ВСТУП

Охорона праці є невід'ємною складовою піклування про безпеку та здоров'я працівників у всіх сферах діяльності, і автотранспортна індустрія не є винятком. Водії автотранспортних засобів відіграють ключову роль у забезпеченні перевезення вантажів і пасажирів, їхня робота нерозривно пов'язана з підвищеними ризиками та небезпеками на дорогах. Тому важливо звертати особливу увагу на охорону праці водіїв, щоб забезпечити їм безпечні умови праці та запобігти можливим аваріям і травмам.

Водії автотранспортних засобів займають відповідальну і нерідко напружену професію, яка вимагає не тільки віртуозного керування автомобілем, а й постійної уваги до безлічі факторів на дорозі. Вони стикаються з ризиками, пов'язаними з дорожніми пригодами, поганими погодними умовами, тривалими періодами сидіння за кермом і стресовими ситуаціями. У таких умовах безпека і благополуччя водіїв стають пріоритетними завданнями для організацій і державних органів.

Охорона праці для водіїв автотранспортних засобів націлена на запобігання професійним ризикам і небезпекам, пов'язаним з їхньою роботою, а також на забезпечення найкращих умов для збереження їхнього здоров'я. Це включає в себе застосування відповідних запобіжних заходів, навчання водіїв правилам безпеки, регулярні медичні огляди та проведення профілактичних заходів.

3.1 Професійні ризики водіїв автотранспортних засобів

Роль водіїв автотранспортних засобів у суспільстві та економіці є неоціненною. Вони здійснюють перевезення вантажів і пасажирів, забезпечуючи функціонування транспортної системи та задоволення потреб суспільства в переміщенні. Однак, пов'язана з цією професією робота несе низку професійних ризиків і небезпек.

Одним з основних ризиків, з якими стикаються водії автотранспортних засобів, є дорожні пригоди. Перевезення вантажів або пасажирів пов'язане з інтенсивним рухом на дорогах, де можливі аварії, зіткнення та небезпечні ситуації. Водії повинні постійно бути уважними та пильними, вміти передбачати можливі небезпеки та вживати заходів для запобігання аваріям [9].

Погані погодні умови також становлять серйозний ризик для водіїв. Дощ, сніг, ожеледь, туман та інші атмосферні явища можуть знизити видимість, погіршити зчеплення з дорогою і підвищити ймовірність дорожньо-транспортних пригод. Водії мають бути готовими до таких умов, дотримуватися відповідних правил і вживати запобіжних заходів для безпечного руху.

Тривалий час, проведений за кермом, також може чинити негативний вплив на здоров'я водіїв. Багато водіїв стикаються з проблемами, пов'язаними з тривалим сидінням у незручних позах, монотонною роботою і обмеженим фізичним рухом. Це може призводити до м'язових і скелетних захворювань, стомлюваності, проблем зі спиною і суглобами.

Стрес і психологічне напруження також є значущими ризиками для водіїв. Вони часто стикаються з тиском часу, вимогами до точності та відповідальності, а також з конфліктами на дорозі. Це може призводити до емоційного і психологічного перенапруження, підвищеного рівня стресу і впливати на загальний добробут і здоров'я водіїв [9].

Крім цих основних ризиків, водії також піддаються іншим факторам, таким як вплив шкідливих речовин (наприклад, викиди відпрацьованих газів), шум, вібрації тощо. Усі ці фактори можуть чинити негативний вплив на здоров'я водіїв.

Для забезпечення безпеки і благополуччя водіїв автотранспортних засобів необхідно вживати відповідних заходів охорони праці, включно з навчанням з безпеки на дорозі, використанням захисного екіпірування, регулярними медичними оглядами та розробленням політики охорони праці в автотранспортній галузі.

3.2 Законодавчі та нормативні акти з охорони праці в автотранспортній галузі

Правовою основою охорони праці на автомобільному транспорті є [8]:

- Конституція України;
- ЗУ «Про охорону праці»;
- ЗУ «Про дорожній рух»;
- Правила дорожнього руху України;
- Правила охорони праці на автомобільному транспорті ДНАОП 0.00-1.28-97, які затверджені Наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці (тепер – Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничому нагляду) від 13.01.97 №5, та які погодженні листом Міністерства транспорту і зв'язку України від 11.06.96 №6/22–17-2907 і які введені в дію 1.10.1997;
- Санітарні правила з гігієни праці водіїв автомобілей;
- Правила перевезень вантажів автомобільним транспортом України;
- Правила технічної експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту;
- Норми технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту ОНТП 01-91;

- Положення про профілактичне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту.

Для ефективного здійснення автомобільних перевезень необхідне суворе дотримання діючих на автомобільному транспорті правил охорони праці. Автомобіль є джерелом підвищеної небезпеки, і до його експлуатації пред'являються підвищені вимоги. Тому актуальним та важливим в контексті вивчення автомобільних перевезень є розгляд питання про організацію роботи з охорони праці на автомобільному транспорті.

Загальне керівництво роботою по охороні праці згідно Закону України " «Про охорону праці» в цілому на підприємстві покладається на його власника (керівника). Основні обов'язки і права адміністративно-технічного персоналу по охороні праці містяться в галузевих Правилах з охорони праці і посадових інструкціях [10].

На створення безпечних умов праці витрачаються великі суми, які з року в рік зростають. На підприємствах, крім директора і головного інженера, відповідальних за виконання завдань по створенню безпечних умов праці, є інженери з охорони праці, які проводять систематичну роботу по техніці безпеки і виробничої санітарії.

За забезпеченням безпечних умов праці ведуть нагляд Прокуратура України, Державтоінспекція, Держгірпромнагляд і технічна інспекція ради профспілок. Окрім державного контролю за дотриманням трудового законодавства, велика роль відводиться громадським організаціям.

3.3 Організаційні заходи з охорони праці для водіїв

3.3.1 Навчання та сертифікація водіїв за правилами безпеки на дорозі

Навчання та сертифікація водіїв за правилами безпеки на дорозі є важливою частиною охорони праці для водіїв автотранспортних засобів. Метою такого навчання є підвищення обізнаності водіїв щодо правил дорожнього руху,

зниження ризику дорожньо-транспортних пригод і підвищення безпеки на дорогах.

Навчання з правил безпеки на дорозі включає в себе такі аспекти [11].:

1. Правила дорожнього руху: водії мають бути ознайомлені з основними правилами і вимогами, що регулюють рух на дорогах, такими як пріоритет, розмітка, сигналізація, обгін тощо. Навчання охоплює вивчення і розуміння цих правил та їх застосування на практиці.

2. Техніка безпечного водіння: водії мають бути навчені ефективним технікам водіння, які допоможуть їм уникати небезпечних ситуацій і приймати правильні рішення на дорозі. Це включає в себе управління швидкістю, оглядовість, безпечне проходження, вміння передбачати можливі небезпеки тощо.

3. Екстрені ситуації та перша допомога: водії мають знати, як реагувати на екстрені ситуації на дорозі, такі як аварії, пожежі або нещасні випадки. Вони повинні знати, як надати першу допомогу постраждалим і дотримуватися протоколів дій у разі аварійних ситуацій.

4. Обізнаність про безпеку: навчання має включати підвищення обізнаності водіїв про можливі небезпеки на дорозі, такі як п'яне водіння, порушення правил безпеки іншими учасниками руху тощо. Водії мають бути здатні розпізнавати та уникати таких ситуацій.

Сертифікація водіїв є процесом офіційного підтвердження їхньої кваліфікації та знань з правил безпеки на дорозі. Це може включати теоретичні та практичні іспити, а також перевірку навичок водіння. Сертифікат підтверджує, що водій пройшов відповідне навчання і має необхідні знання та навички для безпечного керування автотранспортним засобом [2].

Навчання та сертифікація водіїв за правилами безпеки на дорозі є важливим кроком у покращенні безпеки та зниженні ризику дорожньо-транспортних пригод. Це допомагає забезпечити безпечні умови праці для водіїв і захистити їхнє здоров'я та благополуччя, а також безпеку інших учасників дорожнього руху.

3.3.2 Організація регулярних медичних оглядів і контролю здоров'я водіїв

Організація регулярних медичних оглядів і контролю здоров'я водіїв є важливою складовою охорони праці для водіїв автотранспортних засобів. Ці заходи спрямовані на підтримання фізичної та психологічної готовності водіїв, а також на виявлення можливих захворювань або станів, які можуть негативно вплинути на безпеку на дорозі.

З цією метою на кожному підприємстві, установі, організації, які мають транспортні засоби, необхідно організовувати і в обов'язковому порядку проводити перед-рейсові медичні огляди водіїв транспортних засобів.

Порядок проведення медичних оглядів водіїв транспортних засобів, визначено у Положенні про медичний огляд кандидатів у водії та водіїв транспортних засобів, що затверджений наказом Міністерства охорони здоров'я України та Міністерства внутрішніх справ України від 31.01.2013 № 65/80 і зареєстрований в Міністерстві юстиції України 22 лютого 2013 за № 308/22840.

Під час найму нових водіїв необхідно проводити обов'язкові медичні огляди для переконання в їхній фізичній та психологічній готовності до водіння. Це допомагає виключити наявність захворювань або станів, які можуть бути перешкодою для безпечного водіння [6].

Також, водії повинні проходити періодичні медичні огляди, згідно з вимогами та рекомендаціями медичних експертів і законодавства. Частота і зміст цих оглядів можуть варіюватися залежно від законодавства і політики організації, але вони зазвичай включають перевірку зору, слуху, серцево-судинної системи, нервової системи та інших сфер здоров'я, які можуть мати вплив на безпеку водіння.

У деяких випадках можуть знадобитися спеціалізовані медичні обстеження залежно від особливостей роботи водіїв. Наприклад, водіям вантажних автомобілів можуть знадобитися додаткові обстеження для виявлення фізичних

обмежень або станів, які можуть вплинути на маневреність або здатність обслуговувати спеціальні види вантажів.

Крім фізичного огляду, психологічне тестування і консультування можуть бути корисними інструментами для виявлення психологічних проблем або стресових станів, які можуть негативно вплинути на безпеку на дорозі. Це може допомогти в попередженні можливих проблем і наданні підтримки водіям.

Організація регулярних медичних оглядів і контролю здоров'я водіїв не тільки сприяє безпеці на дорозі, а й дбає про здоров'я і благополуччя самих водіїв. Ці заходи допомагають виявляти та запобігати можливим захворюванням, усувати ризики та забезпечувати безпечні умови праці для водіїв автотранспортних засобів.

3.4 Технічні заходи з охорони праці для водіїв

3.4.1 Вибір та обслуговування безпечних автотранспортних засобів

Вибір і обслуговування безпечних автотранспортних засобів є важливими організаційними заходами з охорони праці для водіїв.

Організації повинні прагнути до придбання та використання автотранспортних засобів, які відповідають вимогам безпеки. Це охоплює перевірку відповідності транспортних засобів дорожнім нормам і стандартам безпеки, наявність необхідних систем *passivet* і *active safety*, а також забезпечення комфорту та ергономіки для водія.

Правильне технічне обслуговування автотранспортних засобів є невід'ємною частиною забезпечення їхньої безпеки. Регулярні перевірки та обслуговування автомобілів, включно з гальмівною системою, світловим обладнанням, шинами, рульовою системою та іншими важливими компонентами, допомагають запобігати можливим аварійним ситуаціям, пов'язаним із технічними недоліками [5].

Водіям слід надати відповідне навчання щодо безпечного використання конкретних автотранспортних засобів, з якими вони працюють. Це охоплює знайомство з функціями безпеки, системами попередження та допомоги під час водіння, а також правильне використання всіх керуючих елементів і компонентів автомобіля.

Організації можуть використовувати системи моніторингу, такі як тахографи або телематичні системи, для відстеження продуктивності та безпеки водіїв. Це дає змогу виявляти проблемні області та надавати зворотний зв'язок водіям, щоб вони могли поліпшити свої навички та дотримуватися правил безпеки на дорозі [3].

Також при користуванні автотранспортних засобів забороняється [7]:

- перевезення людей на безбортових платформах, на вантажі, розміщеному на рівні чи вище бортів кузова, на довгомірному

вантажі і поряд з ним, на цистернах, причепах та напівпричепах усіх типів, у кузовах автомобілів-самоскидів і спеціалізованих автомобілів;

- перевезення у кабіні, кузові, салоні більшої кількості людей, ніж обладнано місць для сидіння або вказано у паспорті заводу-виготовлювача;
- рух автомобіля з відкритими дверима і при знаходженні людей на підніжках;
- вистрибувати із кабіни чи кузова автомобіля.

При заправленні автомобілів забороняється:

- палити та користуватися відкритим вогнем;
- проводити ремонтні та регулювальні роботи;
- заправляти автомобіль паливом при працюючому двигуні.

3.4.2 Використання та обслуговування захисної екіпіровки, включно з ременями безпеки, шоломами, захисними окулярами тощо

Використання та обслуговування захисної екіпіровки є важливими організаційними заходами з охорони праці для водіїв автотранспортних засобів.

Ремені безпеки є одним з основних засобів безпеки в автотранспортних засобах. Водії мають навчитися правильному використанню пасків безпеки і зобов'язані надягати їх під час руху. Організації повинні забезпечити наявність робочих пасків безпеки в автомобілях і перевіряти їхній стан на предмет пошкоджень або зносу.

У разі, якщо водій працює на спеціалізованій техніці або мотоциклі, використання шолома є обов'язковим для захисту голови від можливих травм під час аварій або інших небезпечних ситуацій. Організації повинні надавати відповідні шоломи та забезпечувати їх правильне використання водіями [1].

Водії, особливо ті, що працюють в умовах підвищеного пилу, бризок або інших небезпек, повинні використовувати захисні окуляри або інші засоби

захисту очей та обличчя. Це допомагає запобігти можливим пошкодженням очей і забезпечує безпеку під час роботи на дорозі або в будівельному середовищі.

Організації повинні забезпечувати регулярне обслуговування і перевірку стану захисного екіпірування, щоб переконатися в їхній працездатності та відповідності стандартам безпеки. Ремені безпеки, шоломи, захисні окуляри та інші засоби захисту мають бути своєчасно замінені в разі ушкоджень або зносу, щоб гарантувати їхню ефективність [4].

Водіям слід провести інструктаж щодо правильного використання та обслуговування захисного екіпірування. Вони мають бути обізнані про важливість її використання і про те, як правильно доглядати та обслуговувати засоби захисту. Це допоможе гарантувати, що водії будуть правильно використовувати захисну екіпіровку і дотримуватися стандартів безпеки на дорозі.

Використання та обслуговування захисної екіпіровки є ключовими заходами щодо забезпечення безпеки та захисту здоров'я водіїв автотранспортних засобів. Вони допомагають знизити ризик травм і можливих негативних наслідків, пов'язаних з дорожньо-транспортними пригодами або іншими небезпечними ситуаціями на дорозі.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання спеціальної частини з охорони праці було проведено дослідження, що дало змогу оцінити поточний стан і виявити потенційні загрози та ризики, пов'язані з безпекою та здоров'ям водіїв автотранспортних засобів.

Під час дослідження було виокремлено та проаналізовано різні аспекти охорони праці, такі як навчання та сертифікація водіїв за правилами безпеки, організація регулярних медичних оглядів і контролю здоров'я, вибір та обслуговування безпечних автотранспортних засобів і використання й обслуговування захисного екіпірування.

На основі результатів дослідження було запропоновано рекомендації щодо поліпшення умов роботи водіїв і зниження ризиків. Це може включати впровадження додаткових освітніх програм, поліпшення системи контролю та моніторингу здоров'я водіїв, оновлення автопарку з урахуванням безпеки та ергономіки.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Правила охорони праці на автомобільному транспорті URL: <https://pro-op.com.ua/article/483-pravila-ohoroni-prats-na-avtomoblnomu-transport> (дата звернення: 29.05.2023).
2. Інструкція з охорони праці №3 для водія автотранспортних засобів URL: <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fnosgromada.cg.gov.ua%2Fdocs%2F2478%2F2021%2F04%2F1686180.docx&wdOrigin=BROWSE LINK> (дата звернення: 29.05.2023).
3. Правила охорони праці на автомобільному транспорті URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1299-12#n16> (дата звернення: 30.05.2023).
4. Обов'язковий пасок безпеки та світловідбиваючий одяг для пішоходів URL: https://buh.ligazakon.net/news/199869_obovyazkoviy-remen-bezpeki-ta-svtlovdvayuchiy-odyag-dlya-pshokhodv--yak-zmnili-pdr (дата звернення: 30.05.2023).
5. Закон України про дорожній рух та його безпеку URL: <https://ips.ligazakon.net/document/ЖН40000А?an=229> (дата звернення: 30.05.2023).
6. Медичні огляди водіїв транспортних засобів URL: http://ndar.loga.gov.ua/oda/press/news/medichni_oglyadi_vodiyiv_transportnih_zasobiv (дата звернення: 31.05.2023).
7. Вимоги техніки безпеки при експлуатації транспортних засобів URL: <https://oppb.com.ua/news/vumogy-tehniku-bezpeky-pry-ekspluataciyi-transportnyh-zasobiv> (дата звернення: 31.05.2023).
8. Організація охорони праці на автомобільному транспорті URL: https://otipb.at.ua/load/organizacija_okhoroni_praci_na_avtomobilnomu_transporti/24-1-0-2422 (дата звернення 29.05.2023).

9. Ризики у транспортних процесах : навч. посібник / І. О. Ткаченко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 114 с (дата звернення: 30.05.2023).

10. Закон України про охорону праці URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 30.05.2023).

11. Парасюк В. М., Демків Р. Я., Когут В. М. Безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 340 с.