

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
**Класичний фаховий коледж**

(повна назва інституту/факультету)

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на здобуття освітнього ступеня** бакалавр  
(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 171 Електроніка,  
(код та назва)

освітньо-професійної програми Електронні інформаційні системи  
(освітньо-професійної / освітньо-наукової)  
(назва програми)

на тему: Система автоматичної фіксації порушення ПДР

Здобувача групи EI-016  
(шифр групи)

Протовеня Олексія Ігоровича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

(підпис)

Олексій Протовень

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник викладач, к.ф.-м.н., доцент, Бібик В.В.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультант<sup>1)</sup> \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

## АНОТАЦІЯ

Мета дипломної роботи – ознайомитися з принципами роботи та основними компонентами системи автоматичної фіксації порушень ПДР. Проаналізувати проблеми та перспективи розвитку системи. Запропонувати рекомендації щодо вдосконалення системи.

Розглянути основні аспекти системи, такі як її компоненти, принципи роботи, технічні вимоги, випробування, налаштування та експлуатація. Особлива увага приділялась пропозиціям щодо вдосконалення системи за допомогою мікрохвильових радіолокаційних датчиків RCWL-0516.

У розділі 1 описано технічні вимоги до автоматичної реєстрації порушень правил дорожнього руху та етапи їх реалізації.

Розділ 2 присвячений аналізу ефективності та економічної доцільності системи. Статистичні дані про кількість порушень і нещасних випадків, описані основні проблеми, з якими стикаються автоматизовані системи виявлення порушень правил дорожнього руху, і перспективи їх розвитку.

В розділі 3 сформовано блок-схему модернізації системи автоматичного регулювання дорожнього руху. Також підібрано потрібні модулі до запропонованої розробки і було проведено розрахунок блоку нормування сигналу.

Обсяг дипломної роботи становить 32 сторінок. У дипломній роботі використано 13 рисунків. Для написання було використано 32 літературні та наукові джерела.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** СИСТЕМА, ПОРУШЕННЯ, ПДР, ВИМОГИ, СТАТИСТИКА, СХЕМА ,БЛОК ДАТЧИК, КАМЕРА, ВІДСТЕЖЕННЯ, АНАЛІЗ.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>4</b>
<b>РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ ФІКСАЦІЇ</b>	
<b>ПОРУШЕННЯ ПДР.....</b>	<b>5</b>
1.1. Характеристика системи фіксації.....	5
1.2. Основні компоненти системи.....	6
1.3. Принципи роботи системи.....	8
1.4. Технічні вимоги та впровадження системи.....	9
1.5. Випробування, налаштування та експлуатація системи.....	12
<b>РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ</b>	
<b>СИСТЕМИ.....</b>	<b>14</b>
2.1. Статистика та оцінка ефективності.....	14
2.2. Економічний аналіз впровадження та обслуговування.....	17
2.3. Основні проблеми та перспективи розвитку системи.....	18
<b>РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ ФІКСАЦІЇ</b>	
<b>ПОРУШЕННЯ ПДР.....</b>	<b>18</b>
3.1. Блок-схема модернізації системи автоматичного регулювання дорожнього руху.....	19
3.2 . Підбір модулів живлення та генерації радіосигналу в запропонованій розробці.....	20
3.3. Розрахунок блоку нормування сигналу.....	21
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>23</b>
<b>СПИСО ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>24</b>

## ВСТУП

Безпека дорожнього руху- одна з основних проблем сучасного суспільства, яка збільшує ризик дорожньо-транспортних пригод через постійне збільшення кількості транспортних засобів на дорозі. Безпека особливо важлива на пішохідних переходах, де є взаємодія між водіями і пішоходами.

Рух транспорту-складний процес, що вимагає чітких правил і суворого дотримання. На жаль, не всі водії несуть відповідальність за свої обов'язки, що призводить до багатьох порушень, аварій та смертей.

Для боротьби з порушеннями правил дорожнього руху в Україні і не тільки, використовуються системи автоматичної фіксації порушення ПДР. Ця система має великий потенціал, але для досягнення максимальної ефективності її необхідно вдосконалити.

У цій роботі розглянуті ключові аспекти, такі як функціонування автоматизованих систем виявлення порушень правил дорожнього руху, їх проблеми та перспективи розвитку, а також запропонована свої власна пропозиція щодо їх поліпшення.

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ ФІКСАЦІЇ ПОРУШЕННЯ ПДР

### 1.1. Характеристика системи фіксації

Система автоматичної фіксації порушень правил дорожнього руху (ПДР) є важливим інструментом забезпечення безпеки на дорогах. Вона створена з метою зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод, підвищення рівня дисципліни серед водіїв та зниження кількості порушень ПДР. Основним завданням цієї системи є автоматичне виявлення та фіксація порушень без участі людини, що дозволяє оперативно реагувати на інциденти та притягувати порушників до відповідальності [1].

Система складається з декількох ключових компонентів, кожен з яких виконує свою специфічну функцію. Зокрема, до її складу входять камери спостереження, які встановлюються на стратегічно важливих ділянках дороги, датчики швидкості, радары та інше спеціалізоване обладнання, яке здатне виявляти різні типи порушень, такі як перевищення швидкості, проїзд на червоне світло, неправильне паркування тощо [2].

Законодавча база є фундаментальною частиною функціонування системи. Регулює правові аспекти збору, обробки та використання даних, отриманих за допомогою системи автоматичної фіксації порушень. Зокрема, в Україні існує ряд нормативних актів, які визначають правила функціонування таких систем, включаючи Закон України "Про дорожній рух", Кодекс України про адміністративні правопорушення та інші нормативні документи. Ці законодавчі акти забезпечують правове підґрунтя для фіксації порушень.

Однією з ключових характеристик системи є її здатність працювати в режимі реального часу. Це означає, що порушення фіксуються та

обробляються негайно, а повідомлення про них автоматично надсилаються до відповідних органів. Такий підхід дозволяє зменшити кількість адміністративних процедур та забезпечити оперативність реагування на порушення [1,2].

Крім того, важливою особливістю системи є її висока точність та надійність. Використання сучасних технологій та алгоритмів обробки даних дозволяє мінімізувати кількість помилкових фіксацій та забезпечити високий рівень достовірності інформації. Це, у свою чергу, підвищує довіру суспільства до системи та сприяє її ефективному функціонуванню.

Система автоматичної фіксації порушень ПДР є складною та багатокомпонентною структурою, яка потребує постійного вдосконалення та адаптації до нових умов. Впровадження новітніх технологій, покращення законодавчої бази та підвищення рівня технічного обслуговування є ключовими факторами для забезпечення її ефективної роботи та досягнення головної мети – підвищення безпеки на дорогах [1,2].

## **1.2 Основні компоненти системи.**

Перший основний компонент-відеокамера з автофокусом. Ці камери встановлені на стратегічних ділянках доріг і призначені для виявлення транспортних засобів, що порушують Правила дорожнього руху. Вбудований механізм автофокусування дозволяє автоматично налаштовувати різні параметри зображення для оптимального виявлення автомобіля.

Другий компонент являє собою датчик руху. Ці датчики розташовані поруч з відеокамерою і використовуються для визначення руху автомобіля. Вони реагують на рух і активують камеру для запису таких подій, як прискорення або проходження на червоне світло [3].

Третій компонент-система розпізнавання номерних знаків. Ці системи

дозволяють визначати номерні знаки транспортних засобів, що порушують правила. Він використовує власні алгоритми та штучний інтелект для аналізу зображень, знятих відеокамерами, та вилучення пластин із цих зображень для подальшої обробки [2,3].

Четвертий являє собою центральну базу даних. Ця база даних призначена для зберігання інформації про порушення, зареєстровані системою. Сюди входять дані про час, місце та характер порушення, а також інформація про транспортний засіб, який вчинив порушення.

Останній компонент являє собою програмне забезпечення для аналізу та обробки даних. Програмне забезпечення відповідає за обробку інформації, зібраної відеокамерами і датчиками руху, розпізнавання номерних знаків і їх запис в базу даних, а також за аналіз цих даних для виявлення порушень і відправки повідомлень власникам транспортних засобів [4].



Рис.1 – Перший тип камери відеофіксації порушення ПДР [4].



Рис.2 – Другий тип камери відеофіксації порушення ПДР [5].

### **1.3. Принципи роботи системи.**

Принцип роботи системи ґрунтується на використанні різноманітних технологій для виявлення та реєстрації порушень дорожнього руху. Основні компоненти системи, такі як відеокамери, датчики руху, системи розпізнавання номерних знаків, взаємодіють між собою для ефективного функціонування [6].

Відеокамери розташовані в стратегічних місцях і фіксують рух транспортних засобів. При спостереженні руху автомобіля камера активується і починає записувати відео. Це відео потім піддається аналізу за допомогою програмного забезпечення, яке використовується для розпізнавання порушень.

Датчики руху виявляють рух транспортних засобів та передають сигнал до відеокамер для їх активації. Це дозволяє ефективно контролювати дорожній рух і виявляти порушення в реальному часі [7].

Системи розпізнавання номерних знаків використовуються для ідентифікації автомобілів, які порушують правила. Вони аналізують зображення з камер та витягують інформацію про номерні знаки, яка потім



використовується для подальшої обробки та реєстрації порушень.

Програмне забезпечення для аналізу та обробки даних грає ключову роль у системі. Воно обробляє інформацію, зібрану відеокамерами та датчиками руху, розпізнає номерні знаки, визначає порушення та відправляє повідомлення власникам автомобілів. Це програмне забезпечення також відповідає за зберігання інформації про порушення у централізованій базі даних.

Всі ці компоненти працюють разом, створюючи ефективну систему, яка допомагає забезпечити безпеку на дорогах та зменшити кількість порушень ПДР[8].



Рис.3 – Схема роботи системи автоматичної фіксації порушення ПДР [9].

#### 1.4. Технічні вимоги та впровадження системи.

Впровадження системи автоматичної фіксації порушень правил дорожнього руху (ПДР) вимагає дотримання певних технічних вимог для забезпечення її ефективної роботи та надійності. Основні технічні вимоги включають:

##### Вибір та розташування обладнання:

Камери високої роздільної здатності: Камери повинні мати високу

роздільну здатність (не менше 1080p) для чіткого розпізнавання номерних знаків та фіксації порушень в будь-яких умовах освітлення. Камери мають бути стійкими до погодних умов, включаючи дощ, сніг, туман та яскраве сонячне світло.

Датчики руху: датчики повинні мати високу чутливість і точність для надійного виявлення руху транспортних засобів. Вони повинні бути інтегровані з камерами для автоматичної активації запису при виявленні руху[10].

### **Мережеве підключення та інфраструктура:**

Швидкісний інтернет: для передачі даних з камер до централізованої бази даних необхідне стабільне високошвидкісне інтернет-з'єднання. Це може бути реалізовано за допомогою оптоволоконного кабелю або мобільного зв'язку (4G/5G).

Сервери для обробки даних: необхідні потужні сервери для обробки великої кількості даних, що надходять від камер. Сервери повинні мати високу обчислювальну потужність та достатню ємність для зберігання відеоматеріалів та аналітичних даних[11,10 ].

### **Програмне забезпечення:**

Алгоритми розпізнавання номерних знаків: Програмне забезпечення повинно мати високоточні алгоритми розпізнавання номерних знаків, здатні працювати з різними видами номерних знаків, шрифтами та їх розташуванням.

Системи аналізу порушень: програмне забезпечення повинно аналізувати відеоматеріали для визначення порушень, таких як перевищення швидкості, проїзд на червоне світло, неправильне паркування тощо.

Інтерфейси для взаємодії: система повинна мати зручний інтерфейс для операторів, які здійснюють контроль та обробку порушень. Інтерфейс повинен дозволяти швидко переглядати та обробляти інформацію, а також генерувати звіти[10].

### **Безпека даних.**

Шифрування: дані, що передаються між камерами, датчиками та сервером, повинні бути зашифровані для захисту від несанкціонованого доступу та злому.

Захист від втрат: необхідно забезпечити резервне копіювання даних та захист від втрати інформації внаслідок технічних збоїв або кібератак[11].

### **Впровадження та налаштування.**

Інсталяція: обладнання повинно бути встановлено відповідно до технічних інструкцій, з урахуванням особливостей місцевості та дорожньої інфраструктури.

Тестування: після встановлення системи необхідно провести тестування для перевірки її працездатності та відповідності технічним вимогам. Це включає перевірку роботи камер, датчиків, алгоритмів розпізнавання та передачі даних[11,10].

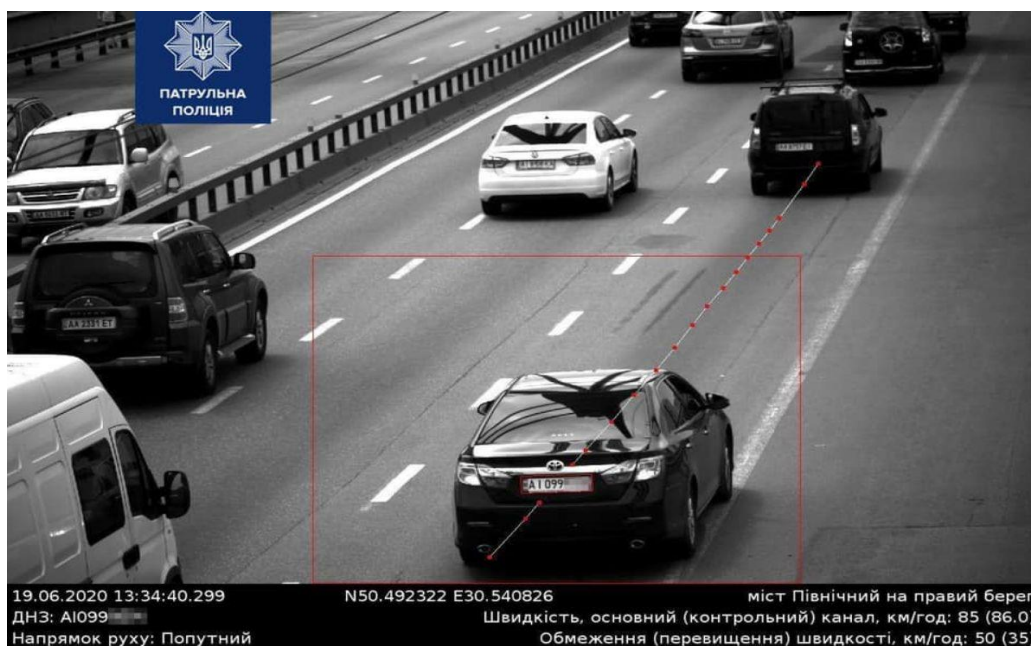


Рис.4.- Робота системи автоматичної фіксації порушення [12].

Станом на 4 червня 2024 року в Україні працює **215** камер автоматичної фіксації порушень правил дорожнього руху (ПДР).

З них:

- **19** камер відновили роботу після повномасштабного вторгнення РФ;
- **31** камер запустили вперше цього року.

Перелік місць розташування камер, а також схеми їх роботи можна знайти на офіційному сайті Міністерства внутрішніх справ України [13].

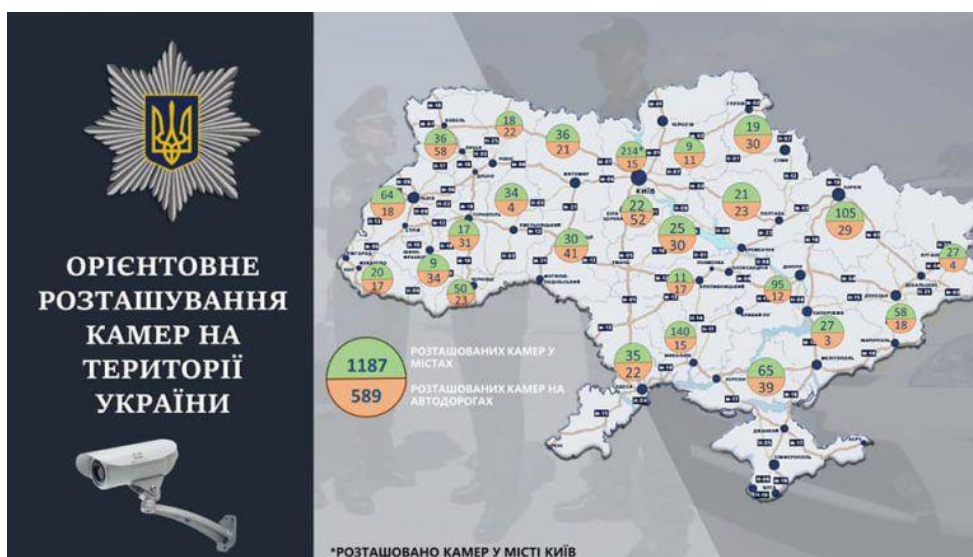


Рис.5 - Статистика та розташування систем автоматичної фіксації порушення ПДР [14].

### **1.5.Випробування, налаштування та експлуатація системи.**

Процес тестування системи є важливим етапом перед її повним впровадженням. Тестування допомагає переконатися в тому, що всі компоненти працюють правильно і відповідають встановленим технічним вимогам.

#### **Попереднє тестування:**

- Спочатку проводяться попередні тести всіх компонентів системи окремо. Це включає перевірку відеокамер, датчиків руху, систем розпізнавання номерних знаків та програмного забезпечення.
- На цьому етапі перевіряється правильність роботи камери при різному освітленні і погодних умовах, справність датчика руху і правильність розпізнавання номерного знака.

#### **Тест інтеграції:**

- Після успішного завершення попереднього тесту виконується інтеграційний тест, в ході якого всі компоненти системи працюють спільно.
- Подивившись, як система фіксує порушення, надсилає дані до центральної бази даних, обробляє їх та надсилає повідомлення власникам транспортних засобів[15].

#### **Тестування в реальних умовах:**

- Система встановлена на декількох тестових ділянках дороги для перевірки її роботи в реальних ситуаціях.
- На цьому етапі перевіряється точність і надійність системи виявлення порушень. Результати аналізуються, виявляються можливі недоліки і вносяться необхідні корективи.

#### **Обладнання:**

- Після успішного завершення тесту система переходить до етапу налаштування, який включає в себе детальну настройку всіх компонентів для забезпечення оптимальної роботи[16].

#### **Калібрування камери:**

- Камера налаштована на оптимальну роботу в різних умовах освітлення. Налаштування фокусування, експозиції та чутливості встановлені таким чином, щоб забезпечити чітке зображення номерних знаків і транспортних засобів.

#### **Налаштування датчика руху:**

- Датчик руху відкалібрований для точного виявлення транспортного засобу. Параметри чутливості і дальності виявлення встановлені таким чином, щоб уникнути помилкових спрацьовувань[15,16].

#### **Налаштування програмного забезпечення:**

- Програмне забезпечення налаштоване для обробки даних, зібраних камерами та датчиками. Розроблено алгоритми розпізнавання номерних знаків, параметри зберігання даних і правила формування звітів про порушення.
- Налаштований інтерфейс для операторів, що забезпечує зручний доступ до інформації і можливість швидкого реагування на порушення.

#### **Експлуатація:**

- Після завершення тестування і налаштування система готова до повноцінної роботи. Цей етап включає в себе постійний моніторинг, технічне обслуговування та аналіз ефективності системи.

#### **Моніторинг:**

- Система повинна постійно контролюватися для виявлення можливих збоїв і проблем. Оператор стежить за роботою камер, датчиків і програмного забезпечення, аналізує зібрані дані і реагує на порушення.
- Регулярно проводяться перевірки на відповідність технічним вимогам і коректну роботу всіх компонентів[16].

#### **Технічне обслуговування:**

- Система вимагає регулярного технічного обслуговування для забезпечення її надійності і довговічності. Це включає очищення та налаштування камери, перевірку датчика руху та оновлення програмного забезпечення.
- При виявленні несправності проводиться ремонт і заміна зношених деталей.

### **Аналіз продуктивності:**

- Ефективність системи постійно аналізується. Для оцінки впливу системи на безпеку дорожнього руху і зниження аварійності збираються статистичні дані про кількість і типах порушень.
- Результати аналізу використовуються для вдосконалення системи, виявлення нових потреб і планування подальших кроків по її розвитку[15,16].

## **РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ**

### **2.1. Статистика та оцінка ефективності системи.**

Статистика є важливим інструментом для оцінки ефективності автоматичної реєстрації порушень правил дорожнього руху (ПДР). Збір та аналіз статистичних даних допомагає виявити тенденції, оцінити вплив системи на безпеку дорожнього руху та прийняти обґрунтовані рішення щодо подальшого вдосконалення системи.

#### **Збір даних.**

- Кількість зареєстрованих порушень: регулярний збір даних про кількість зареєстрованих порушень, таких як червоне світло, неправильне паркування, перевищення швидкості.
- Типи порушень: класифікація порушень за типами для виявлення найбільш поширених порушень і розробки цільових заходів щодо їх усунення.
- Розташування порушень: визначте місця, де порушення реєструються найчастіше, щоб оптимізувати розміщення камер та інших засобів контролю[17].

#### **Аналіз даних:**

- Схильність до порушень: аналіз змін кількості і типу порушень за певний період (день, тиждень, місяць, рік).
- Тимчасова схема: визначте піковий час і дні тижня, коли порушення відбуваються найчастіше, щоб оптимізувати роботу системи і підвищити ефективність патрулювання.

- Демографічний аналіз: аналіз даних про порушників (вік, стать, тип транспортного засобу) для розробки цільових кампаній з підвищення обізнаності та безпеки дорожнього руху.

### **Візуалізація даних.**

- Графіки та діаграми: використання графіків, діаграм та карт для візуалізації статистики та простого визначення тенденцій та закономірностей.
- Інтерактивні інформаційні панелі: створення інтерактивних інформаційних панелей для моніторингу в режимі реального часу та доступу до детальної інформації про порушення[18].

### **Оцінка ефективності**

Оцінка ефективності автоматичної реєстрації порушень правил дорожнього руху базується на аналізі статистичних даних та вимірюванні ключових показників ефективності.



Рис.6 - Аналітичний центр безпеки дорожнього руху в Києві [18].

### **Ключові показники ефективності.**

- Зменшення кількості порушень: оцінка впливу системи на зменшення кількості порушень правил дорожнього руху порівняно з періодом до впровадження.
- Збільшення кількості зареєстрованих порушень: аналіз збільшення кількості зареєстрованих порушень за рахунок використання автоматизованих систем.



- Скорочення кількості аварій: оцінка впливу системи на зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод на місці установки камери[19].



Рис.7 – Статистика зниження аварійності [20].

### Аналіз продуктивності.

- Вплив на безпеку дорожнього руху: дослідження змін у кількості аварій та тяжкості наслідків для учасників дорожнього руху після впровадження системи.
- Економічний ефект: оцінка економічних наслідків зменшення кількості нещасних випадків, включаючи скорочення витрат на охорону здоров'я, ремонт транспортних засобів та інші пов'язані з цим витрати.
- Соціальний вплив: аналіз соціального впливу підвищення безпеки дорожнього руху та зменшення кількості порушень[19,20].



Рис.8 – Статистика за весь період роботи системи відео фіксації [20].

### **Зворотній зв'язок і поліпшення.**

- Збір відгуків: користувачів системи, правоохоронних органів і широкої громадськості про ефективність системи і можливі способи її поліпшення.
- Аналіз пропозицій: аналіз пропозицій та коментарів, отриманих в результаті зворотного зв'язку, для розробки плану вдосконалення системи.
- Впровадження вдосконалень: впровадження вдосконалень на основі аналізу даних та зворотного зв'язку для підвищення ефективності та продуктивності системи [21].

### **2.2. Економічний аналіз впровадження та обслуговування.**

Перш за все, варто відзначити, що така система вимагає значних початкових вкладень. Основні статті витрат:

1. Вартість придбання комплексу відеокамер і РЛС для фіксації порушень - 1 комплексу може досягати десятків тисяч доларів.
2. Декомунізація каналів передачі даних між відеокамерою і обчислювальним центром. Найчастіше використовуються високошвидкісні інтернет-канали і навіть виділені волоконно-оптичні лінії зв'язку.
3. Створення потужного центру обробки відеоданих з сервером, станцією управління, резервним джерелом живлення та іншими.
4. Розробка або придбання професійного програмного забезпечення для розпізнавання номерних знаків, визначення швидкості та інших порушень.
5. Фінанси на навчання та оплату кваліфікованого персоналу для обслуговування системи[22].

Наступним кроком є оцінка експлуатаційних витрат для підтримки та підтримки системи в нормальному стані. До них відносяться ремонт / заміна обладнання, ліцензії на програмне забезпечення, оренда каналів зв'язку і серверних потужностей, заробітна плата персоналу і т.д. це витрати.

З іншого боку, система має більшість переваг. По-перше, очікується певний профілактичний ефект-підвищення дисципліни водіїв та зменшення кількості аварій. По-друге, збір штрафів за зафіксовані порушення є додатковим доходом до бюджету [23].

Експерти також рекомендують враховувати непрямі вигоди-економію часу і палива за рахунок зменшення заторів, зниження вартості ремонту доріг через зменшення кількості аварій і т.д.

Ретельний економічний аналіз повинен ґрунтуватися на ретельних статистичних даних про інтенсивність руху, частоту аварій та кількість очікуваних порушень у різних місцях розташування камер. Це єдиний спосіб об'єктивно оцінити грошовий потік та визначити термін рентабельності інвестицій [24].

### **2.3 Основні проблеми та перспективи розвитку системи.**

Впровадження та експлуатація системи автоматичної фіксації порушень ПДР стикається з низкою проблем, які можуть вплинути на її ефективність та прийняття громадськістю. Ось деякі з основних проблем:

- **Якість зображення:** одне з основних завдань-забезпечити високу якість зображення при різному освітленні і погодних умовах. Камері може бути важко розпізнати номерний знак у темряві або в погану погоду.
- **Надійність обладнання:** камери і датчики повинні працювати безперебійно і бути стійкими до зовнішніх впливів, таким як вандалізм і погодні умови. Вартість обслуговування та ремонту може бути високою.
- **Програмне забезпечення:** програмне забезпечення для розпізнавання номерних знаків та обробки даних містить помилки та неефективну роботу, що може призвести до незаконних штрафів та невиявлених порушень[25].

#### **Юридичні та регуляторні питання:**

**Конфіденційність даних:** встановлення камер для запису необхідно забезпечити захист особистої інформації та відповідність системи законам про захист даних.

**Юридична допомога:** система повинна бути доповнена правовими нормами, що забезпечують законність доказів, зібраних у суді. Це включає розробку чітких правил зберігання та використання даних.

#### **Фінансові аспекти:**

**Висока вартість:** впровадження та обслуговування системи вимагають значних фінансових вкладень. Місцеві органи влади можуть зіткнутися з проблемами фінансування, особливо в періоди економічної нестабільності.

**Рентабельність інвестицій:** система може отримувати дохід від штрафів, але вартість встановлення та обслуговування системи може перевищувати дохід, особливо на ранніх стадіях[26].

### **Перспективи розвитку системи.**

Незважаючи на існуючі проблеми, система автоматичної реєстрації порушень правил дорожнього руху має великий потенціал для розвитку і поліпшення. Основними очікуваннями є:

#### **Технологічні інновації:**

- Підвищена точність фіксації: впровадження передових технологій, таких як штучний інтелект і машинне навчання, для підвищення точності розпізнавання порушень і зменшення кількості помилкових спрацьовувань.
- Інтеграція з іншими системами: розробка технології взаємодії для забезпечення безшовної інтеграції з існуючими системами управління дорожнім рухом і базою даних поліції.

#### **Економічна ефективність:**

- Економія коштів: використання нових технологій та оптимізація процесів можуть призвести до зниження витрат на технічне обслуговування та експлуатацію системи.
- Модель фінансування: нова модель фінансування, така як державно-приватне партнерство, може надати додаткові ресурси для впровадження та підтримки системи.

#### **Правові норми:**

- Удосконалення законодавства: розробка і впровадження нових правових актів, що забезпечують адекватний рівень захисту даних, що регулюють процес реєстрації та обробки порушень, що захищають права громадян.
- Юридична допомога: створення спеціальних органів або відділів для розгляду скарг і вирішення спірних питань, пов'язаних з автоматичною реєстрацією порушень.

### Соціальні ініціативи:

- Поінформованість: проведення інформаційної кампанії з підвищення обізнаності громадськості про переваги та потреби використання автоматизованих систем виявлення порушень.
- Участь громадськості: залучення громадськості до прийняття рішень щодо впровадження та вдосконалення системи шляхом публічних слухань та консультацій.

Кожного місяця чи навіть дня, розробники системи все більше хочуть вдосконалити та розширити аспекти праці її на дорогах. Зменшити ДТП, порушення правил та їх дотримання[26,27].



Рис.9 – Розширення можливостей системи фіксації порушення ПДР [28].

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ ФІКСАЦІЇ ПОРУШЕННЯ ПДР

#### 3.1. Блок-схема модернізації системи автоматичного регулювання дорожнього руху.

Автоматична система фіксації порушень ПДР має вирішальне значення для забезпечення безпеки на дорогах, особливо у місцях з інтенсивним рухом, таких, як пішохідні переходи зі світлофорами. Однак, для підвищення ефективності таких систем необхідно враховувати сучасні технологічні досягнення та виявлені проблеми у їх роботі.

Проаналізувавши всю інформацію на рахунок системи, я хочу запропонувати власну розробку для модернізації системи автоматичного регулювання дорожнього руху.

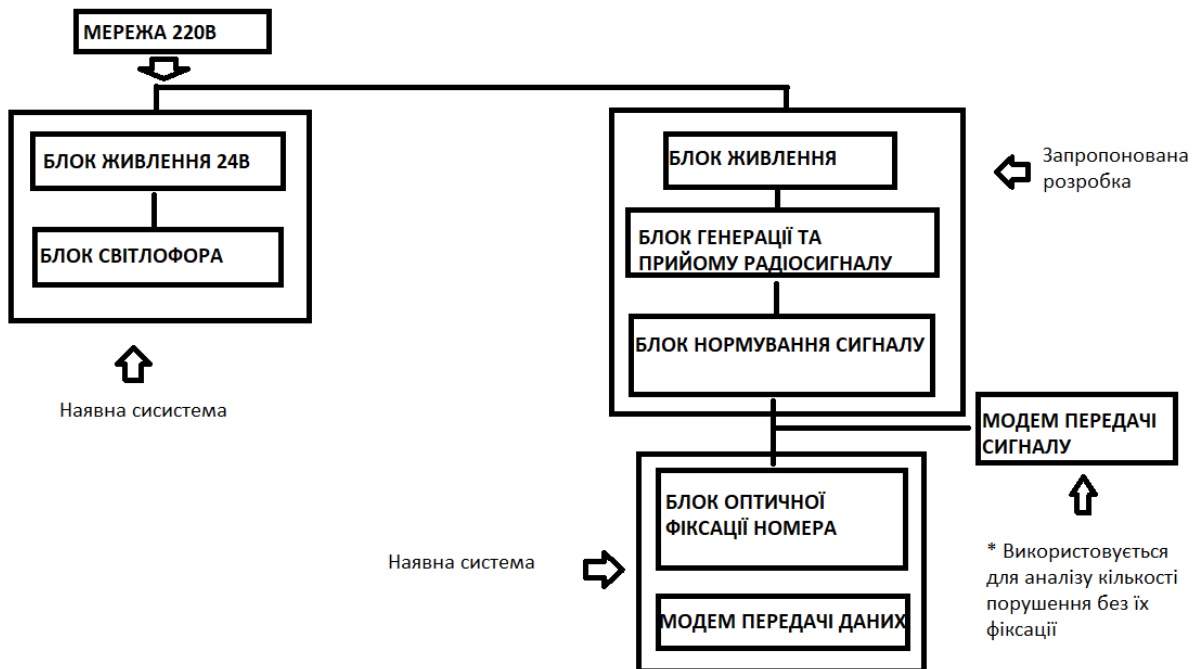


Рис.10 – Блок-схема

### Наявна система №1:

#### Блок живлення 24В

- Забезпечує електроживлення для блоку світлофора.

#### Блок світлофора

- Управляє світлофорними сигналами для регулювання дорожнього руху.

### Запропонована розробка:

#### Блок живлення 220В x 12В

- Забезпечує електроживлення для всієї запропонованої системи. Може бути реалізовано за допомогою стабільного джерела живлення

### **Блок генерації та прийому радіосигналу**

- Використовує мікрохвильовий радіолокаційний датчик руху для виявлення транспортних засобів. Цей блок відповідає за генерацію та прийом радіосигналів, що використовуються для виявлення об'єктів.

### **Блок нормування сигналу**

- Нормалізує сигнали, отримані від блоку генерації та прийому радіосигналу, для подальшої обробки.

### **Наявна система №2**

#### **Блок оптичної фіксації номера**

- Відповідає за фіксацію номерних знаків транспортних засобів, які порушують правила дорожнього руху.

#### **Модем передачі даних**

- Передає зібрані дані про порушення до центрального обробного центру.

#### **Модем передачі сигналу**

- Використовується для аналізу кількості порушень без їх фіксації. Допомагає оцінити загальний рівень порушень та прийняти відповідні заходи.

Розміщення розробки: встановлюється на пішохідному переході зі світлофором.

Оптимальна точка установки: над лінією зупинки. Система активується, коли сигнал пішохода стає зеленим.

Якщо транспортний засіб перетинає стоп-лінію під час зеленого сигналу для пішоходів, червоний для транспорту. Система виявляє порушення.

Пересилання даних: система інтегрована з камерою, яка фіксує номерний знак порушника. Дані (фотографії автомобілів, номерні знаки, дата і час порушення) передаються в центральну базу даних для подальшої обробки.

Оброблення інформації: база даних автоматично обробляє отримані дані. Порушникам повідомляється про штраф з детальною інформацією про порушення.[29]

### 3.2. Підбір модулів живлення та генерації радіосигналу в запропонованій розробці.

Для ефективної роботи системи виявлення порушень правил дорожнього руху необхідні надійний і якісний джерело живлення і модуль генерації радіосигналів. Ці модулі повинні відповідати певним вимогам, щоб забезпечити безперебійну роботу і правильну фіксацію.

#### Блок живлення.



Рис.11 – Блок живлення S-25-12 MeanWell [30]

**MeanWell S-25-12** – це компактний блок живлення 25 Вт з вихідною напругою 12 В, який підходить для широкого спектру застосувань, де потрібне надійне та економне джерело живлення.

Він має ряд функцій, включаючи:



- Компактний розмір
- Висока ефективність
- Широкий діапазон вхідної напруги
- Захист від перевантаження та короткого замикання
- Низький рівень шуму та пульсацій
- Відповідність стандартам

#### Технічні характеристики блока живлення:

- Вхідна напруга: 90-264 В змінного струму
- Номінальна вихідна напруга: 12 В постійного струму
- Номінальний вихідний струм: 2.1 А
- Максимальна вихідна потужність: 25.2 Вт
- Ефективність: до 88%
- Діапазон робочих температур:  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$
- Розміри: 53 x 31 x 23 мм
- Вага: 100 г [30]

#### Модуль генерації та прийому радіосигналу.

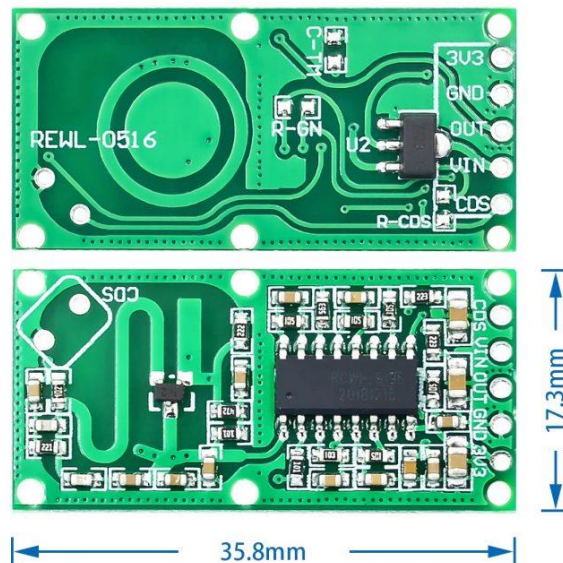


Рис.12 - RCWL-0516 мікрохвильовий радіолокаційний датчик руху [31].

Модуль RCWL-0516 це датчик руху, що використовує мікрохвилі та ефект Доплера для виявлення руху.

Принцип роботи зміна частоти відбитої хвилі, внаслідок руху випромінювача, приймача чи відбивача.

### **Технічні характеристики RCWL-0516:**

- Розмір: 3,7X1,7 см
- Робоча напруга: 4-28В
- Робочий струм: 2,8 мА (типовий); 3 мА (макс.)
- Відстань виявлення: 5-9м
- Потужність передачі: 20 мВт (типово); 30 мВт (макс.)
- Вихідна напруга: 3,2-3,4 В
- Потужність вихідної напруги: 100 мА
- Trigger Way: повторний тригер
- Низький рівень контролю виходу: 0В
- Вихідний контроль високого рівня: 3,3 В
- Робоча температура: -20 ~ 80 за Цельсієм
- Температура зберігання: -40 ~ 100 за Цельсієм. [32]

### **3.3. Розрахунок блоку нормування сигналу.**

**Дано:**

$$U_{ВХ} = 3,3В$$

$$U_{ВИХ} = U_{Н} = 12В$$

$$R_{Н} = 2 \text{ кОм}$$

**Розв'язання:**

$$\text{Струм навантаження } I_{Н} = U_{Н} / R_{Н} = 12 / 2000 = 0,006А$$

$$\text{Струм вхідного кола } I_1 = 0,04 * I_{Н} = 0,04 * 0,006 = 0,00024А$$

$$\text{Коефіцієнт підсилення } K = U_{ВИХ} / U_{ВХ} = 12 / 3,3 = 3,67$$

### Розрахунок схеми інвертуючого нормуючого підсилювача, розрахунок $R_1$ та $R_2$ за законом Ома

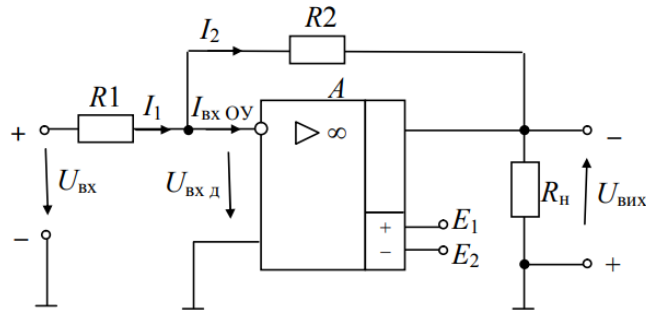


Рис.13 – Інвертуючий підсилювач напруги.

#### Розрахунок опору вхідного кола $R_1$

$$R_1 = \frac{U_{\text{ВХ}}}{I_1} = \frac{12}{0,00024} = 91666.67 \text{ Ом} \approx 917 \text{ кОм}$$

$$K = \frac{U_{\text{ВХ}}}{U_{\text{ВИХ}}} = \frac{3.3\text{В}}{12\text{В}} = 0.275$$

$$R_2 = K \cdot R_1 = 0.275 \cdot 917 \text{ кОм} = 252 \text{ кОм} = 250 \text{ кОм}$$

#### Підсумок:

Для забезпечення нормування сигналу в системі використовуються такі опори:

- Опір вхідного кола  $R_1 \approx 900 \text{ кОм}$
- Опір зворотного зв'язку  $R_2 \approx 250 \text{ кОм}$

Ці компоненти, необхідні для стабільної роботи автоматизованої системи виявлення порушень правил дорожнього руху та належної нормалізації сигналу.

## ВИСНОВКИ

В даній роботі було проаналізовано систему автоматичної фіксації порушень правил дорожнього руху (ПДР). Аналіз вказав на високу потенційну ефективність такої системи для підвищення безпеки на пішохідних переходах, де часто трапляються ДТП через недотримання водіями правил зупинки перед стоп-лінією.

Розглянуто ефективність та перспективи самої системи автоматичної фіксації. Принцип роботи базується на автоматичному виявленні та обробці порушень, що мінімізує вплив людського фактора. Впровадження системи вимагає високих технічних стандартів і детального налаштування для забезпечення надійної і довготривалої роботи. Економічний аналіз показав прибутковість практики за рахунок зниження впливу нещасних випадків і витрат на усунення доходів від штрафів.

Запропоновано розробку вдосконалення та модернізації системи для підвищення безпеки та виявлення нових порушень. Підібрано модулі живлення та генерації сигналу. Розраховано блок нормування сигналу.

Використання сучасних технологій, зокрема мікрохвильових датчиків і не тільки, може значно підвищити ефективність цих систем, забезпечуючи точне і швидке виявлення порушень і підвищити загальну безпеку дорожнього руху.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://mvs.gov.ua/ministry/projekti-mvs/avtofotovideofiksaciya-porusen-pdr/zapusk-sistemi-avtomaticnoyi-fiksaciyi-porusen-pravil-doroznyogo-ruhu-1>  
Дата доступу:27.05.24
2. <https://ips.ligazakon.net/document/KD0005?an=985676> Дата надання доступу: 27.05.24
3. Federal Highway Administration, - ."Automated Speed Enforcement Programs: A Guidance Document for Contracting Agencies" 2008. -180р.
4. <https://poltava.to/news/62415/> Дата надання доступу:27.05.24
5. <https://new.pl.ua/archives/1165> Дата надання доступу: 27.05.24
6. <https://narscars.com.ua/ua/blog/interesno/kamery-fiksacii-narushenij-pdd-kak-izbezhatnarusheniya#:~:text=Принцип%20дії%20камери%2С%20яка%20здійснює,визначення%20авто%20розпізнає%20номерний%20знак.> Дата надання доступу:27.05.24
7. Philip J. Wijers.Implementing Automated Traffic Enforcement. 2017. 22-25pp.
8. Miller, Richard ; Osberg, J. Scott ; Retting, Richard,System Analysis of Automated Speed Enforcement Implementation, 2016. - 180р.
- 9.<https://img.tsn.ua/cached/687/tsn0adb2b455a252fbeb54cd6e76bc767e2/thumbs/404x202/a8/b9/bfc7b28ac3903569e5d461b27d0cb9a8.jpeg> Дата надання доступу:28.05.24
10. Manoj Kumar.Susmita Ray, Dileep Kumar Yadav & Rohit Tanwar.A Study of Moving Vehicle Detection and Tracking Through Smart Surveillance System. 2017. 303–315 pp.
11. Abbas, Z., Al-Shishtawy, A., Girdzijauskas, S., Vlassov, V. (2018) Short-term traffic prediction using long short-term memory neural networks. In: 2018 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress), 57-65.

12. <https://korosten.today/korosten/suspilstvo/na-trasi-mizh-zhitomirom-i-kievom-znovu-zapratsyuyut-kameri-avtofiksatsiji-porushen-pdr.html> Дата надання доступу: 29.05.24
13. <https://focus.ua/uk/auto/650337-kameri-avtofiksaciji-popovnilo-byudzheta-ukrajini-na-2-milyardi-griven> Дата надання доступу: 29.05.24
14. <https://auto.ria.com/uk/news/autolaw/242562/dorozhnye-kamery-v-pravitelstve-uveryayut-cho-proczess-na-finishno.html> Дата надання доступу: 29.05.24
15. Amit Joshi, Mufti Mahmud, Roshan G. Ragel, Information and Communication Technology for Competitive Strategies (ICTCS 2022), 2023. - 870p.
16. Nick Reed, Tania Leiman, Paula Palade, Marieke Martens & Leon Kester. Ethics of automated vehicles: breaking traffic rules for road safety. 2021. 777-789pp.
17. [https://highways.dot.gov/sites/fhwa.dot.gov/files/Speed%20Safety%20Camera%20Program%20Planning%20and%20Operations%20Guide%202023.pdf?mc\\_cid=f8002c7da1&mc\\_eid=33b2fbccb8](https://highways.dot.gov/sites/fhwa.dot.gov/files/Speed%20Safety%20Camera%20Program%20Planning%20and%20Operations%20Guide%202023.pdf?mc_cid=f8002c7da1&mc_eid=33b2fbccb8) Дата надання доступу: 01.06.24
18. <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/avtomatichna-fiksaciya-porushen-pdr-shcho-vazhlivo-znati-pro-sistemu-shtrafiv-karta-kamer-novini-ukrajini-50089705.html> Дата надання доступу: 01.06.24
19. <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/33027/1/ЗБІРНИК%20МАТЕРІАЛІВ%20XV%20МНПК%20з%20транспортної%20безпеки%20ДЮІ%20МВС%20України.pdf#page=175> Дата надання доступу: 01.06.24
20. <https://auto.24tv.ua/za-dopomohoiu-kamer-avtofiksatsii-budut-shtrafuvaty-za-proizd-na-chervone-svitlo-ta-vyizd-na-smuhu-zustrichnoho-rukhu-n34517> Дата надання доступу: 03.06.24

21. Richard Retting. Red Light and Speed Camera Enforcement: A Global Review. 2017. 12p.
22. Jo-Ann Pattinson, Haibo Chen & Subhajit Basu. Legal issues in automated vehicles: critically considering the potential role of consent and interactive digital interfaces. 2020. 153p
23. Libby J. Thomas, Raghavan Srinivasan, Lawrence E. Decina, and Loren Staplin. Safety Effects of Automated Speed Enforcement Programs: Critical Review of International Literature. 2008. 117-126 pp.
24. <https://patrolpolice.gov.ua/2021/06/01/avtomatychna-fiksatsiya-porushen-pdr-pidsumky-roku-roboty-systemy/> Дата надання доступу: 04.06.24
25. Ruben J Franklin, Mohana, Traffic Signal Violation Detection using Artificial Intelligence and Deep Learning, 2021, -217p.
26. Brealey, Richard; Myers, Stewart, Principles of corporate finance, 1991, -1033p
27. M. H. J. D. Koresh, "CDMPUTER VISION BASED TRAFFIC SIGN SENSING FOR SMART TRANSPORT", Journal of Innovative Image Processing (JIIP), 2019. 11-19pp
28. <https://www.slovoidilo.ua/2021/11/07/novyna/suspilstvo/stalo-vidomona-skilky-zmenshylasya-kilkist-porushen-pdr-ukrayini-rik-avtofiksacziyi> Дата надання доступу: 07.06.24
29. Bhavya Bordia, N. Nishanth, Shaswat Patel, M. Anand Kumar & Bhawana Rudra ,Automated Traffic Light Signal Violation Detection System Using Convolutional Neural Network, 2020, 579-592pp.
30. [https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/blok-zhyvlennia-shcho-ybudovuietsia-25w-12v-s-25-12\\_31344.html](https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/blok-zhyvlennia-shcho-ybudovuietsia-25w-12v-s-25-12_31344.html) Дата надання доступу: 07.06.24
31. <https://www.aam.com.pk/shop/rcwl-0516-microwave-radar-human-induction->

[motion-sensor-module/](#) Дата надання доступу: 07.06.24

32. <https://www.ropere.com/uk/p/mikrohvilovij-radar-oky3430> Дата надання доступу: 07.06.24