

**Тарасенко Т.М., викладач ЗФПО, голова циклової комісії будівництва, експлуатації і ремонту автомобільних доріг та аеродромів**  
**Тетера В.С., викладач ЗФПО**  
**Оникієнко І.В., викладач ЗФПО**  
*Відокремлений структурний підрозділ «Класичний фаховий коледж Сумського державного університету»*

## **МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ**

Анотація. Обговорюються та аналізуються особливості, переваги, недоліки та засоби методів визначення інтенсивності руху на автомобільних дорогах. Розглянуті вимоги до методів моніторингу дорожньої обстановки та проблеми.

Ключові слова: інтенсивність руху, моніторинг дорожнього руху, методи визначення, оптичні методи, радіолокаційні методи, інфрачервоні методи, реконструкція доріг, транспортні потоки, засоби моніторингу інтенсивності дорожнього руху

Інтенсивність руху є важливим показником, який характеризує дорожню обстановку та є головним показником до реконструкції автомобільної дороги. Досвід використання різних методів визначення інтенсивності руху на дорогах накопичувався протягом багатьох років і продовжує поповнюватися завдяки розвитку технологій. Для її визначення використовують різні методи, які можна умовно розділити на три групи [1] та зробити висновок по кожному:

- оптичні методи, засновані на аналізі зображень дорожнього руху;
- радіолокаційні методи, засновані на вимірюванні швидкості і частоти переміщення об'єктів на дорозі;
- інфрачервоні методи, засновані на вимірюванні температури об'єктів на дорозі.

Оптичні методи є найбільш поширеними, оскільки вони відносно недорогі і прості у використанні. До них відносяться [2]:

- метод ручного підрахунку, при якому оператор вручну підраховує кількість транспортних засобів, що проїжджають через задану ділянку дороги – цей метод використовувався з самого початку вивчення транспортних потоків. Його перевага – низька вартість, але недолік – висока трудомісткість і суб'єктивність результатів;

- метод відеомоніторингу, при якому відеокамери записують зображення дорожнього руху – з появою відеокамер відкрилися нові можливості для автоматизації підрахунку транспортних засобів. Сучасні системи відеоаналізу дозволяють розпізнавати різні типи транспортних засобів, визначати їх швидкість та напрямок руху. Однак, якість результатів залежить від якості відеозображення та ефективності алгоритмів обробки;

- метод використання світлодіодних індикаторів, при якому на дорозі встановлюються світлодіодні індикатори, які змінюють свій колір в залежності від наявності транспортного засобу – цей метод досить простий і надійний, але його застосування обмежене певними типами доріг та умовами освітлення.

Радіолокаційні методи дозволяють отримувати інформацію про інтенсивність руху в реальному часі. До них відносяться [2]:

- метод радарів, при якому радар вимірює швидкість переміщення транспортних засобів та відстань між ними – ця інформація може бути використана для розрахунку інтенсивності руху. Однак, радары можуть бути чутливими до перешкод та атмосферних умов;

- метод радарів з імпульсною доплерометрією, при якому радар вимірює швидкість переміщення транспортного засобу і його відстань до радара – ці радары забезпечують більш точні вимірювання швидкості та дозволяють відрізнити рухомі об'єкти від нерухомих.

Інфрачервоні методи дозволяють отримувати інформацію про інтенсивність руху в нічний час. До них відносяться [3]:

- метод інфрачервоних камер, при якому інфрачервона камера записує зображення дорожнього руху, а потім на основі цього зображення проводиться підрахунок кількості транспортних засобів – ці камери дозволяють вести спостереження в умовах недостатньої освітленості. Вони використовуються для виявлення транспортних засобів за їх тепловим випромінюванням;

- метод інфрачервоних сенсорів, при якому інфрачервоні сенсори вимірюють кількість тепла, що виділяється транспортними засобами – ці сенсори виявляють транспортні засоби за зміною температури навколишнього середовища.

Відповідно до кожного методу дослідження інтенсивності руху існують різні засоби, які можна умовно розділити на три групи: оптичні, радіолокаційні та інфрачервоні [4].

Оптичні засоби є найбільш поширеними, оскільки вони відносно недорогі і прості у використанні. До них відносяться:

- ручні підрахункові пристрої, які використовуються для ручного підрахунку кількості транспортних засобів;
- відеокамери, які записують зображення дорожнього руху, а потім на основі цього зображення проводиться підрахунок кількості транспортних засобів (рис. 1, а);
- світлодіодні індикатори, які змінюють свій колір в залежності від наявності транспортного засобу (рис. 1, б).



Рисунок 1 – Оптичні засоби дослідження дорожньої обстановки: а – відеокамери; б – світлодіодні індикатори

Радіолокаційні засоби дозволяють отримувати інформацію про інтенсивність руху в реальному часі (рис. 2, а). До них відносяться:

- радарні датчики, які вимірюють швидкість переміщення транспортного засобу;
- радарні датчики з імпульсною доплерометрією, які вимірюють швидкість переміщення транспортного засобу і його відстань до радара.

Інфрачервоні засоби дозволяють отримувати інформацію про інтенсивність руху в нічний час (рис. 2, б). До них відносяться:

- інфрачервоні камери, які записують зображення дорожнього руху, а потім на основі цього зображення проводиться підрахунок кількості транспортних засобів;
- інфрачервоні сенсори, які вимірюють кількість тепла, що виділяється транспортними засобами.



Рисунок 2 – Радіолокаційні та інфрачервоні засоби дослідження дорожньої обстановки: а – радар; б – інфрачервоні камери

До основних вимог, що пред'являються до засобів визначення інтенсивності руху, відносяться [4]:

- точність - точність вимірювання інтенсивності руху повинна бути достатньою для вирішення поставлених завдань;

- надійність - засоби повинні бути стійкими до впливу зовнішніх факторів, таких як погода, дорожні умови та ін;

- економічність - засоби повинні бути економічно ефективними.

Також не треба забувати про плин часу та ріст потреб, тому останнім часом є такі напрямки розвитку систем моніторингу дорожнього руху:

- комбіновані системи – сучасні системи моніторингу дорожнього руху часто поєднують різні методи для підвищення точності та надійності результатів;

- інтеграція з іншими системами – дані про інтенсивність руху інтегруються з іншими системами, такими як системи управління світлофорами, системи навігації та іншими;

- застосування штучного інтелекту – штучний інтелект використовується для розробки більш складних алгоритмів обробки даних, що дозволяють виявляти різноманітні транспортні ситуації та прогнозувати розвиток транспортних потоків.

Проблемними моментами в цих питаннях залишаються не вирішеними:

- вплив зовнішніх факторів – погодні умови, час доби, тип дорожнього покриття та інші фактори можуть впливати на точність вимірювань;

- вартість обладнання – сучасні системи моніторингу дорожнього руху можуть бути досить дорогими.

- обробка великих обсягів даних – отримання та обробка великих обсягів даних вимагають потужного обладнання та спеціального програмного забезпечення.

На сучасному ринку представлено широкий вибір засобів для визначення інтенсивності руху. При виборі засобу необхідно враховувати всі фактори, що впливають на ефективність його використання. Вибір методу моніторингу інтенсивності руху залежить від конкретних умов експлуатації. Для доріг з невеликим потоком руху можна використовувати оптичні методи. Для доріг з великим потоком руху або для дорожніх ділянок, розташованих в складних умовах видимості, доцільно використовувати радіолокаційні або інфрачервоні методи.

#### **Література**

1. Методика визначення інтенсивності руху транспортних засобів: Навчальний посібник / В.В. Коваленко, В.В. Білоус, В.І. Коваленко – , К.: Національний транспортний університет, 2019 - 116с.

2. Моніторинг інтенсивності руху на дорогах: Навчальний посібник / В.М. Мельник, О.М. Поліщук, В.В. Гурін – К.: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", 2022 – 108с.

3. Моніторинг дорожньої обстановки: Навчальний посібник / В.Ф. Ступак, В.В. Задорожний, В.В. Яковчук – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020 – 128с.

4. Дослідження інтенсивності руху транспортних засобів: Навчальний посібник / І.В. Ключарев, В.В. Кравчук – Київ: КНУБА, 2016 – 152с.