



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА  
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

**77-ї НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ПРОФЕСОРІВ,  
ВИКЛАДАЧІВ, НАУКОВИХ ПРАЦІВНИКІВ,  
АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ УНІВЕРСИТЕТУ**

**16 травня – 22 травня 2025 р.**

## **ЗАСТОСУВАННЯ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ В АНАЛІЗІ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ АВТОТРАНСПОРТОМ**

Автомобільні викиди є значущим джерелом забруднення повітря у всьому світі, а особливо гостро це питання стоїть у великих містах, де вплив транспорту на якість повітря визнано однією з ключових екологічних загроз сучасності. Наукові пошуки зосереджені на розробці методів мінімізації негативного впливу автомобілів на довкілля. Сучасні технології, починаючи від геоінформаційних систем моніторингу і закінчуючи моделюванням транспортних потоків, надають широкий інструментарій для глибокого аналізу цієї проблеми та розробки дієвих рішень [1-2].

Впровадження інтелектуальних транспортних систем є каталізатором трансформації сучасних міст у міста майбутнього. Застосування таких технологій, як IoT-датчики, GPS-навігація та штучний інтелект, дозволяє досягти значного прогресу в оптимізації руху, зменшенні викидів та підвищенні безпеки на дорогах, що в результаті якісно змінює життя міського населення та сприяє розвитку більш ефективної та екологічно збалансованої транспортної системи [3].

Існуючі методи моніторингу часто виявляються недостатньо оперативними та детальними для адекватного відстеження концентрації забруднюючих речовин. Обмежена кількість стаціонарних пунктів вимірювання не дозволяє охопити всі зони з інтенсивним рухом транспорту. У динамічному середовищі великого міста рівень забруднення може швидко змінюватися на невеликих відстанях від доріг. Це зумовлює необхідність впровадження інтелектуальних систем моніторингу, здатних забезпечити більш точний і всебічний контроль за якістю атмосферного повітря.

Встановлення систем відеоспостереження на автомагістралях є важливим кроком у забезпеченні безпеки дорожнього руху та збереженні довкілля [4]. За допомогою відеокамер можна не лише фіксувати порушення правил дорожнього руху, але й контролювати викиди шкідливих речовин транспортними засобами, своєчасно виявляючи несправні автомобілі та вживаючи заходів для їх усунення [5]. Крім того, дані відеоспостереження можуть бути використані для оптимізації транспортних потоків та розробки заходів щодо зменшення забруднення повітря.

Впровадження систем відеоспостереження на дорогах відкриває нові можливості для автоматизованого моніторингу транспортних потоків (рисунок 1). Сучасні алгоритми відеоаналізу дозволяють не лише підраховувати кількість транспортних засобів, але й ідентифікувати їх тип, швидкість, напрямок руху, вид палива та рік випуску. Для досягнення високої точності розпізнавання потрібні якісні камери, встановлені в оптимальних місцях, та ефективні алгоритми обробки зображень.

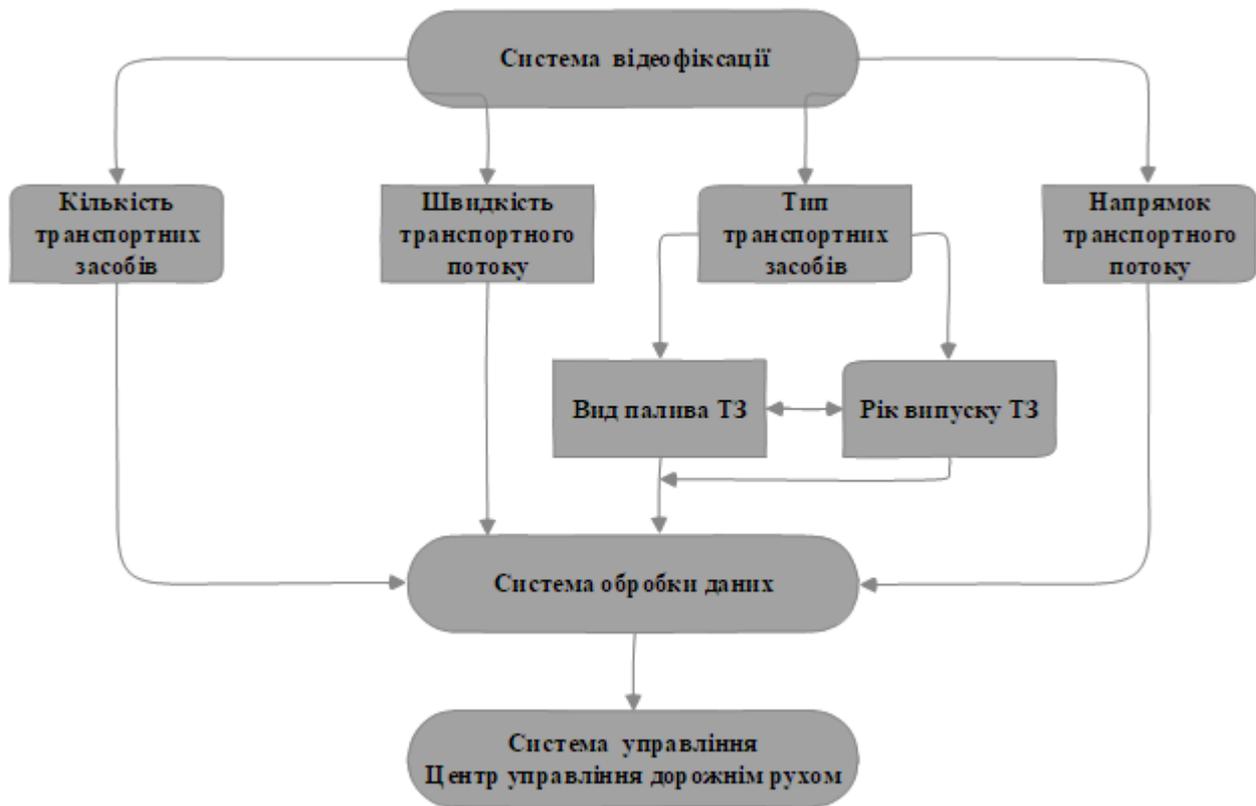


Рис. 1. Автоматизація моніторингу транспортних потоків

Засновані на здатності в реальному часі фіксувати рух транспортних засобів, системи відеофіксації надають можливість високоточного аналізу викидів автотранспорту. Ключовою перевагою є ідентифікація типу транспортного засобу як джерела забруднення. Застосовуючи відеоаналітику та цифрові системи ідентифікації, системи розрізняють легкові автомобілі, вантажівки, автобуси та мотоцикли, що дозволяє враховувати відмінні характеристики викидів для кожної категорії.

Використання баз даних реєстрації транспортних засобів дозволяє визначити тип пального (бензин, дизель, газ, електроенергія), що забезпечує можливість урахування відмінностей у рівнях викидів, характерних для кожного виду палива [6]. Це сприяє глибшому розумінню структури забруднення в міському середовищі та дозволяє прогнозувати вплив змін у паливній структурі на якість атмосферного повітря.

Один із важливих показників для оцінки рівня екологічності автотранспорту — рік його випуску, що дає змогу встановити, до якого

стандарту Євро (від 1 до 7) належить транспортний засіб [7]. Зазвичай нові моделі відповідають більш суворим нормам викидів, тоді як старі авто спричиняють вищий рівень забруднення. Аналіз цієї інформації дозволяє краще розуміти вплив транспорту різного віку на довкілля та формувати дієву екологічну політику.

Для ефективного моніторингу та прогнозування рівня забруднення повітря важливо враховувати не лише інтенсивність руху, а й швидкість транспортних засобів, оскільки саме ці показники суттєво впливають на обсяг і склад шкідливих викидів [8]. Зокрема, у зонах із низькою швидкістю руху, як-от під час заторів, через неефективне згоряння палива спостерігається зростання концентрацій оксиду вуглецю та оксидів азоту. Завдяки використанню автоматизованих систем збору даних про швидкість руху, у поєднанні з інформацією про паливний тип, вік транспортних засобів та метеоумови, можна формувати точні моделі розсіювання забруднень для обґрунтування ефективних екологічних рішень.

Завдяки отриманню даних у режимі реального часу інтелектуальні системи моніторингу дозволяють оперативно фіксувати перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин та забезпечують можливість швидкого ухвалення управлінських рішень — наприклад, перенаправлення транспортних потоків, запровадження обмежень швидкості або тимчасову заборону на в'їзд вантажного транспорту на проблемні ділянки.

Обробка відеоданих дає змогу формувати детальні карти зміни інтенсивності транспортного руху протягом доби й тижня. Це особливо корисно для міського планування, вдосконалення системи громадського транспорту та реалізації заходів щодо зменшення забруднення. Аналіз траєкторій руху допомагає виявляти «вузькі місця», оптимізувати роботу світлофорів і маршрути громадського транспорту, а також оцінювати ефективність впроваджених рішень — зокрема обмеження в'їзду до центральної частини міста чи розвиток велосипедної інфраструктури.

Для міст із насиченим трафіком, таких як Кривий Ріг, де рівень забруднення може істотно змінюватися залежно від дорожньої ситуації та погодних умов, це має особливе значення.

Крім того, відеоспостереження є важливою складовою сучасних систем організації паркування. У містах із високою щільністю руху хаотичне паркування часто спричиняє затори та погіршує екологічну ситуацію. Встановлені камери забезпечують контроль за дотриманням правил паркування, фіксують порушення та сприяють розчищенню проїжджої частини.

Інтеграція систем відеоспостереження з міськими цифровими платформами дозволяє створювати «розумні» паркувальні зони, які інформують водіїв про наявність вільних місць у реальному часі. Це

скорочує час пошуку паркування, зменшує транспортне навантаження та обсяги шкідливих викидів.

Окрім цього, відеофіксація, поєднана з інформаційними платформами та мобільними застосунками, забезпечує оперативне інформування населення про стан повітря та надає рекомендації щодо уникнення зон із підвищеним рівнем забруднення, що сприяє підвищенню екологічної обізнаності й зниженню негативного впливу на здоров'я.

Отже, використання інтелектуальних моніторингових систем, які охоплюють відеоспостереження та автоматичну фіксацію порушень, значно підвищує точність оцінки забруднення від автотранспорту. Це створює підґрунтя для ефективнішого екологічного управління, зменшення обсягів викидів, оптимізації транспортних потоків і підвищення безпеки та якості життя в міських умовах.

#### *Література:*

1. *Vehicle emission and atmospheric pollution in China: problems, progress, and prospects* / J. Wang та ін. *PeerJ*. 2019. Т. 7. URL: <https://doi.org/10.7717/peerj.6932>.
2. *Vehicle Emission Detection in Data-Driven Methods* / Z. He et al. *Mathematical Problems in Engineering*. 2020. P. 1–13. URL: <https://doi.org/10.1155/2020/4875310>.
3. Alanazi F., Alenezi M. *A framework for integrating intelligent transportation systems with smart city infrastructure*. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*. 2024. Vol. 8, no. 5. P. 3558. URL: <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i5.3558>.
4. Fu L., Zhang Q., Tian S. *Real-time video surveillance on highways using combination of extended Kalman Filter and deep reinforcement learning*. *Heliyon*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26467>.
5. *Динамічна відеофіксація транспортних засобів для системи моніторингу дорожнього руху у мегаполісі* / N. Kuchuk та ін. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*. 2022. Т. 2. С. 55–58. URL: <https://doi.org/10.26906/sunz.2022.2.055>.
6. *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023*. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023>.
7. Адам В. М. *Проблеми та перспективи законодавчого впровадження екологічних стандартів «Євро» в Україні. Правові новели*. 2018. № 6. С. 48–51. URL: [http://legalnovels.in.ua/journal/6\\_2018/9.pdf](http://legalnovels.in.ua/journal/6_2018/9.pdf).
8. Татарченко Г., Дьомін М., Тарасюк В. *Модель забруднення оксидами азоту приміагістральних територій міста. Містобудування та територіальне планування*. 2021. № 78. С. 478–492. URL: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2021.78.478-492>.