

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу ХАРИТОНОВОЇ НАТАЛІЇ МИКОЛАЇВНИ на тему «Удосконалення методів проєктування та експлуатації автомобільних доріг на основі оцінювання їх впливу на довкілля», подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

### **Актуальність теми дослідження**

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального науково-практичного завдання щодо удосконалення методів оцінювання впливу автомобільних доріг на довкілля на різних стадіях їх життєвого циклу. В умовах інтеграції України до європейського простору, відновлення та розвитку транспортної інфраструктури, а також посилення екологічних вимог до проєктування й експлуатації автомобільних доріг, обрана тема дослідження є своєчасною та має важливе значення для дорожньої галузі.

### **Наукова новизна та практичне значення роботи**

Наукова цінність дисертаційного дослідження визначається комплексом оригінальних результатів, здобутих у процесі розроблення та верифікації методів екологічного оцінювання автомобільних доріг.

Принципово новим внеском є побудова інтегрованої системної моделі «автомобільна дорога – транспортний потік – навколишнє середовище», яка, на відміну від фрагментарних підходів, охоплює дорогу як динамічний об'єкт техногенного впливу одночасно на стадіях проєктування та експлуатації. Це дозволяє ще на етапі прийняття проєктних рішень враховувати геометричні та конструктивні параметри дороги як чинники екологічного навантаження.

Самостійним науковим результатом є також ієрархічна модель утворення та міграції мікрозабруднювачів у придорожній зоні, яка вперше систематизує джерела їх походження (знос шин, покритву, гальмівних систем, дорожньої розмітки) у поєднанні з фізико-хімічними властивостями та шляхами поширення через атмосферу, поверхневий стік і ґрунти. Практичним виходом цієї моделі є науково обґрунтований регламент очищення поверхневих стоків та технічного обслуговування дорожнього покритву.



Удосконалений розрахунковий метод оцінювання викидів від транспортних потоків вперше інтегрує динамічні параметри руху з конструктивними характеристиками дорожнього полотна - поздовжнім похилом, радіусами кривих, типом та рівністю покриття - що суттєво підвищує точність порівняно з наявними методами прогнозування. Доповненням до нього є вдосконалений метод ОВД, побудований на поєднанні емісійного моделювання з апаратом методу аналізу ієрархій.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що розроблений інструментарій безпосередньо використовується при підготовці проєктної документації на нове будівництво, реконструкцію та капітальний ремонт автомобільних доріг, зокрема при підготовці розділів ОВНС та ОВД. Результати дослідження імплементовано в нормативні та технічні документи — ДСТУ 9030:2020 «Автомобільні дороги. Оцінка впливів на навколишнє середовище. Вимоги до проєктної документації»; ДСТУ 9048:2020. Автомобільні дороги. Методи вимірювання основних параметрів стану довкілля»; ДСТУ 9076:2021 «Автомобільні дороги. Оцінка впливів на довкілля»; МР В.1.1–37641918–912:2020. «Методичні рекомендації щодо зменшення впливу мікрополіутантів на екологічний стан навколишнього природного середовища в зоні впливу автомобільних доріг загального користування». Це є беззаперечним свідченням їх прикладної зрілості та галузевої потреби.

#### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.**

Дисертаційне дослідження виконано в рамках тематичних планів науково-дослідних робіт кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища НТУ за темами «Обґрунтування застосування сучасних інноваційних підходів при розробці методів та способів підвищення рівня екологічної безпеки та безпеки людини» (№ держреєстрації 0118U001109 (2018-2019 р.); «Розробка та удосконалення методик, процесів та процедур розв'язання складних комплексних задач у сфері охорони довкілля та збалансованого природокористування» (номер держреєстрації РК № 0121U107570 від 25-01-2021). Дисертаційні дослідження виконані в межах тематичних планів науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт Державного агентства

автомобільних доріг України за 2017 та 2019 роки, відповідно до наступних тематик: «Виконати аналіз та розробити національний стандарт з оцінки впливів автомобільних доріг загального користування на навколишнє середовище» (№ державної реєстрації 0117U001949), «Виконати аналіз і переглянути ГБН В.2.3-218-540:2012 «Споруди транспорту. Охорона довкілля при будівництві, ремонті та експлуатаційному утриманні автомобільних доріг» та ГБН В.2.3-218-007:2012 «Споруди транспорту. Екологічні вимоги до автомобільних доріг. Проектування» (№ державної реєстрації 119U101560), «Провести дослідження та розробити методичні рекомендації щодо зменшення впливу мікрозабруднювачів на екологічний стан довкілля у зоні впливу автомобільних доріг загального користування» (№ державної реєстрації 0118U000741), «Комплекс заходів на 2022-2025 роки щодо покращення екологічного стану довкілля під час будівництва, поточного ремонтування та утримування автомобільних доріг загального користування державного значення» (№ державної реєстрації 0121U112738), де автор була науковим керівником відповідних науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт, та міжнародним проектом MICROPROOF Micropollutants in Road Run-Off, funded by Austria, Finland, Germany, Ireland, Norway, Netherlands and Sweden, CEDR Transnational Road Research Programme Call 2016: Environmentally Sustainable Roads: Surface- and Groundwater Quality.

### **Оцінка змісту та структури дисертації**

Дисертація має логічну структуру, викладена послідовно та відповідає вимогам, що ставляться до наукових робіт такого рівня. Матеріал роботи достатньо ілюстрований рисунками та таблицями, а використані літературні джерела охоплюють сучасні вітчизняні та зарубіжні наукові публікації. Усі запозичення з праць інших вчених мають коректне бібліографічне оформлення та відповідні посилання на джерела згідно з чинними вимогами ДСТУ 8302:2015.

**Перший розділ** виконує функцію базового наукового огляду, де авторка демонструє глибокі знання сучасного стану дорожньої інфраструктури України та екологічних викликів. Системний аналіз транспортно-експлуатаційних показників 169,6 тис. км автодоріг в умовах військової агресії та значної

зношеності є критично важливим для обґрунтування актуальності дослідження. Огляд вітчизняного і міжнародного досвіду ОВД дозволив автору виявити фрагментарність чинних процедур, довести обмеженість статичних розрахункових методик і чітко обґрунтувати необхідність переходу до стратегії циркулярної економіки та оцінки повного життєвого циклу (LCA) доріг.

**У другому розділі** представлено потужний теоретичний фундамент дослідження. Особливої уваги тут заслуговує розробка комплексної ієрархічної системної моделі «автомобільна дорога — транспортний потік — навколишнє середовище». Застосувавши метод аналізу ієрархій (MAI), авторка вперше математично ранжувала чинники екологічного навантаження, визначивши домінуючу роль інтенсивності (22,3%) та швидкості руху (18,2%). Наукову новизну розділу підсилює сформований емісійний апарат та оригінальна класифікація мікрозабруднювачів (зокрема мікропластику від зносу шин), які дозволяють перейти до ризик-орієнтованого екологічного управління.

**Третій розділ** присвячений експериментальній апробації та підтвердженню достовірності теоретичних положень на прикладі автомобільної дороги М-21. Натурні спостереження та інструментальні заміри концентрацій токсикантів ( $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ) виконані на високому науковому рівні. Наведені коефіцієнти детермінації ( $R^2 = 0,91\text{--}0,96$ ) та мінімальна відносна похибка (до 10%) беззаперечно доводять високу адекватність розроблених математичних моделей. Важливе практичне значення мають також дослідження поверхневого стоку та осадів очисних споруд для ідентифікації мікрополітантів.

**У четвертому розділі** наведено переконливі докази високої екологічної та економічної ефективності запропонованих рішень. Авторка успішно трансформувала теоретичні викладки у конкретні інженерно-методичні підходи до проектування та експлуатації автомобільних доріг. Прикладна цінність роботи підтверджується інтеграцією її результатів у три національні стандарти України (ДСТУ 9030:2020, ДСТУ 9048:2020, ДСТУ 9076:2021). Впровадження розробленого комплексу екозаходів (озеленення, біопереходи, очисні споруди) забезпечує зниження концентрації токсикантів на 30–70% та дає суттєвий

прогнозований економічний ефект (до 1,326 млн грн на рік для доріг державного значення) при високому інтегральному показнику ефективності ( $\geq 0,8$ ).

Авторкою продемонстровано високий рівень володіння сучасними методами наукових досліджень, здатність до узагальнення результатів та формування практичних рекомендацій для дорожньої галузі.

**Серед найбільш вагомих переваг та сильних сторін дисертаційного дослідження варто виділити такі:**

1) Розробка комплексної моделі «автомобільна дорога – транспортний потік – навколишнє середовище» дозволила автору відійти від фрагментарного оцінювання та розглянути екологічну безпеку інфраструктури як єдину динамічну систему на всіх етапах її життєвого циклу.

2) Наукове обґрунтування класифікації та математичне моделювання процесів поширення мікрозабруднювачів (зокрема мікропластику від зносу шин та покриття) вирішує критично важливу задачу сучасного екологічного моніторингу придорожніх територій.

3) Інтеграція ключових результатів дослідження безпосередньо у нормативно-методичну базу галузі — національні стандарти України (ДСТУ 9030:2020, ДСТУ 9048:2020, ДСТУ 9076:2021).

4) Запропоновані методичні підходи забезпечують баланс між техніко-експлуатаційними вимогами до автомобільних доріг та пріоритетом мінімізації техногенного навантаження на довкілля як на стадії проєктування, так і в процесі експлуатації.

5) Наведена оцінка прогнозованого економічного ефекту від реалізації природоохоронних заходів доводить не лише екологічну спроможність, а й комерційну та доцільність впровадження авторських розробок на дорогах державного значення.

#### **Повнота опублікування основних положень дисертаційної роботи**

Основні наукові положення дисертаційного дослідження відображено у 20 наукових публікаціях, у тому числі 8 статей у фахових виданнях України, 3 розділах у колективних монографіях, 9 тезах науково-технічних конференцій, а також у 3 свідоцтвах про твори науково-технічного характеру. Публікаційна

активність здобувача є достатньою та відповідає вимогам щодо апробації результатів дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Наукові здобутки авторки отримали широку апробацію на міжнародних та національних конференціях, а репрезентативність опублікованих праць дозволяє констатувати вичерпність викладених матеріалів та їх повну відповідність стандартам, що ставляться до робіт на здобуття ступеня доктора філософії.

### **Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації**

Представлена дисертація Харитонові Н.М. є цілісною, логічно завершеною та самостійно виконаною науковою працею, що заслуговує на високу оцінку. Разом з тим, під час ознайомлення з її змістом виникли певні дискусійні питання та зауваження, які потребують додаткових пояснень:

1. Слід зазначити, що наукова цінність роботи суттєво б зросла, якби авторка приділила більше уваги порівняльному аналізу авторської системної моделі із провідними світовими аналогами оцінювання екологічного впливу транспортної інфраструктури. Це б яскравіше продемонструвало інноваційність та переваги запропонованих рішень.

2. Потребує деталізації методика визначення вагових коефіцієнтів екологічних факторів за допомогою методу аналізу ієрархій, зокрема в частині збору експертних оцінок та формування матриць порівняння.

3. Подальший розвиток досліджень може бути пов'язаний із розширенням географії експериментальних спостережень для підтвердження універсальності запропонованих моделей у різних дорожньо-кліматичних умовах.

4. У дисертації значну увагу приділено оцінюванню екологічного впливу автомобільних доріг на довкілля та розробленню природоохоронних заходів. Разом з тим, становило б науковий інтерес більш детальне висвітлення взаємозв'язку між екологічною ефективністю запропонованих рішень та показниками безпеки дорожнього руху, оскільки ці напрями дедалі частіше розглядаються як взаємопов'язані складові сталого розвитку транспортної інфраструктури.

5. Авторкою розроблено підходи до оцінювання впливу автомобільних доріг на довкілля з урахуванням сучасних екологічних викликів. Водночас

перспективним напрямом подальших досліджень може бути адаптація запропонованих моделей до умов кліматичних змін, зокрема зростання частоти екстремальних опадів, тривалих посушливих періодів та температурних коливань, що можуть впливати на процеси міграції забруднювачів у придорожньому середовищі.

6. Практична цінність роботи підтверджується впровадженням результатів у нормативні документи та діяльність дорожніх організацій. Разом з тим, для більш широкого використання розроблених підходів доцільним є подальше створення програмних засобів або цифрових інструментів підтримки прийняття рішень, які б забезпечували автоматизоване застосування запропонованих методик під час проєктування та експлуатації автомобільних доріг.

Зазначені зауваження мають рекомендаційний характер, не впливають на достовірність отриманих результатів, рівень наукової новизни та практичну цінність дисертаційної роботи.

### **Загальний висновок**

Дисертаційна робота Харитонові Наталії Миколаївни «Удосконалення методів проєктування та експлуатації автомобільних доріг на основі оцінювання їх впливу на довкілля» є завершеним самостійним науковим дослідженням, яке вирішує актуальне науково-практичне завдання для галузі транспорту та будівництва. Робота характеризується високим рівнем актуальності, глибокою науковою новизною розроблених моделей та вагомою практичною цінністю для дорожніх організацій України. Дослідження проведено на належному науково-теоретичному рівні, отримані результати є обґрунтованими та достовірними. Посилання на літературні джерела, результати досліджень вітчизняних та закордонних вчених виконані коректно та супроводжуються належним науковим аналізом, що підтверджує дотримання авторкою принципів академічної доброчесності та вимог ДСТУ 8302:2015.

Дисертаційне дослідження є завершеним науковим твором, що за структурою, змістом, оформленням та повнотою висвітлення результатів у наукових виданнях відповідає вимогам п.6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради

закладу вищої освіти, наукової установи», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України №44 від 12 січня 2022р. (із змінами згідно Постанови КМУ №341 від 21.03.2022р. та Постанови КМУ №502 від 19.05.2023р.), а її автор Харитонова Наталія заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Рецензент,

доцент кафедри транспортного будівництва  
та управління майном,

Національний транспортний університет

канд.економ. наук, доцент



Наталія СОКОЛОВА



Підписую завіряю  
начальник відділу кадрів НТУ  
