

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

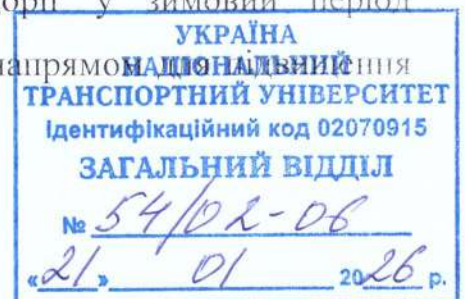
кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ім. О.К. Біруля Харківського національного автомобільно-дорожнього університету *Сєдова Андрія Віталійовича* на дисертаційну роботу *Смірнова Анатолія Миколайовича* на тему: **«Удосконалення технології експлуатаційного утримання автомобільних доріг у зимовий період»**, подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»

1. Актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами

Складність забезпечення безперебійного руху в зимовий період є однією із ключових задач для дорожньої галузі України. Враховуючи сучасні виклики, які пов'язані з обмеженими фінансовими ресурсами, зростаючими вимогами до безпеки дорожнього руху, а також глобальними кліматичними змінами та необхідністю цифровізації дорожньої інфраструктури – перехід від традиційних методів боротьби із зимовою слизькістю до інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень з зимового утримання доріг є критично важливим завданням. Таким чином, представлена дисертаційна робота Смірнова Анатолія Миколайовича є надзвичайно актуальним дослідженням сьогодення. Автором справедливо наголошено, що застарілі підходи до планування робіт часто не враховують локальні метеорологічні особливості, що призводить до перевитрат реагентів та погіршення екологічного стану придорожніх територій. Застосування сучасних технологій, що базуються на аналітиці, отриманій в оперативному режимі з метеостанцій, та розробка адаптивних моделей управління утриманням доріг у зимовий період відповідають світовим трендам та є стратегічним напрямком підвищення стійкості дорожньої мережі.



Основні положення дисертації тісно пов'язані з державними науковими програмами. Результати дослідження є частиною планів науково-дослідних робіт Національного транспортного університету та Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України. Зокрема, автор брав участь у виконанні НДР за темами: «Удосконалення системи управління станом автомобільних доріг та методів їх оцінки» (РК 0116U002491), а також у розробці пропозицій щодо підвищення рівня безпеки та оперативності утримання доріг в екстремальних погодних умовах в рамках НДР Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України (РК 0117U005111).

Робота також корелює із завданнями галузевих програм щодо впровадження інтелектуальних транспортних систем на автомобільних дорогах, що підтверджує її значущість на державному рівні.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих в дисертації

За результатами аналізу роботи Смірнова А. М. можна стверджувати, що до захисту представлено комплексний та цілісний науковий доробок. Автор самостійно розв'язав складне науково-практичне завдання, спрямоване на модернізацію технологічних процесів із зимового утримання у дорожньому господарстві.

Рівень обґрунтованості висновків підтверджується коректним застосуванням методів математичної статистики, теорії ймовірностей та багатокритеріальної оптимізації.

Достовірність результатів підкріплена використанням великих масивів даних з дорожніх метеостанцій та результатами обробки даних реальних витрат реагентів. Висновки автора логічно впливають з проведених розрахунків та мають чітку практичну спрямованість.

3. Наукова новизна і практичне значення отриманих результатів

Наукова новизна дисертації підтверджується наступними положеннями:

Вперше розроблено математичну модель обґрунтування рівня обслуговування доріг у зимовий період, яка, на відміну від існуючих, ґрунтується на динамічній оцінці факторів впливу та інтегрує прогностичні дані дорожніх метеорологічних інформаційних систем для визначення пріоритетів обслуговування;

Удосконалено метод оптимізації витрат протиожеледних матеріалів при зимовому утриманні автомобільних доріг, що комплексно враховує синергічний вплив технологічних параметрів — змінних зимових гідрометеорологічних чинників для превентивного ухвалення рішень;

Набула подальшого розвитку технологічна послідовність оптимізації маршрутизації спецтехніки при зимовому утриманні, який, на відміну від аналогів, одночасно мінімізує загальний пробіг та час реакції на виникнення слизькості, гарантуючи при цьому досягнення необхідного рівня обслуговування.

Практичне значення результатів полягає у розробці чітко структурованої системи підтримки прийняття рішень, яка дозволяє автоматизувати процес управління зимовим утриманням. Результати дослідження вже впроваджено у виробничий процес компаній та організацій, діяльність яких пов'язана з експлуатаційним утриманням доріг у зимовий період. За результатами використання запропонованої автором технології на місцевій мережі доріг м. Києва було досягнуто зниження витрат солі на 20-25 %, що є доволі значимим показником ефекту. Також матеріали дисертації використовуються в навчальному процесі НТУ при підготовці інженерів-дорожників, що підтверджено відповідною довідкою.

4. Основний зміст дисертації

Дисертація має чітку та логічну структуру, що складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Вступ. Визначено актуальність, об'єкт, предмет, мету та завдання, які мають високий рівень наукового обґрунтування. Наведено новизну та практичне значення результатів дослідження.

Розділ 1. Проведено ґрунтовний огляд сучасних технологій утримання доріг в зимовий період та виявлено прогалини в існуючих моделях управління. Виконано комплексний аналіз наявної науково-технічної бази. Проаналізовано ДСТУ та відомчі будівельні норми (ВБН), що регламентують терміни очищення доріг та вимоги до стану покриття. Виявлено суперечності між нормативними вимогами та фактичними можливостями дорожніх служб, що створює проблему обґрунтування рівнів обслуговування. Досліджено досвід країн зі схожим кліматом (країни Скандинавії, США, Канада), зокрема використання превентивних методів (anti-icing) замість реактивних (de-icing).

Розділ 2. Автор досліджує фізико-хімічні властивості взаємодії реагентів з льодом та формує теоретичну базу для оптимізації їх використання. Сформульовано математичну постановку задачі оптимізації руху техніки як модифікацію «задачі листоноші» або «задачі комівояжера» з урахуванням пріоритетності доріг. Окреслено методики, що дозволяють зменшити перевитрату солі та піщано-соляних сумішей через точне дозування.

Розділ 3. Представлено основні розробки: математичні моделі та алгоритми управління, що інтегровані з метеорологічними даними. Побудовано модель, яка інтегрує гідрометеорологічні дані (прогноз погоди, вологість) для визначення необхідного рівня обслуговування. Запропоновано алгоритм, що мінімізує «холостий» пробіг техніки, враховуючи розташування баз зберігання протижеледних матеріалів. Розроблено механізм адаптації технології для контрактів за моделлю OPRC (Output-and-

Performance based Road Contracts), де оплата залежить від кінцевого стану дороги.

Розділ 4. Описано результати впровадження та проведено розрахунок економічної ефективності від зниження аварійності та економії ресурсів. Наведено розрахунки конкретних норм витрат протиожеледних матеріалів для різних спостережених погодних сценаріїв. Доведено, що впровадження моделі знижує прямі витрати на матеріали на 15–20% та скорочує час перебування доріг у небезпечному стані, що позитивно впливає на показник аварійності.

Зміст представленої роботи підтверджує глибоку фахову підготовку автора та його здатність розв'язувати складні науково-прикладні задачі. Робота оформлена з дотриманням академічної доброчесності, а всі цитування відповідають чинним вимогам.

5. Особистий внесок здобувача.

Основні результати опубліковані у 12 наукових працях (у тому числі 2 статті у Scopus). Зокрема, автором опубліковано результати проведеного критичного огляду нормативно-правової бази та наукових досліджень; систематизовано основні гідрометеорологічні чинники, що безпосередньо впливають на експлуатаційний стан доріг та безпеку руху в зимовий період; на основі узагальнення світового досвіду автором опубліковано розроблений методичний підхід до адаптації рівнів обслуговування доріг у зимовий період (Levels of Service) до умов функціонування дорожньої мережі України [3, 15]; розроблено математичну модель маршрутизації спеціалізованої техніки (за типом Vehicle Routing Problem), що дозволяє оптимізувати графіки та траєкторії руху снігоприбиральних машин для мінімізації часових та ресурсних витрат [4]; обґрунтовано та сформовано модель оптимізації витрат протиожеледних матеріалів, яка враховує чинник невизначеності погодних умов; розроблено послідовність прийняття рішень при використанні комбінованої техніки, що підтверджено свідомством про реєстрацію

авторського права [2, 5, 16]; проведено обробку даних за зимовий період у міських умовах та розроблені програмні рішення для моделювання витрат реагентів. Результати досліджень були особисто представлені автором на 9-ти міжнародних та національних науково-практичних конференціях, де вони отримали позитивну оцінку фахівців галузі.

6. Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

Позитивно оцінюючи науковий рівень та практичну значущість роботи, водночас слід зазначити, що складність та багатогранність досліджуваної проблеми зумовили появу певних дискусійних моментів і зауважень:

- В п.2.3 при постановці проблеми маршрутизації спецтехніки з зимового утримання доріг було б доцільно присвятити увагу також впливу інтенсивності руху на швидкість спрацювання протиожезедних реагентів.

- В розділі 3 автор приділяє увагу методиці автоматизованого обліку даних щодо погодних умов та стану покриття з метеостанцій RWIS, проте недостатньо проаналізовано питання інтеграції цих систем із загальною мережею супутникового моніторингу GPS/ГЛОНАСС.

- У третьому розділі деякі графіки (наприклад, рис. 3.2) потребують більш детального опису параметрів осей.

- За результатами апробації, висвітленої в 4-му розділі роботи, автору було б бажано навести рекомендації щодо використання розроблених моделей для доріг місцевого значення з низькою інтенсивністю руху.

Зазначені зауваження та побажання мають переважно уточнювальний та дискусійний характер. Вони не применшують наукової новизни й практичної цінності отриманих результатів і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційного дослідження.

7. Загальний висновок

Дисертаційна робота Смірнова А. М., виконана на тему «Удосконалення технології експлуатаційного утримання автомобільних доріг

у зимовий період», є повноцінним науковим дослідженням, що відповідає спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Робота відповідає вимогам п. 6-9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами).

Дисертаційна робота Смірнова А.М. присвячена актуальній темі підвищення стійкості дорожньої інфраструктури в складних погодних умовах. Вона успішно вирішує поставлене наукове завдання, що полягає в удосконаленні технології утримання доріг в зимовий період як комплексного науково-методичного підходу, який базується на математичному моделюванні маршрутів спецтехніки та науковому обґрунтуванні норм витрат реагентів залежно від гідрометеорологічних чинників.

Наукові здобутки та рівень фахової підготовки Смірнова Анатолія Миколайовича повною мірою відповідають вимогам, що висуваються до здобувачів наукового ступеня доктора філософії. Автор заслуговує на присудження ступеня PhD за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри будівництва та
експлуатації автомобільних
доріг ім. О.К. Біруля
Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету

 Андрій СЕДОВ

Підпис офіційного опонента засвідчую:

Проректор з науково-педагогічної роботи

ХНАДУ, д.т.н., професор

«15» січня 2026 року

 Микола МИХАЛЕВИЧ

