

ВІДГУК

Єрмакової Інни Анатоліївни

офіційного опонента, кандидата технічних наук,
старшого викладача кафедри автомобільних доріг,
геодезії та землеустрою Національного університету
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
на дисертаційну роботу **Зеленського Богдана Миколайовича** на тему
«Метод оцінки мостів на основі моделей їх якісного стану»,
поданої на здобуття ступеня доктора філософії
у галузі 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю
192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Актуальність теми дисертаційної роботи

Мости є критично важливими елементами, що забезпечують зв'язок між населеними пунктами, регіонами та країнами, тому їх належний стан є ключовим для безпеки руху, економічного розвитку та соціальної мобільності. В Україні значна частина транспортних споруд перебуває в обмежено працездатному чи непрацездатному технічному стані, що підвищує ризики відмов та аварій з потенційно катастрофічними наслідками.

Обмеженість фінансових та людських ресурсів для обслуговування та ремонту мостів вимагає ефективних методів оцінки їх стану для оптимального розподілу цих ресурсів. Оцінка стану мостів є складним завданням через різноманітність їх конструкцій, матеріалів, умов експлуатації та впливу навколишнього середовища. Традиційні методи оцінки часто є суб'єктивними та трудомісткими, що підкреслює необхідність розробки нових, більш ефективних підходів.

Ефективне управління транспортною інфраструктурою має значний економічний ефект, зменшуючи витрати на ремонт та реконструкцію, а також мінімізуючи економічні втрати від можливих аварій. Сучасні методи оцінки повинні враховувати всі фактори для забезпечення довгострокової стійкості інфраструктури.

Розробка методу оцінки мостів на основі кваліметричної моделі їх якісного стану дозволить врахувати показники як фізичного так і функціонального зносу елементів мостів. Це також може сприяти розвитку наукової бази в галузі інженерії та управління інфраструктурою, відкриваючи нові напрямки досліджень та інновацій.

Створення універсального методу оцінки може сприяти міжнародному обміну досвідом та стандартизації підходів до управління транспортною



інфраструктурою, що особливо важливо в контексті глобалізації та зростаючої взаємозалежності економік різних країн.

Таким чином, розробка методу оцінки мостів на основі моделей їх якісного стану є актуальним та важливим завданням, яке має значний потенціал для покращення безпеки, ефективності та економічності управління транспортною інфраструктурою, а також для забезпечення сталого розвитку транспортних систем в умовах сучасних викликів та технологічних можливостей.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Наукові результати та практичні рекомендації дисертаційного дослідження щодо методу оцінки мостів на основі моделей їх якісного стану отримали практичне використання під час роботи над науково-дослідними темами на замовлення Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України за договором від 03.07.2020 року № 51-20 «Виконати дослідження та розробити методичні рекомендації з визначення вантажопідйомності автодорожніх мостів» та за договором від 30.08.2021 № 100-21 «Провести дослідження та розробити рекомендації щодо моніторингу технічного стану автодорожніх мостів з використанням автоматизованої системи збору даних».

Дослідження було впроваджено у навчальному процесі, а саме під час викладання дисципліни «Експлуатація транспортних споруд» для студентів спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, ОП «Автомобільні дороги, вулиці та дороги населених пунктів».

Результати дисертаційного дослідження були використані при оцінюванні технічного стану мостового переходу через магістральний канал очисних систем в районі 1-ого шлюзу гідротехнічних споруд Дніпровського басейнового управління водних ресурсів (Київська область) ТОВ «Діагностика та інжиніринг мостів», зокрема у частині врахування положень розробленого методу оцінки мостів на основі моделей їх якісного стану було визначено експлуатаційний стан споруди.

Аналіз змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів основної частини, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Результати дослідження опубліковані у достатній кількості 4-х наукових працях, що спонукає повному оприлюдненню результатів дослідження.

У **першому розділі** проведено аналітичний огляд існуючих методів оцінки технічного стану мостів. Розглянуто теоретичні основи використання марковських процесів для моделювання деградації мостових конструкцій. Проаналізовано сучасні тенденції застосування методів штучного інтелекту

та машинного навчання для моніторингу стану мостів. Виявлено зростаючий інтерес до комплексних підходів в управлінні життєвим циклом транспортних споруд та адаптації методів кваліметрії для оцінки їх якісного стану.

Другий розділ присвячений розробці кваліметричної моделі оцінки якісного стану автодорожнього мосту. Модель включає оцінку як функціонального, так і фізичного зносу мосту. Описано структуру моделі, яка враховує різні аспекти стану мосту. Для визначення коефіцієнтів вагомості різних факторів застосовано кошторисний та експертний методи. Розроблено математичну модель для інтеграції всіх оцінених параметрів в єдиний інтегральний показник якісного стану мосту.

У **третьому розділі** представлено комплексний підхід до оцінки якості мостів. Описано методи оцінки, включаючи візуальний огляд, інструментальні вимірювання, розрахункові методи та експертні оцінки. Особлива увага приділяється оцінці впливу мостового переходу на річковий потік. Зазначено використання сучасних програмних комплексів для аналізу вантажопідйомності та інших характеристик мосту.

Четвертий розділ присвячений практичному застосуванню розробленого методу. Проведено комплексне обстеження конкретного автодорожнього мосту, включаючи візуальний огляд, інструментальні вимірювання, фотофіксацію дефектів та розрахунки вантажопідйомності. На основі кваліметричної моделі виконано оцінку якісного стану мосту. Проаналізовано особливості струнобетонних прогонових будов та запропоновано методи їх ремонту та підсилення.

Загалом, дисертаційна робота представляє собою комплексне дослідження, що охоплює теоретичні аспекти оцінки стану мостів, розробку нової методології на основі кваліметричних моделей та її практичне застосування. Робота має чітку структуру, кожен розділ логічно пов'язаний з попередніми та наступними, що забезпечує цілісність дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

1. Запропоновано інноваційний підхід до оцінки якісного стану транспортних споруд, який вперше включає параметри функціонального зносу. Ця оцінка охоплює такі важливі аспекти як безпека дорожнього руху, габаритні характеристики, особливості поперечного профілю покриття, наявні обмеження та вплив на довкілля. Це дозволяє отримати більш комплексну та об'єктивну картину стану споруди.

2. Розроблено унікальну багаторівневу кваліметричну модель для оцінки якісного стану мостів. Ця модель відрізняється від існуючих тим, що інтегрує показники як фізичного, так і функціонального зносу. Вона є

універсальною і може застосовуватися до різних типів транспортних споруд, включаючи мости через водні перешкоди (з регуляційними спорудами або без них, через судноплавні та несудноплавні річки), а також шляхопроводи.

3. Здійснено адаптацію рівнів оцінки якісного стану відповідно до актуальних нормативних вимог. Проведено успішну апробацію розробленої кваліметричної моделі на прикладі оцінки стану мосту через несудноплавну річку. В результаті отримано інтегральний показник рівня якісного стану, що демонструє практичну застосовність та ефективність запропонованого методу.

Повнота відображення дисертаційної роботи:

Публікації. За темою дисертаційного дослідження опубліковано 8 наукових праць, у тому числі 3 у періодичних фахових виданнях, що входять до переліку МОН України; 1 стаття у зарубіжному періодичному виданні; 4 у збірниках праць за матеріалами конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація включає вступ, чотири загальні розділи, загальні висновки, список використаних джерел із 100 найменувань та один додаток. Загальний обсяг дисертації становить 195 сторінок. Основний текст викладений на 167 сторінках. Текст ілюструється 35 рисунками і містить 27 таблиць.

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

1. Розроблено новий метод оцінки стану мостів на основі кваліметричних моделей, який дозволяє підвищити об'єктивність та точність оцінки якісного стану транспортних споруд. Цей метод може бути використаний інженерами та експертами для більш ефективного управління мостовою інфраструктурою.

2. Запропонована кваліметрична модель дозволяє комплексно оцінювати як фізичний, так і функціональний знос мостів. Це дає можливість отримати більш повну картину стану споруди та прийняти обґрунтовані рішення щодо її обслуговування, ремонту чи реконструкції.

3. Результати дослідження можуть бути використані для оптимізації витрат на утримання та ремонт мостів. Більш точна оцінка стану дозволяє ефективніше розподіляти ресурси та планувати ремонтні роботи.

4. Розроблений метод сприяє підвищенню рівня безпеки та надійності транспортної інфраструктури. Своєчасне виявлення проблем та дефектів дозволяє запобігти аварійним ситуаціям та продовжити термін експлуатації мостів.

5. Апробація методу на реальному об'єкті (мост через річку в Івано-Франківській області) підтвердила його практичну значущість та можливість впровадження в реальних умовах.

6. Результати дослідження впроваджено у навчальний процес при викладанні дисципліни «Експлуатація транспортних споруд», що сприяє підготовці кваліфікованих фахівців у галузі будівництва та експлуатації мостів.

7. Наукові результати та практичні рекомендації були використані при розробці методичних рекомендацій з визначення вантажопідйомності автодорожніх мостів та рекомендацій щодо моніторингу їх технічного стану з використанням автоматизованої системи збору даних на замовлення Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України.

8. Метод був успішно застосований при оцінюванні технічного стану існуючого мостового переходу в Київській області, що демонструє його практичну цінність для інженерних компаній та організацій, які займаються діагностикою та обслуговуванням мостів.

Таким чином, отримані результати мають широке практичне застосування в галузі управління, експлуатації та обслуговування мостової інфраструктури, а також у сфері освіти та нормативно-методичного забезпечення.

Відповідність дисертації встановленим вимогам

Аналіз змісту дисертації дозволяє оцінити її як закінчене самостійне наукове дослідження, що містить достовірні обґрунтовані наукові та практичні результати. Викладення основного матеріалу дисертації, наукових положень, практичних результатів та висновків логічне та аргументоване. Використання матеріалів інших авторів здійснюється з посиланням на наукові праці. Мова та структура дисертації відповідають загальноприйнятому в наукових роботах. Дисертаційна робота відповідає вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії, що встановлені Міністерством освіти і науки України.

Відзначаючи змістовність та системність дослідження, що проведено Зеленським Б.М., а також позитивно оцінюючи дисертацію «Метод оцінки мостів на основі моделей їх якісного стану», необхідно звернути увагу **на дискусійні положення, висновки та пропозиції, які вимагають додаткової аргументації автора:**

1. У другому розділі дисертаційної роботи варто було б детальніше розглянути можливі труднощі та обмеження під час впровадження представленого методу в існуючу систему управління мостовою інфраструктурою.

2. У третьому розділі роботи варто було б більш детально описати процес та критерії, за якими визначається ступінь функціонального зносу для кожного з показників, особливо для тих, що не мають очевидного фізичного

зносу.

3. Питання розгляду екологічного впливу під час оцінки стану та експлуатаційних характеристик транспортних споруд потребує додаткового розгляду щодо розвитку розмивних процесів в процесі продовження наукових досліджень здобувача.

4. У третьому розділі роботи варто було б проаналізувати, наскільки запропонований метод підходить для оцінки стану нестандартних або унікальних мостових конструкцій.

5. У роботі було б доцільно глибше розглянути економічну ефективність запропонованого методу щодо оцінки якісного стану мосту.

6. У четвертому розділі роботи було б корисно провести порівняння результатів оцінки стану мостів за розробленим та існуючими методами, щоб чітко продемонструвати переваги запропонованого підходу.

Загальний висновок та оцінка дисертаційної роботи

Дисертація Зеленського Богдана Миколайовича – це самостійно виконане, завершене наукове дослідження, яке пропонує новаторський метод оцінки стану мостів. Робота вирізняється застосуванням сучасних дослідницьких методів та логічною структурою, що дозволило автору успішно досягти поставлених цілей.

Дослідження містить оригінальні результати автора, з належним посиленням на роботи інших науковців. Практична значущість розробок полягає в можливості їх застосування різноманітними установами та підприємствами у сфері проєктування, будівництва та експлуатації автодорожніх мостів.

Основні висновки дисертації були опубліковані та пройшли необхідну апробацію. Робота відповідає вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 "Будівництво та цивільна інженерія", а також задовольняє критерії, встановлені відповідною Постановою Кабінету Міністрів України.

Враховуючи актуальність дослідження та його наукову цінність, дисертація відповідає всім формальним вимогам, а її автор, Богдан Миколайович Зеленський, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Представлені до розгляду публікації задовольняють вимогам п. 6-9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Зважаючи на актуальність вирішених завдань, отриманих наукових результатів, дисертаційна робота відповідає вимогам щодо оформлення дисертаційних робіт згідно наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 року, а її автор, Зеленський Богдан Миколайович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Офіційний опонент:
кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри
автомобільних доріг, геодезії та
землеустрою Національного університету
«Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка»

Інна СРМАКОВА

*Підпис заступника
заступника начальника
вирішув. кадрів*



Тамара Гусак