

Спеціалізована вчена рада
Д 26.059.02 у Національному
транспортному університеті
01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1

ВІДГУК

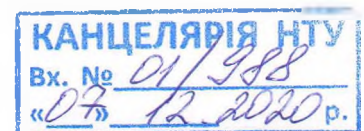
офіційного опонента на дисертаційну роботу Цинки Анатолія Олександровича на тему **“Удосконалення методу розрахунку розмивів на заплавах в зоні впливу мостових переходів”**, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Сформована мережа автомобільних доріг загального користування за такими параметрами як: протяжність (170 тис. км), щільність на 1000 км² території (281 км) та конфігурація, значною мірою відповідає національним потребам і здатна забезпечити на найближчі роки умови для економічного зростання держави і соціального розвитку населення України, за умови відповідного транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг.

На автомобільних дорогах налічується близько 16,2 тис. мостів та шляхопроводів загальною протяжністю понад 379 км. Значна кількість мостів (близько 81%) побудована за застарілими технічними нормами минулих років. Понад 30 % мостів мають обмежено непрацездатний та непрацездатний стан, не відповідають безпечним умовам експлуатації, потребують капітального ремонту чи реконструкції.

При 3% середньорічному зростанні великовагових автотранспортних засобів в Україні, інтенсивність руху на мостових переходах автомобільних доріг може в 3...5 разів перевищувати інтенсивність руху на прилеглих до нього перегонах. Споруди мостового переходу повинні бути запроектовані та побудовані таким чином, щоб залишатися стійкими та виконувати свої функції за будь-яких умов, що можуть виникати за їх тривалий строк служби. Тобто споруди повинні стійко протистояти руйнуючій дії водного середовища та деформаціям в руслі та на заплаві, які передбачені в прогнозах. Таким чином проблема розвитку дорожньо-транспортного комплексу є нагальною і актуальною для нашої держави. Тема дисертаційної роботи розв'язує окреме питання, що сприятиме здійсненню модернізації та розвитку мережі автомобільних доріг України. Назва роботи відображає суть, новизну та актуальність поставленої науково-практичної задачі в області математичного моделювання процесів у річкових потоках, зокрема, в області розрахунку та проектування мостових переходів.



Найважливіша задача проектування мостових переходів полягає в обґрунтуванні їх генеральних розмірів. Провідною із проектних характеристик мостів є ширина отвору, яка і визначає довжину мосту та безпосередньо залежить від величини стиснення річкового потоку підходами. В свою чергу річковий потік являє собою відкриту дисипативну і саморегулюючу систему з особливою мікроструктурою, фізична сутність якої повністю не з'ясована ще й досі. При стисненні потоку мостовими переходами на річках відбувається перерозподіл швидкісної структури і, відповідно, спостерігаються такі складні явища, як кінематичний ефект, при взаємодії руслового і заплавного потоків під час повені, розвиток значних вихрових структур, переформування руслових та заплавних форм, що призводить до розвитку загального та максимального розмивів.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Як видно з дисертації, автореферату та прикладених публікацій здобувача, поставлена мета досягнута і задачі успішно вирішені. Результати досліджень теоретичного та прикладного характеру, які приведені в дисертації отримані в процесі виконання науково-дослідних робіт, що виконувались кафедрою транспортного будівництва та управління майном Національного транспортного університету та Державним підприємством «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна»: «Удосконалення системи управління станом автомобільних доріг та методів їх оцінки», № РК 0116U002491; «Виконати аналіз та розробити зміну до ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво», № РК 0117U001932; «Виконати аналіз та розробити пропозиції щодо удосконалення моделей оцінювання і прогнозування ресурсу мостів, що знаходяться в експлуатації», № РК 0118U000775; «Виконати аналіз вимог європейських норм на проектування мостів та розробити пропозиції щодо удосконалення вітчизняних будівельних норм на проектування мостів і труб», № РК 0118U000765.

3. Розробка методу прогнозування деформацій на заплавах в зоні впливу мостового переходу на основі запропонованих математичних моделей зависенесних потоків, з урахуванням наявності елементів рослинності, сил опору розмиву дрібнозернистих ґрунтів, обтікання мостових опор і є *метою* рецензованої дисертації. Для втілення цієї *мети* в практичні рекомендації, автором дисертації ставляться і розв'язуються такі *основні задачі*:

- напрямок досліджень обґрунтовано на підставі аналізу існуючих лабораторних і натурних експериментів транспорту наносів і прогнозу деформацій на заплавних ділянках мостових переходів; визначено силові фактори, які враховують опір розмиву дрібнозернистих ґрунтів внаслідок кольматації, опір при обтіканні рослинності та опір при обтіканні мостових опор;
- на основі вихідної системи рівнянь руху неоднорідного потоку, з урахуванням структури течії на заплавах розроблено математичну модель зависенесного заплавного потоку з трав'яною рослинністю та з урахуванням силових факторів при дотриманні узгодженості з полем тиску;
- на основі методів реалізації запропонованих математичних моделей процесу транспорту наносів в заплавних потоках в комплексі з початковими та

граничними умовами розроблено метод розрахунку загального та максимального розмивів в зоні впливу мостових переходів;

- розроблена інженерна методика розрахунку загального та максимального розмивів та проведено розрахунок деформацій заплавних ділянках рівнинної річки в зоні впливу мостового переходу.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі обумовлюється перш за все фундаментальністю фізичних законів, покладених в основу математичних моделей, що описують динамічний стан зависенесного заплавного потоку в характерних зонах.

1. Фізична модель зависенесного потоку заплави з елементами рослинності обґрунтована експериментальними та натурними дослідженнями Железнякова Г.В., Кнороза В.С., Н.А. Михайлової, В.В. Романовського, Б.Ф. Сніщенка, Ц.Є. Мірцхулави, С.В. Менжулина, Г.В.Марунича, .
2. Структура виразів для складових сил зчеплення, сил опору рослинності, опору при обтіканні мостових опор, отримала в дисертаційній роботі теоретичне обґрунтування і збігається з виразами В.В. Романовського, М.М. Грішина, Ц.Є. Мірцхулави, Є.А. Гаєва, І.О. Ярославцева, які розробили ці залежності в результаті багаторічних, копітких лабораторних та натурних досліджень.
3. Математичні моделі для заплави з трав'яною рослинністю з урахуванням силових факторів являють собою комплекс стаціонарних двовимірних рівнянь гідродинамічних характеристик потоку, що отримані на основі вихідних рівнянь переносу неоднорідного потоку та рівняння нерозривності при узгодженості розподілу швидкостей і поля тиску (глибин).
4. Вибір початкових та граничних умов, при врахуванні взаємодії зависенесного потоку з твердими границями, обґрунтовується експериментальними та теоретичними дослідженнями, представленими в роботах багатьох авторів. Запропоновані системи координат дозволяють більш детально враховувати примезові області (зони), та складну конфігурацію розрахункової поверхні потоку, мостових опор на ділянках впливу мостового переходу.
5. Обґрунтованість розроблених математичних моделей для зависенесного заплавного потоку з трав'яною рослинністю при дотриманні узгодженості з полем тиску та з урахуванням силових факторів, розробленого програмного забезпечення, підтверджується впровадженням в інженерну практику при проектуванні мостового переходу через р. Сіверський Донець біля с. Брусівка на автомобільній дорозі Т-05-14, км 83+575, Донецька область (Україна), на замовлення проектним інститутом "Укрдїпродор".
6. Висновки в роботі обґрунтовані детальними теоретичними дослідженнями і практичними розрахунками, розкривають суть кожного розділу і, в цілому не викликають сумнівів. Загальні висновки являють собою логічний підсумок та підтвердження сформульованої мети і задач досліджень.

Достовірність отриманих у роботі результатів підтверджена співставленням результатів фізично обґрунтованих теоретичних розробок, кінцевим

підсумком яких є програмні пакети на основі розроблених математичних моделей, з результатами методів розрахунку розмивів з іншими авторами.

5. Наукова новизна отриманих результатів в дисертаційній роботі ґрунтується на

- пристосуванні до умов відкритих потоків диференціальних рівнянь динаміки реальної рідини, отриманні на цих засадах нових моделей у вигляді систем рівнянь для зависенесного заплавного потоку з трав'яною рослинністю, врахуванні сил опору розмиву ґрунту та місцевих сил опору в зоні обтікання мостових опор;
- розробці методу розрахунку загального та максимального розмивів підмостових зон заплав на основі запропонованих математичних моделей для зависенесного потоку з елементами рослинності.

В такій постановці представлена робота підвищує інженерно-технічний рівень рішення важливих народногосподарських проблем і вносить вагомий вклад в застосування методів математичного моделювання в практику проектування споруд мостових переходів.

6. Практичне значення дисертації полягає в озброєнні інженерів-проектувальників новими методами розрахунку загального та максимального розмивів, які представлені у вигляді пакетів програм, що дають змогу визначити необхідні динамічні характеристики потоку та просторову конфігурацію дна в заданий момент часу відповідно до гідрографу паводку ділянки річки. При цьому використовується мінімум очевидних припущень на відміну від існуючих до цього часу методів, які ґрунтуються на одномірних моделях потоків.

Запропонований метод розрахунку деформацій на заплаві дозволить, враховуючи необхідний комплекс характеристик ділянки річки, проводити числові експерименти з прогнозування розвитку деформацій на різних варіантах об'єктів, таким чином обґрунтовувати місце розташування споруд мостового переходу, правильно призначати глибини закладання фундаментів мостових опор, чітко визначати пік розмиву, виконувати екологічні розрахунки замулення ділянок річок.

Результати досліджень даної роботи знайшли практичне використання при проектуванні мостового переходу р. Сіверський Донець біля с. Брусівка на автомобільній дорозі Т-05-14 Добропілля – Лиман, км 83+575 на замовлення проектного інституту Укрдїпродор. Теоретичні основи розрахунку деформацій за інженерною методикою були запроваджені в навчальному процесі, оскільки запропонований матеріал можливо доступно і за короткий термін довести до його засвоєння слухачами.

Другим напрямком роботи є розробка Змін № 1 до ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво», які були впроваджені на галузевому рівні в організаціях, що входять у сферу управління Державного агентства автомобільних доріг України (УКРАВТОДОР).

7. Повнота реалізації результатів дисертаційного дослідження. Результати дисертаційного дослідження знайшли відображення у нормативному документі дорожньої галузі, програмних пакетах, що застосовуються при проектуванні мостових переходів, зокрема на заплавних ділянках. Результати дисертаційного дослідження впроваджено у навчальний процес Національного транспортного університету при підготовці бакалаврів та магістрів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

8. Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на міжнародних науково-практичних конференціях, національній науково-технічній конференції та науковій конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та структурних підрозділів Національного транспортного університету.

9. Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях

Основні результати дисертаційної роботи у повній мірі викладено в 11 наукових працях, у тому числі: 5 у періодичних фахових виданнях, що входять до переліку МОН України (1 стаття у виданні, яке включене до наукометричної бази Scopus); 1 стаття у зарубіжних періодичних наукових виданнях; 3 у збірниках праць за матеріалами наукових конференцій; 1 стаття додатково відображає наукові результати дисертації (у періодичному фаховому виданні, що входить до переліку МОН України).

Автореферат дисертації відповідає змісту самої роботи й достатньо повно відображає основні наукові й практичні результати, що отримані здобувачем.

10. Оцінка змісту дисертації

Мова, стиль та структура дисертації відповідають загальноприйнятому в наукових роботах.

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 149 найменувань та трьох додатків. Основний текст викладений на 135 сторінках. Текст ілюструється 22 рисунками і містить 7 таблиць.

У *вступі* автором обґрунтовано актуальність теми досліджень, відмічено її зв'язок з відповідними науковими програмами, сформульовано мету та задачі досліджень, наукову новизну та практичну цінність результатів роботи, визначено особистий внесок здобувача, наведено апробацію результатів, публікації, загальний обсяг і структуру роботи.

У *першому розділі* наведено основні принципи призначення генеральних розмірів мостового переходу. Розглянуто фізику процесу територіального перерозподілу заплавного потоку та його взаємодію з руслом під час повені в зоні впливу мостового переходу. Проаналізовано теоретичні та експериментальні дослідження руху зависі в річкових потоках, відмінність процесу розмиву для руслових та заплавних потоків.

Розділ завершується висновками, зробленими на основі аналізу робіт щодо доцільності проведення подальших досліджень та оптимальних шляхів розв'язання поставленої проблеми.

У *другому розділі* представлено основні етапи моделювання з розподілу глибин та швидкостей у зависенесному потоці з трав'яною рослинністю. Для переходу до модельних рівнянь переносу заплавних потоків у підрозділі 2.2 отримано ряд залежностей для сил, які впливають на динаміку течії на заплаві: сили зчеплення, формула (2.32), та опору рослинності – (2.36). Далі на основі вихідної системи рівнянь турбулентного руху, які описують поле швидкостей та тиску у водотоках, у підрозділі 2.3, спираючись на теорію мілкої води, отримано гідродинамічний розподіл тиску в заплавному потоці (2.54). З урахуванням проведеної оцінки доданків вихідних рівнянь, отримана двовимірною математичною моделлю кількості руху для зависенесних потоків з трав'яною рослинністю (2.75 – 2.77). Ґрунтуючись на гідродинамічному описі процесів, що відбуваються на заплавах, в наближенні до двовимірної задачі, запропоновані рівняння переносу (2.94 – 2.95) та (2.99) – (2.101). Для визначення місцевих впливів течії потоку, з урахуванням виразу для сили опору при обтіканні мостових опор (2.104), отримано модифіковану математичну модель (2.120) – (2.121) та (2.122) – (2.123).

Розроблені математичні моделі для заплавних зон річкового потоку адекватно враховують основні фактори, що впливають на процес транспорту наносів, характер течії потоку в досліджуваних областях і дозволяють в новому аспекті розв'язувати поставлені в роботі задачі, як і у декартовій системі координат, так і у перетвореній – для областей з рухомими границями.

У *третьому розділі* наведено метод числової реалізації запропонованих математичних моделей для заплавного потоку. Для отримання розв'язку поставлених задач у п. 3.1 отримано дискретні аналоги двовимірних математичних моделей (3.4), (3.6), (3.7). Здобувачем обґрунтовано початкові та межові умови для розрахункової області (3.34) – (3.38). Запропонований метод з реалізації математичних моделей поділений автором на дві складові частини: визначення зони впливу мостового переходу, п. 3.2 з попереднім розрахунком зміни глибини та похилу потоку, та розрахунок деформацій на заплавах, з урахуванням співвідношень дійсної та нерозмивної швидкостей (3.72). Друга частина методу містить методику визначення гідродинамічних характеристик потоку, зокрема розподілу глибин та швидкостей з дотриманням умови нерозривності, що підтверджує адекватність запропонованого методу. Окремо розглядається зона створу мостового переходу, де враховується сила опору при обтіканні мостових опор, що дозволяє отримати величину максимального розмиву (3.75).

У *четвертому розділі* автором наведено практичні аспекти використання запропонованого методу прогнозування розмивів на заплавах в зоні впливу мостового переходу. У підрозділі 4.1 визначено зону впливу мостового переходу через р. Сіверський Донець біля с. Брусівка на автомобільній дорозі Т-05-14, км 83+575, Донецька область (Україна). У підрозділі 4.2 наглядно представлено розроблений метод у галузі проектування мостових переходів, що підтверджено результатами числового експерименту. Визначено гідродинамічні показники

заплавного потоку (рис. 4.3 – 4.13, рис. 4.15 – 4.18) та величину деформацій на заплавних ділянках (рис. 4.14, 4.19).

У підрозділі 4.4 представлено порівняльну оцінку отриманих в процесі числового експерименту результатів з відомими результатами теоретичних досліджень інших авторів. Достатньо задовільний збіг розрахункових даних з експериментальними при відносній похибці в межах 0,4 – 0,5 (рис. 4.20) пояснюється відсутністю врахування у попередньому методі сил зчеплення ґрунту та опору при обтіканні рослинності та підтверджує адекватність запропонованого автором методу розрахунку загального та максимального розмивів.

11. Зміст автореферату повністю відтворює основні положення дисертації, оформлений відповідно до вимог п. 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. (у редакції від 06.09.2016 р.).

Зауваження по змісту та суті дисертаційної роботи.

1. У першому розділі, п. 1.4.2 дисертації присутня значна кількість посилань на публікації багаторічної давнини (30 і більше років).
2. Поверхня заплав, як правило, вкрита різноманітними видами рослин. При отриманні формули (2.36) для сили опору при обтіканні рослинності слід було б обґрунтувати вибір параметру D_{cm} діаметра стебел, формула (2.35), або запропонувати залежність для декількох видів рослин.
3. У п.р. 2.4 при розробці усталених двовимірних рівнянь для прогнозування розподілу швидкостей та глибин в турбулентних потоках на заплавах з трав'яною рослинністю слід було б обґрунтувати використання формули (2.82) та (2.83) для розподілу турбулентних напружень.
4. Метод реалізації запропонованих математичних моделей ґрунтується на методі скінченних різниць. У п.р. 3.1 роботи не представлений аналіз цього методу і в повній мірі не обґрунтовані його переваги.
5. У п.р. 3.3 автором для практичного використання не обґрунтовано вибір константи для формули (3.36).
6. Не зрозуміло, які інтервали дискретизації просторових координат використовує автор при числовому моделюванні потоку та як впливає вибір інтервалів на точність розрахунків.
7. Розділ 4 перенасичений рисунками, рисунки 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.20, 4.15 варто було б винести у додаток А.
8. Представлений графічний матеріал у розділі 4, рис. 4.14 та 4.19 важко сприймається, варто було б основні результати навести у вигляді двовимірних графіків на вертикалях.

Заключний висновок

1. Відмічені вище зауваження по дисертаційній роботі не ставлять під сумнів основні результати досліджень і, в переважному випадку, є побажаннями для наступної наукової роботи.

2. Дисертаційна робота на тему “Удосконалення методу розрахунку розмивів на заплавах в зоні впливу мостових переходів” є актуальним, завершеним дослідженням, яке містить наукову новизну, має теоретичне та практичне значення. Значимість дисертаційної роботи Цинки А.О. полягає в єдиному методологічному підході до побудови математичних моделей зависеного заплавного потоку з елементами рослинності та з урахуванням впливу сили опору при обтіканні мостових опор; розробці методики для інженерних прогнозів розвитку деформацій на заплавах ділянках річкових потоків в зоні впливу мостових переходів. Це дозволяє проводити відповідне обґрунтування проектних рішень щодо їх генеральних розмірів.
3. Отримані теоретичні результати дозволяють зробити висновок про відповідність дисертаційної роботи Цинки А.О. паспорту спеціальності 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми, зокрема, пункту 4 напрямків досліджень „Розвідування та проектування переходів через великі і малі водотоки”.
4. Представлений у дисертації матеріал по актуальності, науковій та практичній цінності, об’єму і глибині досліджень відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 (зі змінами і доповненнями) щодо кандидатських дисертацій, а її автор Цинка Анатолій Олександрович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри автомобільних
доріг та мостів
Національного університету
«Львівська політехніка»

С.Й. Солодкий

Підпис д.т.н. Солодкого С.Й. засвідчую
Вчений секретар НУ «Львівська політехніка»
доц. Брилинський Р.Б.

