

## **ВІДГУК**

офіційної опонентки доктора технічних наук, доцента

**Маджд Світлани Михайлівни**

на кваліфікаційну наукову працю

Глушченка Романа Олександровича

«Удосконалення системи дощової каналізації за допомогою “зелених” конструкцій»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 101 – Екологія, галузі знань 10 – Природничі науки

### **1. Актуальність дисертації.**

Тема дисертації є актуальною і нагальною. Адже в містах по всьому світу затоплення вулиць стають все більш і більш поширеними за рахунок факторів: застарілість дощової каналізації, яка не відповідає сучасним кліматичним змінам; зростання міст, яке зменшує зелені зони на користь асфальтованих та інших водонепроникних покриттів; висока вартість та тривалість реконструкції системи під нові обсяги опадів; недостатнє прибирання засмічень у каналізаційних мережах; відсутність стратегій на міському рівні для вирішення цих проблем. Традиційні інженерні підходи не в повній мірі спроможні вирішити ці проблеми. Ефективно ж зарекомендували себе «зелені конструкції», які в комбінації з інженерними системами і пропонує використовувати автор.

### **2. Мета, об'єкт і предмет дослідження.**

**Метою дослідження** стало запобігання затоплень урбанізованих територій за допомогою науково обґрунтованого застосування «зелених» конструкцій.

**Об'єкт дослідження** – затоплення міських територій дощовими стічними водами та їх відведення.

**Предмет дослідження** – «зелені» конструкції як елементи будівель і споруд для покращення ефективності збору та відведення поверхневого стоку.

### **3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.**

Вірогідність і достовірність отриманих наукових результатів зумовлена використанням стандартних та науково визнаних методів, які було адаптовано до умов проведення експериментальних досліджень.

### **4. Наукова новизна та практична цінність.**

Наукова новизна роботи не підлягає сумніву. Адже:

- уперше досліджено в лабораторних умовах процесі поглинання дощових вод в інноваційному «зеленому» дренажному каналі, що дозволило отримати залежності для розрахунку та підбору каналу, віднесеної до ширини проїзної частини;

- вдосконалено фізичну концептуальну моделі надходжень і поглинання дощових опадів на просторових об'єктах будівництва, що дозволило створити трирівневу систему управління дощовим водами на основі загальної концепції управління дощовим стоком за допомогою «зелених» конструкцій;

- набули подальшого розвитку порівняльні експериментальні дослідження швидкості поглинання дощової води різними системами «зелених» покрівель задля обґрунтування

вибору системи для різних об'єктів і кліматичних умов.

Практична цінність відповідає потребам сучасних міст. А саме, вирішено нагальну задачу запобігання затоплень міських територій шляхом застосування «зелених» конструкцій. Розроблено новаторський "зелений" дренажний канал для поглинання та очищення дощових водостоків з доріг, який вбудовується в структуру дорожнього покриття поблизу тротуарів. Цей канал ефективно та рівномірно вбирає, фільтрує та відводить дощові води з ефективним поглинанням навіть при сильних дощах інтенсивністю до 1,28 мм за хвилину. Технічним рішенням є використання "зеленої" бруківки для зменшення навантаження на дощову каналізацію до 52,48 %, що перевірено на прикладі приватного об'єкту. Отримані результати підтверджені за допомогою проєктів використання "зелених" покрівель типу Floradrain FD40. Ці проєкти для навчального корпусу КНУБА передбачають водонасичення  $W_m = 68 \text{ дм}^3/\text{м}^2$  та швидкість просочення  $V = 0,62 \text{ дм}^3/\text{добу}$ . Крім того, пропонується збереження дощової води з покрівлі в спеціальних баках для системи поливу В10, що дозволяє зекономити водні ресурси центрального водопостачання на 86,6%.

Успішна апробація результатів у ТОВ «КАНБУД», КК КМДА «Київатордор» та в КНУБА підтверджує ефективність керування дощовими водами.

## **5. Повнота опублікування результатів.**

Результати дисертації повністю висвітлено у 12 наукових роботах, серед них 2 статті у наукових фахових виданнях, 2 – у наукометричній базі «SCOPUS» та 8 тез доповідей наукових конференціях.

## **6. Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації.**

Роботу написано українською мовою, якісно відповідно до наукового стилю. Застосована в роботі наукова термінологія є загальноновизною, стиль викладення результатів теоретичних і експериментальних досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їхнього сприйняття. Оформлення дисертації відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України та Національної агенції забезпечення якості вищої освіти.

## **7. Аналіз основного змісту дисертації.**

У першому розділі в результаті аналізу літературних джерел виявлено, що "зелені конструкції" є перспективною технологією управління дощовими стоками. Зелені дахи здатні збирати та утримувати дощову воду, яка потрапляє на будівлю, її можна зібрати в спеціальні резервуари для подальшого використання. Необхідно провести дослідження цієї води, щоб визначити її можливість застосування.

Воду з ґрунту та доріжок можна збирати за допомогою дощових садів – спеціально облаштованих ділянок землі. Також важливим є використання водопроникних тротуарів та "зелених" місць для паркування. Однак залишається питання щодо збирання та очищення дощових вод з проїзних частин доріг в умовах клімату України.

Ефективним рішенням є створення "зелених" вулиць та алей, які поєднують функції збирання та очищення дощової води. Вони використовують елементи зеленої інфраструктури для утримання, зберігання та фільтрації дощової води. Проникні тротуари, біопокриття та дерева є важливими складовими цих "зелених" вулиць та алей.

**У другому розділі** На основі аналізу створена концепція природного управління дощовими стоками в міських територіях. Ця концепція визначає розташування кожного елемента, який бере участь у зборі та утриманні дощової води.

Для ефективного зменшення потоків дощової води досліджено три моделі "зелених покрівель" ZinCo різних систем. Перша модель швидше пропускає воду – 1,63 дм<sup>3</sup>/добу, друга краще затримує воду – 0,62 дм<sup>3</sup>/добу і рекомендується для управління дощовими водами.

Для повторного використання дощових стоків з "зелених" покрівель проведено дослідження стоків з покрівлі житлового комплексу "Республіка". Вода з "зеленої" покрівлі відповідає стандартам питної води.

**У третьому розділі** для швидкого та рівномірного збору дощової води з проїзних частин доріг розроблено інноваційну систему зеленого каналу. Ця система передбачає паркувальні решітки, щебенево-піщану суміш, труби дренажні та інші елементи, які дозволяють збирати та очищувати воду. Експерименти за методом проливання показали ефективність цієї системи при опадах у м. Києві за 2021-2022 рр. Розроблено проєкт впровадження їх на прикладі Повітрофлотського проспекту в м. Києві.

Зелені місця для паркування можуть використовуватися для поглинання дощової води та зниження температури, що сприяє боротьбі з ефектом теплового острова. Об'єм води, який поглинають такі місця в Києві, може значно зменшити навантаження на міську зливову каналізацію.

**У четвертому розділі** підтверджено доцільність практичного застосування рішень. Практичне втілення розроблених рішень показано на прикладі проєкту "зеленої" покрівлі на корпусі Київського національного університету будівництва і архітектури. Застосування системи "Запашні трави" від компанії Zin-Co дозволило зібрати та очистити воду для подальшого використання.

Для оптимізації використання утриманої дощової води запропоновано два варіанти: оборотне понаднормове поливання з повторною фіторемедіацією води або використання води для туалетів. Обидва варіанти мають певні переваги. Проте другий варіант працює за самоплином і вимагає менших витрат енергії.

Практичне втілення результатів досліджень продемонстровано на прикладі встановлення резервуарів для накопичення дощової води в підвальних приміщеннях багатоквартирного будинку у житловому комплексі "ФАЙНА ТАУН" в Києві. Розраховано, що ці резервуари можуть значно зменшити витрати на централізоване водопостачання.

## **8. Аналіз академічної доброчесності.**

Аналіз тексту та графічного матеріалу дисертації не виявив ознак академічної недоброчесності. Зокрема, на всі запозичені дані, ідеї та рішення є відповідні посилання в літературних джерелах. Також не виявлено ознак фальсифікації або фабрикації отриманих даних.

## **9. Зауваження.**

1. У першому розділі було б доцільно проаналізувати можливості вертикального озеленення стін щодо утримання дощової води, наприклад, системою моос-бетон

(<https://www.designboom.com/design/moss-grows-on-concrete-02-15-2022/>).

2. У другому та третьому розділах дуже мало уваги приділено статистичному обробленню результатів експериментальних досліджень. Не наведено похибки отриманих результатів.

3. У третьому розділі не оцінено механічні характеристики «зеленого» каналу. Тому важко оцінити його роботу під впливом навантажень на автошляхи.

4. Для проєкту покрівлі на корпусі Київського національного університету будівництва і архітектури не розглянуто, як розподілятиметься її вплив територією Університету, а також чи буде зменшено потоки води на прилеглій вулиці.

5. Використання показників водолічильника житлового комплексу за один 2022 рік є недостатньо обґрунтованим. Необхідно аналізувати показники за кілька років зі статистичним аналізом.

6. Не зрозуміло, що таке «показова схема» (рис. 4.9-4.11). Такий вид наочного матеріалу не визначено ані в проєктній документації ані у видавничій справі.

## 10. Висновок.

Зазначені зауваження не впливають на високу якість проведених досліджень та вагомість отриманих результатів. Дисертаційна робота написана грамотною і зрозумілою мовою. Структура, зміст і обсяг дисертації відповідають встановленим вимогам і представляють собою завершену, чітко структуровану наукову роботу, яка об'єднує теоретичні та практичні дослідження. В усьому тексті дисертації виконано посилання на всі літературні джерела. Текст дисертації легко читається та представлений зрозумілою мовою.

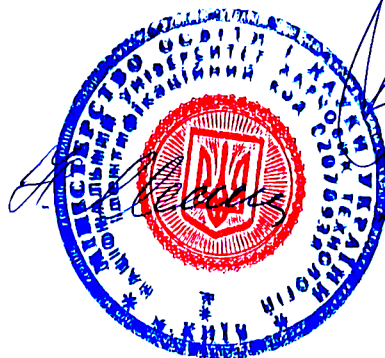
Дисертаційне дослідження відповідає вимогам до отримання наукового ступеня доктора філософії, а його автор – Глущенко Роман Олександрович – заслуговує присвоєння йому наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 101 – Екологія.

### Офіційна опонентка,

професорка кафедри екології та екоменеджменту  
Національного університету харчових технологій,  
д.т.н., доцент

Світлана МАДЖД

Підпис ЗАСВІДЧУЮ:



*Вісний секретар  
Мельник Я.А.*