

7. Безконтрольна вирубка лісів. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cheline.com.ua/chelinetv/suspilstvo-video/bezkontrolna-virubka-lisiv-i-premiyi-kerivnitstva-oblasti-golovni-rishennya-sesiyi-oblradi-video-278021> (дата звернення: 10.12.21).

8. Все про вирубку лісу. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://texty.org.ua/d/deforestation-longread/> (дата звернення: 10.12.21)

***Керівник:** доктор технічних наук, професор, професор кафедри охорони праці та навколишнього середовища Ткаченко Т.М.*

**Ткаченко Тетяна Миколаївна**  
*доктор технічних наук, професор, старший дослідник*  
**Мілейковський Віктор Олександрович**  
*доктор технічних наук, професор, старший дослідник*  
*Київський національний університет будівництва і архітектури*

## **ФОРМУВАННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ВПРОВАДЖЕННЯ “ЗЕЛЕНИХ” КОНСТРУКЦІЙ В УКРАЇНІ**

Сучасні міста України та світу потерпають від зниження якості повітряного середовища через постійне зростання кількості транспортних засобів, енергопотреб, а також техногенних аварій. Вирішити проблему можливо впровадженням біотехнічних засобів, що поєднують живі рослини з будівельними конструкціями (“зелені” конструкції) та інженерними системами.

На противагу цьому, в Україні практично не приділяється уваги науковим дослідженням технічних переваг озеленення будівель. Більшість публікацій мають оглядове спрямування. У роботі [1] відзначено різні ефекти “зелених конструкцій”: зменшення рівня CO<sub>2</sub> та забруднень, продукування кисню, глюкози, регулювання температури повітря, зниження шуму, накопичення й зберігання води, захист від бруду, пилу, мікроорганізмів та зменшення енергопотреб будівлі. Наведено оцінку числових показників, що

віднесені до площі “зелених конструкцій”. Однак, це не дає можливості розрахувати потрібний видовий склад рослин та їхню кількість.

У роботі [2] виконано аналіз історії та сучасного стану “зелених” покрівель. Зазначено, що на сьогодні існує два нормативних документи, які стосуються “зелених конструкцій”. Перший – ДБН Б. 2.2-12:2018 “Планування і забудова територій” лише згадує “зелені” покрівлі та вертикальне озеленення як вид озеленення міст. Другий – ДБН В.2.6-220:2017 “Покриття будівель і споруд” – лише дає схему “зеленої” покрівлі та розрахунок навантажень. Єдиний нормативний документ в Україні, що регламентує конструкцію “зелених” конструкцій, – ДБН В.2.6-220:2017 – містить матеріали статті авторки даної роботи кінця ХХ ст. За цей час з’явилися нові матеріали зі значно кращими властивостями, що не відповідають поточній нормативній базі України.

Аналіз світових публікацій показує постійне зростання інтересу до тематики через покращення теплотехнічних, вологісних і акустичних характеристик споруд [3-4], підвищення довговічності покрівлі [3], покращення управління дощовими стоками [3-6], пасивне охолодження [7], пом’якшення ефекту теплового острова [3,6,8,9], поліпшення якості повітря та зменшення викидів парникових газів [6], покращення умов життя [3], підвищення естетичних якостей [3], рівня екологічної освіти [3], покращення здоров’я й продуктивності праці [3], збільшення озеленення міст [4], збереження біорізноманіття [9], зокрема запилювачів [4], тощо. Ведуться світові дослідження щодо оптимізації асортименту рослин [3]. Але для максимального використання цих ефектів слід розробляти науково обґрунтовані інженерні методики їхнього розрахунку.

На сьогодні все більше уваги приділяється внутрішньому озелененню. У роботі [10] розглянуто ботанічні й біофільтраційні системи для зниження рівня забруднення внутрішнього повітря. Наведено конструкції рослинних фільтрів. Показано позитивну роль і кімнатних рослин. Очищення повітря досліджено в теплиці [10] без та з вентиляцією при змінному освітленні. При цьому

можливо було лише визначити зміну концентрації речовин у часі. Результати не дозволяють визначити кількісні показники поглинання конкретними рослинами певних забруднень.

Лабораторні дослідження “охолоджувального ефекту” рослин уперше були проведені у французькому університеті Ласі Салах-Еддін Оульдбоукхітіне і Рафіком Беларбі [11] у так званій “аеродинамічній трубі”. Установка має двоканальну вентиляційну систему з гарячим і холодним каналами. На жаль, при проведенні досліджень було порушено основні принципи конструювання аеродинамічних труб [12]. Зокрема, модель займає до 60 % перерізу робочої частини. Для достовірності результатів досліджень В. Н. Талієв [12] рекомендує не займати понад 10 % площі живого перерізу робочої частини, а Е. І. Реттер – 4...5 %.

У підсумку, для сталого розвитку міст України конче необхідно створити відповідну нормативну базу. Україна взяла курс на гармонізацію вітчизняних норм з нормами Європейського Союзу. Однак, як свідчить проведений аналіз, світових досліджень недостатньо для створення якісної нормативної бази. Тому необхідно ставити мету не гармонізувати норми, а створювати нову передову нормативну базу світового рівня. Для цього необхідно виконати наукові дослідження, більшість із яких не мають світових аналогів.

Дана тема є мультидисциплінарною і передбачає комплекс досліджень щодо тепломасообміну, водопостачання і водовідведення, розподілення вентиляційного повітря, моделювання будівельних конструкцій і турбулентних течій з великомасштабними вихорами з залученням геометричних методів та оцінювання екологічних ризиків. Автори даної роботи розробили метод лабораторного моделювання та виконали серії теплотехнічних досліджень трав'яного шару «зелених покрівель» з урахуванням вітру в аеродинамічній трубі. Залишається створити нові методи й провести дослідження для принципово інших типів «зелених конструкцій».

Створено наближений підхід до оцінювання секвестрації CO<sub>2</sub>. Створюється метод прямого кількісного визначення газообміну рослин.

Розроблено теорію течій з турбулентною макроструктурою з використанням геометричного та кінематичного аналізу, що дозволило створити нові повітророзподільні пристрої, що ефективно й стабільно розподіляють повітря при вентиляції з постійною та змінною витратою без потреби зміни геометричної форми. Виявилось, що саме ці повітророзподільники дозволяють зручно розташовувати фітонцидні рослини у зонах підтікання навколишнього повітря до струмин. Фітонциди, що виділяються, знищують мікроорганізми, які разом з відпрацьованим повітрям підсмоктуються до припливних струмин і заражають повітря. Необхідно розвинути методи повітророзподілення, поєднані з живими рослинами, для санації та очищення повітря.

Авторка даної роботи розробила конструкції “зелених покрівель” з вітчизняних матеріалів і впровадила її на індивідуальному будинку в Донецькій області ще на початку 2000-х років. Десять років спостережень підтвердили успішність цього впровадження та дозволили створити математичну модель розвитку її залежно від погодних умов. Розроблений додаток для CDS Toolbox системи Climate Change Copernicus Service дозволяє реалізувати цю математичну модель для більшості міст Європи. Це показує можливість суттєвого здешевлення й декарбонізації (зменшення викидів CO<sub>2</sub> при транспортуванні імпортованих матеріалів) даної перспективної біотехнології порівняно з іноземними аналогами.

Таким чином, Україна на сьогодні опиняється на передових позиціях у світі щодо дослідження “зелених” конструкцій. Ці позиції необхідно посилювати шляхом продовження даного напрямку досліджень, і на підставі їхніх результатів формувати нову нормативну базу впровадження цих біотехнологій.

Автори розробляють проєкт ДБНВ.2.6-\_:202\_ "Зелені" конструкції. Основні питання, які вирішує нормативний документ:

- озеленення щільно забудованих районів міст, забезпечення рекреаційних зон та додаткових площ для бізнесу “зеленими” конструкціями;
- підтримання біорізноманіття міст, зокрема організація шляхів міграції біоти “зеленими” конструкціями;
- підвищення енергоефективності та екологічних показників об’єктів будівництва “зеленими” конструкціями;
- формування мікроклімату та оздоровлення внутрішнього середовища об’єктів будівництва з використанням “зелених” конструкцій та внутрішнього озеленення;
- управління стічними водами завдяки “зеленим” конструкціям.

Розділи ДБН:

- Передмова. Буде зазначено, ким розроблено проєкт ДБН.
- Вступ. Буде надано загальну інформацію щодо проєкту ДБН.
- Розділ 1. Область застосування. Буде визначено сферу застосування проєкту ДБН.
- Розділ 2. Нормативні посилання. Буде надано перелік НД, на які є посилання у проєкті ДБН.
- Розділ 3. Терміни та визначення. Буде надано терміни, що встановлюються проєктом ДБН, та їхнє визначення.
- Розділ 4. Загальні положення. Будуть надані загальні вимоги щодо проєктування “зелених” конструкцій.
- Розділ 5. Організація озеленення забудованих міських територій “зеленими” конструкціями. Буде надано вимоги щодо додаткового систематичного озеленення нових та наявних щільно забудованих територій міст, особливо за нестачі вільних земель для наземних форм озеленення, зокрема, рекреаційних зон та зон ведення бізнесу.
- Розділ 6. Підтримання біорізноманіття міст “зеленими” конструкціями. Буде надано вимоги щодо залучення різних видів рослин на “зелених” конструкціях відповідно до кліматичних умов, а також вимоги щодо

організації шляхів міграції біоти між приміською зоною, озеленими територіями та вглиб щільно забудованих територій.

- Розділ 7. Підвищення енергоефективності об'єктів будівництва “зеленими” конструкціями. Буде надано вимоги щодо проєктування та експлуатації “зелених” конструкцій задля підвищення енергоефективності теплозахисної оболонки об'єктів будівництва;

- Розділ 8. Формування мікроклімату та оздоровлення внутрішнього середовища приміщень з залученням “зелених” конструкцій та внутрішнього озеленення. Буде надано вимоги щодо проєктування “зелених” конструкцій, внутрішнього озеленення та поєднання їх з інженерними системами задля забезпечення нормативних параметрів мікроклімату, концентрації вуглекислого газу, зниження вмісту в повітрі різних забруднювачів та санації інтер'єрів;

- Розділ 9. Управління дощовими стоками з залученням “зелених” конструкцій. Буде надано вимоги щодо проєктування “зелених” конструкцій на будівлях, дорогах тощо задля управління дощовими стоками та використання їх як цінний природний ресурс.

### **Література:**

1. Пінь А.М. Адаптація «зелених» технологій у концепцію розумного міста. – Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України: Зб. наук. Праць. – 2018. – Вип. 5(133). – С. 76-82. – URL: [http://ird.gov.ua/sep/sep20185\(133\)/sep20185\(133\)\\_076\\_PinAM.pdf](http://ird.gov.ua/sep/sep20185(133)/sep20185(133)_076_PinAM.pdf)

2. Filonenko O., Avramenko Y., Kidenko V. «Green roofs» – historical experience and modern requirements. – Збірник наукових праць: Галузеве машинобудування, будівництво. – 2020. – № 2(55). – С. 109-114 URL: <http://journals.nupp.edu.ua/znp/article/view/2352>

3. Gioannini R., Al-Ajlouni M., Kile R., VanLeeuwen D., St. Hilaire R. Plant Communities Suitable for Green Roofs in Arid Regions. – Sustainability. – 2018. – Vol. 10. – Iss. 6. – ArticleID: 1755. – <https://doi.org/10.3390/su10061755>

4. Gioannini R., Al-Ajlouni M., Kile R., VanLeeuwen D., St. Hilaire R. Plant Communities Suitable for Green Roofs in Arid Regions. – Sustainability. – 2018. – Vol. 10. – Iss. 6. – ArticleID: 1755. – <https://doi.org/10.3390/su10061755>
5. Rey C. V. et al. Green Roof Design with Engineered Extensive Substrates and Native Species to Evaluate Stormwater Runoff and Plant Establishment in a Neotropical Mountain. – Sustainability. – 2020. – Vol. 12. – Iss. 16. – Article ID 6534. – <https://doi.org/10.3390/su12166534>
6. Jiajun Zeng, Guoru Huang, Haiwan Luo, Yepeng Mai, Haichun Wu. First flush of non-point source pollution and hydrological effects of LID in a Guangzhou community. – Scientific Reports. – 2019. – Iss. 9. – Article No: 13865. – <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50467-8>
7. Haoming Chen, Jinyi Ma, Xinjun Wang , Pingping Xu, Shuo Zheng, Yanwen Zhao. Effects of Biochar and Sludge on Carbon Storage of Urban Green Roofs. Forests. – 2018. – Vol. 9. – Iss. 7. – Article ID 413. – <https://doi.org/10.3390/f9070413>
8. Zluwa I., Pitha U. The Combination of Building Greenery and Photovoltaic Energy Production – A Discussion of Challenges and Opportunities in Design. – Sustainability. – 2021. – Vol. 13. – Iss. 3. – Article ID 1537. – <https://doi.org/10.3390/su13031537>
9. Yaping Chen et al. Numerical Simulation of Local Climate Zone Cooling Achieved through Modification of Trees, Albedo and Green Roofs – A Case Study of Changsha, China. Sustainability. – 2020. – Vol. 12. – Iss. 7. – Article ID 2752. – <https://doi.org/10.3390/su12072752>
10. Gill A. S., Purnell K., Palmer M. I., Stein J., McGuire K. L. Microbial Composition and Functional Diversity Differ Across Urban Green Infrastructure Types. – Frontiers in Microbiology. – 2020. – Vol. 11 <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00912>
11. Bandehali B., Miri T., Onyeaka H., Kumar P. Current State of Indoor Air Phytoremediation Using Potted Plants and Green Walls. – Atmosphere. – 2021. – Vol. 12. – Iss. 4. – Article ID 473. – <https://doi.org/10.3390/atmos12040473>

12. Ouldboukhidine S.-E., Bealrbi R. Experimental characterization of green roof components. – Energy Procedia. – 2015. – 78. – P. 1183-1188.

13. Мілейковський В. О. Експериментальні аеродинамічні дослідження вентиляційних систем. – Київ.: Юстон, 2021. – 216 с.

**Ткаченко Тетяна Миколаївна**

*доктор технічних наук, професор, старший дослідник*

**Мілейковський Віктор Олександрович**

*доктор технічних наук, професор, старший дослідник*

**Лопатюк Ярослав Борисович**

*студент 2 курсу спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”*

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

## **ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ, ПОВ’ЯЗАНІ З ІНДУСТРІЄЮ “ШВИДКОЇ МОДИ”**

Сучасний розвиток модної індустрії [1] пов’язаний з двома аспектами, які суперечать принципам сталого розвитку:

- надвиробництво дешевого одягу;
- стимулювання надмірного попиту.

Такий напрямок розвитку приносить надприбутки власникам модних брендів [1], але призводить до знецінення робочої сили та нехтування технікою безпеки. Результатом стають масштабні аварії на виробництві з численними жертвами та неконтрольоване забруднення навколишнього середовища [2]. Внесок цієї індустрії у виділення парникових газів досягає 4 % [2]. Зокрема, атмосферне повітря забруднюється [1]:

- при вирощуванні натуральної рослинної сировини, наприклад бавовни, через розбризування отрутохімікатів та добрив;
- при виробництві синтетичних волокон, фарбників та інших хімікатів;
- при фарбуванні тканин, обробленні шкіри тощо;
- при утилізації продукції, яка викидається на сміття не з причини зносу, а через надлишок речей у гардеробі.