



Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет  
будівництва і архітектури

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища  
та охорони праці

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного  
простору НАН України  
Київська обласна рада



Підкомітет з питань містобудування, благоустрою та земельних  
відносин у межах території забудови Комітету Верховної ради  
України з питань організації державної влади, місцевого  
самоврядування, регіонального розвитку та містобудування  
Державне підприємство «Науково-дослідний та  
конструкторсько-технологічний інститут міського  
господарства»



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



Одеський державний екологічний університет  
Національний університет «Львівська політехніка»

Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потєбні  
Запорізького національного університету

Донбаська національна академія будівництва і архітектури  
(Краматорськ)



AIMM

Академія будівництва України  
Академія технічних наук України  
Художня студія 22 ART HUB

Національна спілка журналістів України  
International Technology Transfer Association (ITTA)

Агенція відбудови України  
Ченстоховська політехніка

Азербайджанський архітектурно-будівельний університет  
Грузинський технічний університет

## Матеріали

# II Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction»

Генеральний спонсор  
Художня студія 22 ART HUB



Медійна підтримка

interfax-УКРАЇНА  
ІНФОРМАЦІЙНЕ АГЕНТСТВО



ПЕРШИЙ • УКРАЇНСЬКИЙ • ІНФОРМАЦІЙНИЙ



Київ 2023  
13-14 квітня

Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2023, 607 с.

Видається за рішенням оргкомітету конференції.

II Міжнародна науково-практична конференція «Green Construction» («Зелене будівництво») проведена кафедрою технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці Київського національного університету будівництва і архітектури.

В роботі конференції прийняли участь представники вищих та загальноосвітніх учбових закладів, приватних компаній.

В збірнику наведені матеріали, які висвітлюють головні питання «Зеленого будівництва»

Відповідальний за випуск: д.т.н., професор Ткаченко Т.М

Матеріали друкуються у авторській редакції і відповідальність за їх зміст несуть автори. Оргкомітет конференції претензії з цього приводу не приймає.

Київський національний університет  
будівництва і архітектури, 2023



13-14 квітня 2023 року в Україні відбудеться важливий захід для високоефективного, екологічного та дружнього до людей післявоєнного відновлення в умовах фінансових обмежень – конференція “Зелена будівництво”. Ця подія була б неможливою без спонсорської участі **Художньої студії 22 ART HUB**, яка, серед іншого, надала організаторам заходу приміщення для засідань та зелену покрівлю, на якій учасники зможуть обмінятися досвідом та прийняти важливі й нагальні рішення в неформальній атмосфері.

Високопрофесійні співробітники художньої студії 22 ART HUB навчають та підвищують рівень митців, надихають на творчі рішення, пишуть художні роботи на замовлення і, головне, що в наш важкий час студія допомагає любителям творчості розслабитися морально, бо саме арт-терапія дозволяє зняти напругу та сконцентрувати фокус уваги на процесі творіння. Також художня студія 22 ART HUB, бере участь в **благодійних аукціонах**, де проводиться збір коштів на автівки та необхідну амуніцію для ЗСУ.

У якості лота художня студія пропонує свої картини, таким чином залучаючи все більшу кількість людей не тільки до арт-терапії, а й до благодійної справи на користь країни. Тут вчать художньому мистецтву, допомагають просувати роботи українських митців на міжнародній арені та прославляти молодих художників України у світі.

Але на сьогодні студія прийняла ще один виклик сучасності – важкий психологічний стан більшості наших співвітчизників через страшну війну, яку загарбники ведуть без будь-яких правил з поправкою усіх законів людяності. У студії надають **психологічну допомогу** всім, хто цього потребує. Високопрофесійні спеціалісти проводять тренінги для покращення психологічного стану, зняття напруження, вирішення різноманітних життєвих проблем, відновлення натхнення і багато іншого.

Студія має сучасний дизайн, орієнтований на душевний спокій, творче натхнення та нові звершення. І цьому органічно сприяє сучасна високотехнологічна зелена покрівля, на якій можна перепочити тілом і душею, а за сприятливої погоди провести заняття. Як відомо, природне оточення підвищує продуктивність праці, навчання та відпочинку. А як показали дослідження Київського національного університету будівництва і архітектури за допомогою спеціального газоаналізатора, якість повітря на ній завдяки

рослинам значно краща за сусідні будинки та вулицю, що одночасно сприятиме оздоровленню.



**Запрошуємо до студії 22 ART HUB! Тут Ви знайдете саме те, що потрібно Вам.**



## Зміст

<b>Gigineishvili D.Ya., Gigineishvili D.D., Matsaberidze T., Chikvaidze G. DEVELOPMENT OF THE COMPLEX RELIEF OF TBILISI ON THE BASIS OF THE APPLICATION OF (WEARING) PRESS RETAINING WALLS</b>	16
<b>Malwina Tubielewicz-Michalczuk "GREEN ROOFS" SURROUNDED BY DIVERSE KINDS OF URBAN LANDSCAPE</b>	21
<b>Ткаченко Т.М., Шуть Н.Г. МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТА ВТІЛЕННЯ ПРИНЦИПІВ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА У РЕАЛІЯХ СЬОГОДЕННЯ</b>	28
<b>Агєєва Г.М. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИНЦИПІВ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА В ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕННЯХ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ</b>	33
<b>Андрющенко І.М., Будков Б.О., Василенко Л.О. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРАВЛЕННЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ БУДІВЕЛЬ</b>	36
<b>Ваїбак D. THE ROLE OF URBAN GREEN ELEMENTS IN THE FORMATION OF SPORTS AND LEISURE COMPLEXES NETWORK</b>	41
<b>Березовчук О.О., Мельничук С.С. ЗЕЛЕНІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВНУТРІШНЄ ОЗЕЛЕНЕННЯ У БУДІВНИЦТВІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ</b>	46
<b>Божанова В.Ю., Кононова О.Є., Омелич О.Ю. ЕКОЛОГІСТИКА В ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ «ЗЕЛЕНИМ БУДІВНИЦТВОМ»</b>	50
<b>Брунеллі Р., Лазарєв Р.В., Ковтун-Горбачова Т.А. ЕФЕКТИВНЕ ПІСЛЯВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ В КОНЦЕПЦІЇ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА</b>	54
<b>Плотнікова М.Ф., Будішевський Д.І. УДОСКОНАЛЕННЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ «GREEN CONSTRUCTION»</b>	58
<b>Гільов В.В., Полторацька В.М. ОЗЕЛЕНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ, ЯК ЕЛЕМЕНТ ЕКОЛОГІЧНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ</b>	63
<b>Ткаченко Т.М., Глущенко Р.О. ЗЕЛЕНІ ПОКРІВЛІ НА ПОВЕРХНЯХ БЕТОННИХ МЕГАПОЛІСІВ</b>	66
<b>Гончаренко А.В., Волошкіна О.С. ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ</b>	70

<b>Гончаров О.О., Негрій Т.О. ОГЛЯД СКЛАДОВИХ ПЛАНУ ДІЙ ОРГАНІВ ВИКОНАВЧОЇ ВЛАДИ З ВІДНОВЛЕННЯ ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД</b>	77
<b>Горносталь С.А., Громова А.М., Коломієць К.С. ІНТЕГРАЦІЯ ПРИРОДООРІЄНТОВАНИХ РІШЕНЬ В УРБАНІЗОВАНИЙ ПРОСТІР</b>	82
<b>Бай С.І., Єлісеєв В.С. РЕЛОКАЦІЯ ПРАЦІВНИКІВ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ І ЇЇ ВПЛИВ НА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ</b>	85
<b>Клімова І.В., Мойсеєнко В.В. ОГЛЯД ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ В ГАЛУЗІ ОБЛІКУ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ</b>	87
<b>Компанєєць О.О., Швиденко І.М. СКЛАДОВІ ЕЛЕМЕНТИ ЗЕЛЕНОЇ ПОКРІВЛІ ПРИ ІНТЕНСИВНОМУ ОЗЕЛЕНЕННІ ДАХУ</b>	91
<b>Коптєва Г.Л. ПРИЙОМ МОДУЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ В АРХІТЕКТУРНОМУ ФОРМОУТВОРЕННІ</b>	94
<b>Ткаченко Т., Мілейковський В., Кравченко М. ВПЛИВ «ЗЕЛЕНИХ» ПОКРІВЕЛЬ НА УПРАВЛІННЯ ДОЩОВИМИ ВОДАМИ: ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ</b>	97
<b>Ткаченко Т., Мілейковський В., Кравченко М. МОДИФІКАЦІЯ «ЗЕЛЕНОЇ» ПОКРІВЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ЗЛИВОВИХ ВОД У МІСЬКИХ УМОВАХ</b>	103
<b>Ткаченко Т., Кравченко М., Василенко Л. ВПЛИВ «ЗЕЛЕНИХ» ПОКРІВЕЛЬ НА ЯКІСТЬ ДОЩОВОГО СТОКУ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ</b>	108
<b>Краснянський Г.Ю., Клапченко В.І., Азнаурян І.О. ПРОГНОЗУВАННЯ МОРОЗОСТІЙКОСТІ БЕТОНУ ПРИ РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ЗАМОРОЖУВАННЯ</b>	113
<b>Кривомаз Т.І., Гамоцький Р.О., Ільченко І.С. ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ ESG У ЗЕЛЕНІЙ ВІДБУДОВІ УКРАЇНИ</b>	118
<b>Кривошеєв М.О., Грищенко Р.В. СТАЛЕ БУДІВНИЦТВО В УКРАЇНІ: ВИКЛИКИ, РИЗИКИ ТА РІШЕННЯ</b>	122
<b>Крутько В.Г., Циганков І.В., Анбушинов К.А. ОПЕРАЦІЙНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ</b>	127
<b>Кузьмішина Р.С. ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ</b>	132
<b>Лепська Л.А. ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ</b>	137

<b>Літвак О.А., Данілова О.О.</b> РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ПРИ ОЗЕЛЕНЕННІ ДАХІВ БУДИНКІВ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ	142
<b>Лобойченко В.М., Груздова В.О., Колошко Ю.В.</b> ВИКОРИСТАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ В КОНЦЕПЦІЇ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ	146
<b>Макаренко Л.І., Приймак О.В.</b> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕКОМЕНДОВАНОЇ ВООЗ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ В ОФІСНИХ ПРИМІЩЕННЯХ З ІСНУЮЧОЮ СИСТЕМОЮ ВЕНТИЛЯЦІЇ.	149
<b>Мартинів В.Л., Чирва Т.В., Мельник М.В.</b> ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗТАШУВАННЯ ГЕЛІОПРИЙМАЧІВ НА ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ ЗЕЛЕНИХ БУДІВЕЛЬ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД В УКРАЇНІ	155
<b>Метеленко Н.Г., Оглобліна В.О.</b> ПЕРСПЕКТИВНИЙ ВЕКТОР РЕАЛІЗАЦІЇ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ ФОТОВОЛЬТАЇЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ КОНЦЕПЦІЇ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА	160
<b>Нікітенко В.О., Воронкова В.Г., Олексенко Р.І.</b> РОЗУМНЕ ЕКО- МІСТО ЯК ЧИННИК УПРОВАДЖЕННЯ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ	166
<b>Новосьолова О.С., Голова А.В.</b> РОЛЬ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА У СТИМУЛЮВАННІ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ	172
<b>Оленюк А.П., Ковальський В.П.</b> ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО В АРХІТЕКТУРІ ТА МІСТОБУДУВАННІ БІЗНЕС-ЦЕНТРІВ	175
<b>Отрош В.Ю., Рашкевич Н.В.</b> ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ЗЕЛЕНИХ ДАХІВ ТА ЗЕЛЕНИХ ФАСАДІВ	181
<b>Радіонова Л.О., Комарова Д.Ю.</b> МІСЬКЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ ЯК ІМПЕРАТИВ СУЧАСНОСТІ	184
<b>Радіонова О.М., Радіонов В.С.</b> САД НА ДАХУ ЯК ЗАСІБ ОЗЕЛЕНЕННЯ СУЧАСНОГО МІСТА ТА ЗАЛУЧЕННЯ ТУРИСТІВ	187
<b>Romanenko O., Tkachuk M.</b> HOTEL ON A TREE AS INTERNATIONAL ECOTOURISM: IMPLEMENTATION OF AUTHOR'S PROJECTS	190
<b>Savenko V., Honcharenko T., Nesterenko I., Vysotska L.</b> RUST MODIFIER CONTRRUST - INNOVATIVE ECOPROTECTION OF METALS AGAINST CORROSION	197
<b>Савченко А.М.</b> СТАНДАРТИ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА І ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ	200
<b>Савченко О.О.</b> ОГЛЯД СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН ДЛЯ ЗЕЛЕНОГО ДАХУ	204

<b>Сатін І.В., Панченко О.С., Фляшовський В.А. ПОРІВНЯННЯ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ТА НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ВІД ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ</b>	208
<b>Ткаченко Т.М., Василенко Н.М., Пількевич А.В., Прокопенко І.О. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВИДІВ МІСЦЕВОЇ ФЛОРИ ЗАДЛЯ ПОПОВНЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЗЕЛЕНИХ КОНТРУКЦІЙ</b>	213
<b>Таран І.О., Приймак Д.О. ОЦІНКА КЛІМАТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В УМОВАХ «ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА»</b>	216
<b>Ткаченко Т.М., Булава О.С. МОЖЛИВІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА ДЛЯ УКРАЇНИ У РАМКАХ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ЗЕЛЕНОЇ УГОДИ</b>	220
<b>Туровцева Н.М., Пюрко О.Є., Копилов К.С. РОСЛИНИ РОДУ CRASSULACEAE ЯК ЕЛЕМЕНТ ЛАНДШАФТНИХ ІНСТАЛЯЦІЙ ПРИ ЗЕЛЕНОМУ БУДІВНИЦТВІ</b>	223
<b>Фаєнко В.В. ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ</b>	228
<b>Федоренко С.В., Василенко Л.О., Шумбар К.В., Куцман О.М. ЕВОЛЮЦІЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ</b>	231
<b>Федорченко А.О., Старченко А.С. ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ, ВОДНИХ ТА ІНШИХ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ</b>	236
<b>Fesenko G. UPDATING THE GREEN BUILDING CONCEPT FOR THE POST-WAR RESTORATION OF CULTURAL HERITAGE</b>	238
<b>Фесенко Т.Г. ПРОЄКТИ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА ПОЛЬЩІ: ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ КОНТЕКСТ</b>	242
<b>Чебанов Л.С., Клімова І.В. ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ТЕПЛИЦЬ НА ДАХУ</b>	247
<b>Череп А.В., Нікітенко В.О., Воронкова В.Г. ВПЛИВ ЗЕЛЕНИХ ІКТ НА СТАЛИЙ РОЗВИТОК ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ ТА ЗЕЛЕНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ</b>	251
<b>Шевченко Р.Ю. ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО ТА ЗЕЛЕНИЙ ТУРИЗМ: КОНВЕРГЕНЦІЯ ПАРАДИГМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ РЕКРЕАЦІЇ</b>	255
<b>Шелудченко Л.С., Фірман Ю.П. ЗАСТОСУВАННЯ ПІДХОДУ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ЗАХИСНИХ СМУГ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ</b>	260
<b>Шпильова Ю.Б. ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК СКЛАДОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ</b>	264



<b>Ярошук І.В.</b> ЦІЛІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ООН ЯК РАМКА ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО МІСТА	267
<b>Василинич А.В., Ковальський В.П., Бондар А.В.</b> ЗЕЛЕНІ ПОВЕРХИ- МАЙБУТНЄ ЕКОЛОГІЧНИХ МІСТ	271
<b>Карпович І.В.</b> ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО В АРХІТЕКТУРІ ТА МІСТОБУДУВАННІ	276
<b>Давидов Г.М.</b> ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ В НЕК «УКРЕНЕРГО»	278
<b>Пархоменко Т.В., Черненко О.М.</b> ОЦІНКА ТА ПРОБЛЕМИ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ З ВИБУХАМИ БОЄПРИПАСІВ ДЛЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	282
<b>Ткаченко Т.М., Климович Д.Ю.</b> ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ПРИРОДНИЙ ПАРК «СВЯТІ ГОРИ»	286
<b>Ажажа М.А.</b> ЗЕЛЕНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ РЕГІОН ЯК ЧИННИК КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ	291
<b>Березницька Ю.О.</b> ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ ДЛЯ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ВІД ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ПРИКЛАДІ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	296
<b>Белоконь К. В., Пірогова І.М., Манідіна Є.А.</b> АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ЗАПОРІЖЖЯ	299
<b>Бідолах Д.І.</b> ОЦІНКА ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ I-TREE ECO TOOLS	304
<b>Веремська-Миколаєць М.О.</b> АКТУАЛЬНІСТЬ НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ В ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАНЬ З ОХОРОНИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ ТА ЄВРОПІ.	311
<b>Гапоненко Н. П., Гапоненко Г.М.</b> ВІЙНА І НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	313
<b>Гламаздін П.М., Козячина Б.І.</b> ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ	316
<b>Забарило О.В., Коротких Ю.А., Забарило П.О.</b> ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТ	321
<b>Іваненко В.С., Курепін В.М.</b> ВПЛИВ АКТИВНИХ БОЙОВИХ ДІЙ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ	325
<b>Ільїна М.В.</b> ЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ	329

<b>Ільченко І.П.</b> ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАВА НА БЕЗПЕЧНЕ ДЛЯ ЖИТТЯ І ЗДОРОВ'Я НАВКЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	333
<b>Ковальова А.В., Лазебний А.О.</b> ЕКОЛОГІЧНА ШКОДА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	336
<b>Іщенко О.В., Ляшок І.О., Ткаченко Т.М.</b> ПОЛІМЕРНА УПАКОВКА. ЄВРОПЕЙСЬКА СТРАТЕГІЯ	339
<b>Котовенко О.А., Мірошніченко О.Ю., Тарабанова Ю.С.</b> РОЛЬ ЗЕЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПІСЛЯВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ	343
<b>Крюченко Н.О., Жовинський Е.Я.</b> РАДОНОВА НЕБЕЗПЕКА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	346
<b>Жовинський Е.Я., Крюченко Н.О., Папарига П.С.</b> МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОХІМІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ЗЕЛЕНОМУ БУДІВНИЦТВІ	349
<b>Рижков В.А., Міхайлуца О.М.</b> КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ З МОЖЛИВІСТЮ ОПИТУВАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ІНВЕРТОРІВ	352
<b>Негода Н.В., Жукова О.Г.</b> ЗАДОВОЛЕНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ ТЕРИТОРІЄЮ ПРОЖИВАННЯ, ЯК ФАКТОР РОЗВИТКУ ТА ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА	354
<b>Пасічник С.О., Меліхова Т.О.</b> ЕКОЛОГІЧНІ ВИТРАТИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ЧАС	356
<b>Проценко С.Б., Кізєєв М.Д., Новицька О.С.</b> ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА УМОВИ РОБОТИ МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУД ВОДОВІДВЕДЕННЯ М. ХАРКІВ	359
<b>Сабій О. І., Поплавська О.Б., Булах В.В., Климюк Д.В., Недосеко А.С.</b> ЕКОЛОГІЧНІ СТАНДАРТИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	364
<b>Сомсіков С.В.</b> РИЗИКИ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ЗБІДНЕНОГО УРАНА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	366
<b>Сопільняк В.М.</b> ОПЕРАЦІЙНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ	370
<b>Стрілець В.М., Соловійов І.І., Стрілець В.В.</b> ОГЛЯД ІНОЗЕМНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ПІДВОДНОГО ЗНАХОДЖЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ	374
<b>Петруня О.М.</b> ОСОБЛИВОСТІ ЕТНОКУЛЬТУРНИХ ЛАНДШАФТІВ	377

<b>Березюк О.В., Лемешев М.С. ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГНОЗТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИДОБУВАННЯ ЗВАЛИЩНОГО ГАЗУ</b>	382
<b>Біла В.В., Журавська Н.Є. ПРИРОДНІ РЕСУРСИ – ОСНОВА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ</b>	387
<b>Богомаз О.П. АНАЛІЗ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ДОЩОВИХ ОПАДІВ У МІСТІ ПОКРОВСЬК</b>	392
<b>Abu Deeb S., Tkachenko T. TECHNOLOGY OF USING PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS AS AN ELEMENT OF RESTORATION OF DISTURBED TERRITORIES</b>	395
<b>Цапко Ю.В., Бондаренко О.П., Цапко О.Ю., Жеребчук Д.С. РОЗРОБЛЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ</b>	399
<b>Бондарчук С.П., Бондарчук Л.Ф. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ОРГАНІЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ ТА ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ СИТУАЦІЇ</b>	404
<b>Буднік С.В. СТІК НА УЩІЛЬНЕНИХ ПОВЕРХНЯХ І ЗМІНИ КЛІМАТУ</b>	408
<b>Бурдейна Н.Б., Бірук Я.І. ЕКРАНУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИМИ БАГАТОШАРОВИМИ РІДКИМИ КОМПОЗИЦІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ГРАДІЄНТНОГО ТИПУ</b>	411
<b>Вакуленко Д.І., Мілейковський В.О. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРА, ЩО ПРАЦЮЄ З ПЕРІОДИЧНОЮ ЗМІНОЮ НАПРЯМКУ ПОТОКУ ПОВІТРЯ</b>	414
<b>Василенко Н.М. ВПЛИВ ДІЯЛЬНОСТІ ПТАХОФЕРМИ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ТА НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ</b>	417
<b>Ващук А.І. МАРКЕТИНГОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ТУРИСТИЧНОГО ПІДТРИЄМСТВА В КРИЗОВИХ УМОВАХ</b>	420
<b>Вершкова Ю., Сопільняк А.М., Тигюк А.А. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В REVIT ТА ЙОГО ДОДАТКУ МУ INSIGHT</b>	424
<b>Волошкіна О.С., Кордуба І.Б., Жукова О.Г., Цибитовський С.Ю. ОЦІНКА ВПЛИВУ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ АТОМНИХ РЕАКТОРІВ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ УКРАЇНИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН</b>	427

<b>Воронкова В.Г., Нікітенко В.О. ГЛОБАЛЬНА ЗМІНА КЛІМАТУ ЯК ОДИН ІЗ НАЙБІЛЬШИХ ВИКЛИКІВ ЛЮДСТВУ ХХІ СТОЛІТТЯ</b>	431
<b>Гайдабура Є.І., Летченко А.В., Кормільцін О.В., Тумак В.С., Журавська Н.Є. ЕКОСИСТЕМИ ВОДОЙМ ТА СТІЙКІСТЬ ЕКОСИСТЕМ ПЛАНЕТИ</b>	437
<b>Голякова І.В., Петренко В.О., Петренко А.О. ЗЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬ В «ЗЕЛЕНОМУ БУДІВНИЦТВІ»</b>	442
<b>Гулай Б.І., Шаповал С.П., Бундзило В.П. ЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ УКРИТТІВ ТА ЗАКРИТИХ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД</b>	447
<b>Dzhumelia E., Kochan O., Dzhumelia V. REUSING WASTE FROM ENTERPRISES: CASE STUDY OF MINING AND CHEMICAL ENTERPRISE IN LVIV REGION (UKRAINE)</b>	450
<b>Добровольська О.Г., Чудновський П.Б. ПРО СТРАТЕГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ МЕРЕЖ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВОДИ</b>	454
<b>Бай С.І., Єлісеєв В.С. РЕЛОКАЦІЯ ПРАЦІВНИКІВ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ І ЇЇ ВПЛИВ НА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ</b>	458
<b>Запальський В.М., Пулашкін В.Ю. СТРУКТУРА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ КОМПЛЕКСОМ З ПЕРЕТВОРЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ</b>	461
<b>Karpenko T., Dudar T. MEASURES REGARDING THE RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES</b>	465
<b>Pushkarova K., Kryvenko O., Kochevykh M., Motsna D. ENVIRONMENTAL FEASIBILITY OF USING GREEN CONSTRUCTIONS IN UKRAINE</b>	468
<b>Кравчук А.М., Кравчук О.А. РОЗРАХУНОК РОЗПОДІЛЬЧИХ ДРЕНАЖНИХ ТРУБОПРОВОДІВ, ПРОКЛАДЕНИХ З ПОХИЛОМ</b>	472
<b>Крот О.Ю., Пуховой О.В., Крот О.П. ПЕРСПЕКТИВИ ЗМЕНШЕННЯ ОБ'ЄМІВ ВИКИДІВ ВУГЛЕЦЕВОГО ГАЗУ З ПЕЧЕЙ ВИРОБНИЦТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ШЛЯХОМ ЙОГО ЗАЛУЧЕННЯ У ПРОЦЕС СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ</b>	476
<b>Кушка О.М., Степова Н.Г., Любенко В.В., Бодак В.Ю. ПОРІВНЯННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ ВНУТРІШНІХ МЕРЕЖ БУДИНКІВ</b>	481
<b>Лаврухіна К.О., Грикун В.А. СТРУКТУРНА МОДЕРНІЗАЦІЯ КЛАСТЕРІВ В ЕКО-ІНДУСТРІАЛЬНІ ПАРКИ ЗА УМОВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ БІЗНЕСУ</b>	486



<b>Лисак О.В.</b> АНАЛІЗ СХЕМ РОБОТИ ТВЕРДОТІЛЬНИХ АКУМУЛЯТОРІВ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ АКУМУЛЯЦІЮ ТЕПЛОТИ НА ПЕРІОД ДО ДЕКІЛЬКОХ ДІБ ВІД ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	490
<b>Лялюк Н.М.</b> СТАВКИ М. ДОНЕЦЬК (УКРАЇНА) ЯК ОСЕРЕДКИ ЗБЕРЕЖЕННЯ АЛЬГОРИЗНОМАНІТТЯ	494
<b>Манідіна С.А., Бєлоконь К.В., Тетерін І.І.</b> ОСОБЛИВОСТІ УТИЛІЗАЦІЇ ТА ПЕРЕРОБКИ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ	498
<b>Маршалл Д.</b> ЗМІНИ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В РАМКАХ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ОЧИСНИХ СПОРУД ТА КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ ЇЇ ВІДБУДОВИ І ОНОВЛЕННЯ	501
<b>Шаповал С.П., Кузнецова М.Я., Мисак С.Й.</b> ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ТЕНДЕНЦІЙ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ ПОВІТРЯ РЕЧОВИН В УКРАЇНІ	503
<b>Михайлуца А.Ю., Мішук К.М., Міхайлуца О.М.</b> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ В БУДІВНИЦТВІ	508
<b>Мурашко Д.С.</b> МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ ВІД ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ	511
<b>Недзельська У.В.</b> ПЛАНУВАННЯ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ЄС: УСТАНОВЧІ ДОКУМЕНТИ, ПЛАНИ, ДОСЯГНЕННЯ	515
<b>Нестеренко Т.М., Артеменко Я.С.</b> ПЕРЕРОБКА АЛЮМІНІЄВИХ ВИРОБІВ, ВИКОРИСТАНИХ У БУДІВНИЦТВІ ТА ТРАНСПОРТІ, ДЛЯ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	518
<b>Петриковська А.А., Малимон С.С.</b> ЕКОЛОГІЧНИЙ ПОГЛЯД НА ВУЛИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ	521
<b>Попик О.В.</b> ДИНАМІКА РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ	525
<b>Постернак І.М., Постернак О.С., Постернак С.О.</b> ПРОБЛЕМА УТИЛІЗАЦІЇ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ	528
<b>Ригарович О.Д., Мілейковський В.О.</b> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТАНГЕНЦІАЛЬНИХ СОПЛОВИХ ВИПУСКІВ ПОВІТРЯ ДЛЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОВІТРООБМІНУ	532
<b>Сало Ф.В.</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	537

<b>Свиридон Б.М., Рязанов А.О., Журавська Н.Є., Білова А.І.</b> ОПТИМІЗАЦІЯ ІННОВАЦІЙНИХ ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	542
<b>Святогорів І.О.</b> ОЦІНКА ФАКТОРІВ УТВОРЕННЯ ТЕПЛОВОГО КУПОЛУ НАД ЗАБУДОВАНИМИ ТЕРИТОРІЯМИ	545
<b>Сідашова С.О.</b> «ЗЕЛЕНИЙ ДІМ» – СКАНСЕН – ДЕМОНСТРАЦІЙНА ЕКОПАСІКА»	550
<b>Солод Л.В., Березюк Г.Г., Адегов О.В., Ткачова В.В.</b> ОСОБЛИВОСТІ ПРИЙНЯТТЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ ОБ'ЄКТУ ПРИ ЗМІНІ ЙОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	554
<b>Сорокіна К., Юрченко В., Телюра Н.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ФЕРМЕНТАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ СУБСТРАТІВ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ МЕТАНОГЕНЕРАЦІЇ	559
<b>Степова О.В., Степовий Є.Б.</b> РИЗИКИ ТЕХНОГЕННО- ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАФТОПРОВІДІВ	563
<b>Сторожук Т.М.</b> ЕКОСИСТЕМНИЙ ПІДХІД В ГАЛУЗЕВІЙ ПОЛІТИЦІ АГРАРНИХ ТА ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	566
<b>Ткаченко Т.М., Бедрічук Н.В.</b> ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО ПАКУВАННЯ В УКРАЇНІ	569
<b>Третяк Н.А.</b> ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ТА ІНШИХ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ	573
<b>Федонюк В.В., Панькевич А.С., Федонюк М.А.</b> ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДИНКУ-ВУЛИКА У М.ЛУЦЬКУ	577
<b>Цапко Ю.В., Бондаренко О.П., Цапко О.Ю., Жеребчук Д.С.</b> ОСОБЛИВОСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ НЕОРГАНІЧНИХ СКЛАДОВИХ ЛАКУ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ	580
<b>Cherednik A., Burda Y., Pivnenko Y., Cherednik D.</b> THERMAL CHARACTERISTICS OF RADIATION HEATING SYSTEM	586
<b>Shakura I., Franchuk U.</b> TRANSITION FROM NATURAL GAS TO BIOGAS	589
<b>Шаперчук С.В.</b> ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ОПАЛЮВАННЯ У БУДІВНИЦТВІ	594
<b>Шаповал С.П., Желих В.М., Приймак О.В., Гулай Б.І., Клименко Г.М.</b> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА	596
<b>Уряднікова І.В., Петренко О.С., Любенко В.В.</b> ШЛЯХИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ В «ЗЕЛЕНОМУ БУДІВНИЦТВІ»	599



## DEVELOPMENT OF THE COMPLEX RELIEF OF TBILISI ON THE BASIS OF THE APPLICATION OF (WEARING) PRESS RETAINING WALLS

*D. Ya. Gigineishvili<sup>1</sup>, D. D. Gigineishvili<sup>2</sup>,  
T. Matsaberidze<sup>3</sup>, G. Chikvaidze<sup>4</sup>*

*Ltd „Progressi“ Engineering Center, Tbilisi, Georgia, [johnigig@gmail.com](mailto:johnigig@gmail.com)*

At present, the main fund for the long-term and general development of the city of Tbilisi involves the intensive development of mountain slopes and gorges. At the same time, plots located in areas with relief and hilly terrain near a grove or forest area, near a reservoir are in special demand.

Such sites provide unlimited creative possibilities for landscape designers and architects to choose the place of construction of buildings and structures and exclusive architecture.

To solve the problem of efficient use of complex relief space, prevention of landslide processes for the purpose of their improvement, we often use both pressure retaining walls with an inclined profile and terracing.

Multifunctional dressing or pressure retaining walls are used to equip landscape slopes in areas with uneven terrain (Figure 1-4).

In the conditions of land shortage, the emergence of new technologies and the increasing demand for environmentally friendly, safe, spacious and cost-effective structures, there is an active construction and development of complex terrain based on the use of multifunctional pressure retaining walls [1-4].

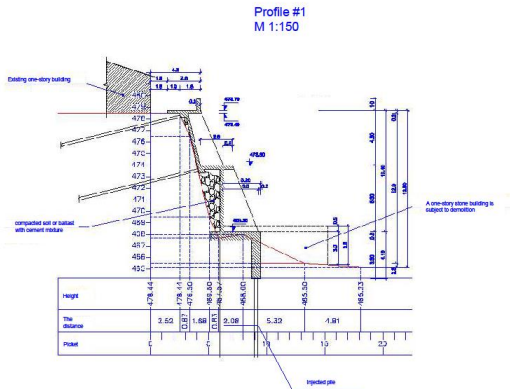
An anchor using a reinforcing bar with a screw profile [5] opens up great opportunities for the use of reinforced concrete anchors of any length and is especially important (effective) when strengthening complex slopes and anchoring pressure retaining walls of any shape (Fig. 4). This makes it possible to connect reinforcing bars to each other and to other parts, both by welding and by means of nuts and couplings with internal threads. which greatly simplifies its installation and fastening of the structure to the slope.

In conditions of complex terrain, the process of design and construction is accompanied by difficulties in vertical planning, for example, the creation of terraces or the sequential cutting of a section of a slope, etc. However, pressure retaining walls located on the terrain, with rational functional zoning, can be very convenient, have an interesting architectural design and construction solutions.

The choice of the optimal design solution for pressure retaining walls for complex terrain is possible only on the basis of careful calculations, taking into account the geotechnical conditions of soils, the features of their foundation and the construction of such structures. The complexity of such calculations, design and

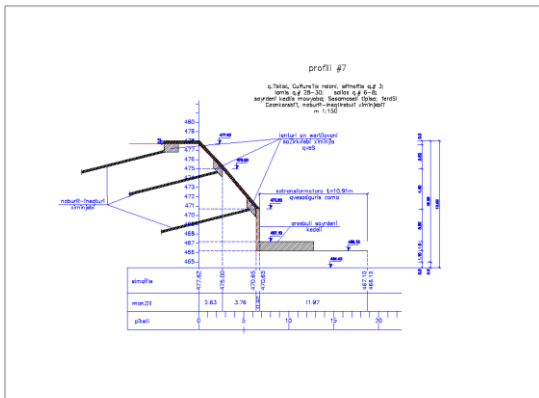


installation lies in the fact that it is necessary to take into account many different factors, namely:

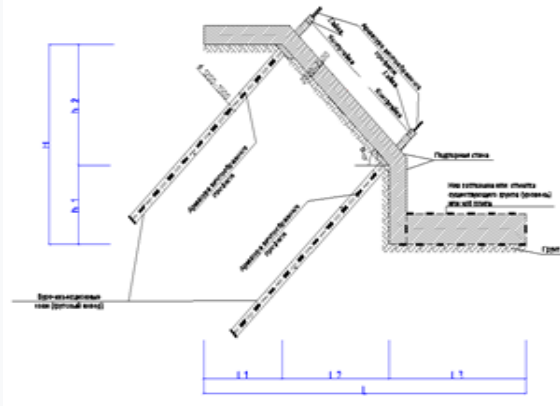


Rice. 1. Design of a pressure retaining wall.

Rice. 2. Presser design process retaining wall with terraces.



Rice. 3. Pressure retaining walls in different areas.



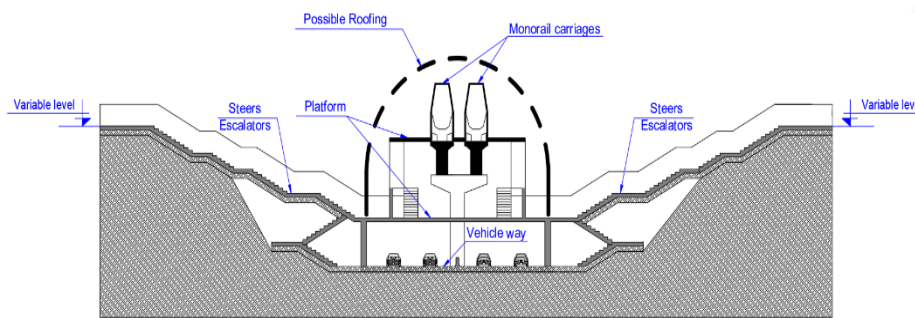
Rice. 4. Clamping retaining screw fittings with couplings.

- real stratification of soils and the sequence of loading the base; complex geometry of the construction site and relief;
- non-linear properties of foundation soils (they often work outside the linear stage: slippage between layers, deformations at high pull-out loads, etc.);
- for each relief fragment, it is necessary to check the stability of the slope, taking into account the loads from the soil massif or overlying structures in the static and dynamic formulation.
- assessment of forces arising in structures with possible uneven settlements, taking into account seismic effects.

To fully take into account the above factors is possible only with the use of modern numerical methods and computer simulation. In our case, computer modeling was carried out in a spatial setting using ground FE based on the LIRA CAD computer complex.

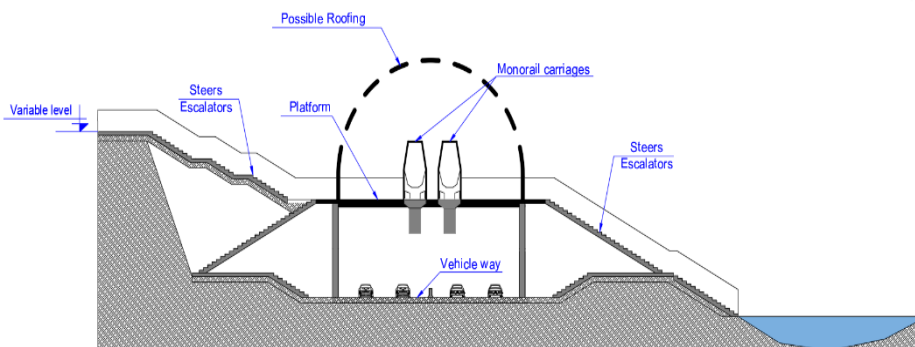
Regardless of the relief formations, the modern life of any city is unthinkable without public transport. It is one of the most important components and a necessary condition for the normal functioning of the city and an urgent problem for the scientific and technological development of any country and economy. In this regard, the city of Tbilisi stands out for its complex terrain, where the arrangement of transport routes requires special attention and continuous improvement.

Taking into account the development of complex terrain, we propose a new, more modern and combined mode of transport based on monorail systems and roads in order to better use the urban space of Tbilisi and create modern urban transport more comfortable for citizens and city guests [6-7].



**Fig. 5. Preliminary and possible options for layouts of combined monorail and highways along, along the Vere river gorge.**

The design and construction of multifunctional pressure retaining walls, taking into account the difficult terrain, as well as the construction of low-rise buildings, usually 1-2 floors (Fig. 7) on a steep terrain and the specifics of its space-planning structure, are the development of national traditions in the construction of Georgian dwellings, allowing to preserve in the architectural appearance of cities, the leading importance of the natural landscape.



**Fig. 6. Approximate layout of the combined monorail and motorway along the Vere river gorge.**

**Scientific novelty.** The pressure (clothing) retaining wall has the following advantages:

1. A large "dead" space is not required for the installation of such a wall.
2. Provides professionals with ample opportunity to create unique architectural forms throughout the workspace.
3. To create a monorail transport in Georgia, as well as to create prestressed ground anchors, continuous basalt fiber can be widely used [13-14].



**Fig. 7. General view of a multi-level and multifunctional center on a slope in Tbilisi. In the foreground are a complex of 1-2 story terraced buildings, with an inclined elevator and footpaths and green spaces. Architekt Malkhaz Jeyranashvili and Zurab Jeyranashvili.**

### **CONCLUSIONS:**

- Construction of a pressure retaining wall is possible for almost any configuration and relief height, and in terms of material consumption, such a wall is more rational than a gravity wall;
- The construction of a pressure retaining wall makes it possible to consolidate and develop complex terrain and landslide slopes, taking into account the creation of green areas;
- Anchors with the use of a reinforcing bar with a screw profile and a coupling allow creating additional forces for reliable fixation and pressing the wall to the relief;
- Clamping retaining walls can be both monolithic (solid) and lattice with subsequent planting of greenery;
- The use of reinforcement with a screw profile and tension sleeve allows you to speed up the process of manufacturing anchors and saves the consumption of reinforcing bars;
- Leaning retaining walls located on the terrain, with rational functional zoning, can be very convenient and reliable in operation, have an interesting architectural design and constructive solution.

## LITERATURE

1. Д.Я. Гигинейшвили, И.Э. Тимченко, Д.Д. Гигинейшвили, Т.Г. Мацаберидзе. Особенности проектирования зданий и сооружений на сложном рельефе с учетом сейсмики. збірка тез доповідей. одинадцята всеукраїнська науково-технічна конференція. «Будівництво в сейсмічних районах України». 10-14 вересня 2018г. м. Одеса. стр. 55-56.

2. J. Gigineishvili. Teoretikal and experimental studies of concrete structures reinforced with basalt-plastic reinforcement for earthquake-proof construction. Problems of earthquake resistance in cultural heritage monuments protection and civil engineering. procredings of ii international conference "SEISMIC-2018". Tbilisi, Georgia, 30.06.2018-1.07.2018. Pages 86-91.

3. Johni Gigineishvili. Result of teoretikal and experimental studies of prestressed concrete velements reinforced by basalt plastic einforsment. збірка тез доповідей. Одинадцята всеукраїнська науково-технічна конференція. «Будівництво в сейсмічних районах України». 10-14 вересня 2018г. м. Одеса. стр. 55-56.

4. Д.Я. Гигинейшвили, Д.Д. Гигинейшвили, Т.Г. Мацаберидзе. Новые варианты решения одевающих подпорных стен закрепления и озеленения оползневых склонов на сложном рельефе с учетом сейсмического воздействия. збірка тез доповідей. одинадцята всеукраїнська науково-технічна конференція. «Будівництво в сейсмічних районах України». 10-14 вересня 2018г. м. Одеса. стр. 58 - 59.

5. ГОСТ 34278-2017. Введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2018 г.

6. Гигинейшвили Д.Я. и др., «Перспективы монорельсовых и автомобильных дорог для города Тбилиси с учетом создания новых микрорайонов», ООО «ПРИГРЕСИ». Научно-техническая работа депонировано в «САКПАТЕНТИ», №8107.28.07. 2020г. стр. 125;

7. Адасинский С. А. «Городской транспорт будущего», М., Наука, 1979, 164 с., (Наука и технический прогресс);

8. Тыняный В.В., Кущев И.Е. «Экономические перспективы использования подвесных монорельсовых дорог», Современные проблемы и приоритетные направления развития транспорта и транспортной системы: Материалы I Международной научно-практической конференции 18 июня 2015 года, г. Рязань, Рязанский филиал МИИТ, с. 81–86;

9. Бакланов В.В. «Внедрение легкорельсового транспорта-один из путей повышения качества транспортного обслуживания населения г. Москвы», № Международная практическая конференция "Тенденции развития легкорельсового транспорта в городе Москве", 16 октября 2008 года;



10. Райдершип «Монорельсовая дорога Лас-Вегаса» 2011. Архивировано с оригинал 9 мая 2012 г. Получено 28 мая, 2016;

11. «Монорельс демонстрирует удивительный послушной список пассажиропоток растет», ЛАС-ВЕГАС ОБЗОР-ЖУРНАЛ, 15 января 2014 г., Получено 17 августа, 2015;

12. «Прогулка на монорельсе», Сказание об Окинаве, Туристическо-информационный веб-сайт Окинавы, дата обращения 18 января 2013б Архивировано 28 января 2013 года;

13. Д.Я. Гигинейшвили «Базальтовые камни Грузии», Историческая справка и перспективы широкомасштабного применения изделий на основе переработки базальтов для разных областей промышленности и строительства». Научно-технический журнал «СТРОИТЕЛЬСТВО», Тбилиси, №1 (50), 2019, стр. 6-17;

14. Гигинейшвили Д.Я., Савенко В.Н, «Начало новой эры применения базальтового камня», научно-технический журнал «ВИНОХИДНИК И РАЦИОНАЛИЗАТОР И ТЕХНИКА», Киев, №1 (125), 2019, стр. 14-19.

## "GREEN ROOFS" SURROUNDED BY DIVERSE KINDS OF URBAN LANDSCAPE

*Malwina Tubielewicz-Michalczuk*

*Czestochowa University of Technology, Poland, Faculty of Civil Engineering,  
m.tubielewicz-michalczuk@pcz.pl*

**Abstract:** The article, based on literature and my own reflections, discusses the role and value of the contemporary "green roofs", which are built thanks to the use of sophisticated technologies and construction. It shows how properly designed they have a recreational, recreational and activating function. They are the elements of green architecture which brings positive effects both for the society and environmental protection. They reduce pollution, suppress noise and improve the microclimate in urban agglomerations. The article is illustrated with selected examples of Polish design works of outstanding contemporary architects who, using the flat surface roofs, affect the restoration of nature in cities. The use of modern materials or different plant species is challenged by contemporary designers in order not only to admire nature, but also to places isolated from the street noise.

The conclusions of the work will be an answer to how the originality and ingenuity of roof garden design solutions become a new, representative complement to the aesthetics of contemporary public spaces.

*Keywords:* green roofs, public space, design

**1. Introduction.** Creating biologically active surfaces in public spaces of cities in the form of green roofs, walls, screens has a significant impact on noise suppression, soil erosion, air pollution and the improvement of the natural environment [1]. Biologically active surfaces are also a valuable habitat for fauna and flora, using modern technological solutions in urban spaces. The innovative use of green areas in the form of green roofs are one of the methods connecting man with nature, which has an impact on improving the climatic and visual conditions of public spaces of cities. Green roofs are also an ecological method to reduce energy loss from the building. In developed countries, such as Germany, Switzerland, Great Britain, USA, Canada or Japan, green roofs are designed mainly to improve air quality, climatic conditions and to create a place to restore biological life, but also as an alternative to traditional rainwater storage [2]. In Poland, every year there are more buildings with gardens on the roofs, which have a positive impact on urban areas. In agglomerations, the amount of green areas is decreasing, which is why architects together with investors are trying to develop roofs in order to, among others increase the attractiveness of the building. The designers also use the roof spaces for recreational purposes. Covered with a variety of plant species, they play the role of an educational area and developing the ecological interest of the society.

**2. Roof gardens of different historical eras.** Contemporary gardens are a continuation of famous garden compositions dating back to historical times. The roof gardens of Deir el-Bahari in ancient Egypt were a rock-cut mortuary temple created for Queen Hatshepsut (XVIII Dynasty, ca. 1567-1320 BC) It consisted of three interconnected terraces, decorated with vegetation, fountains, swimming pools and special ramps [3]. The temple is still distinguished by its monumentality.

The gardens of Semiramis, weighed as some of the oldest in the history of garden art, arose next to the royal palace in the center of Babylon. The royal gardens of Mesopotamia, whose origins were determined in the IX-VIII centuries BC, are considered one of the seven wonders of the ancient world. They had a terrace structure, filled with numerous springs, waterfalls, overgrown with lush vegetation in the form of various climbing species, trees, shrubs and flowers. Each terrace was insulated with bituminous material and a lead coating, which was then covered with a drainage layer, and then a thick layer of earth on which trees and shrubs could grow, artificially irrigated by a well-thought-out system of canals and drains. The vegetation used often had healing and mystical properties [4].

The first roof gardens in Europe were created in the 30s and 40s of the twentieth century. These were London's Derry and Tomas Roof Gardens. Today known as Kensington Roof Garden. The roof garden is located at the top of the former Derry & Tomas department store on Kensington High Street in London. The vision of the roof garden was realized in the years 1936-1938 by the Welsh architect Welsh Ralph Hancock (1839-1950). The project was located at an altitude of 30m, on an area of

6000m<sup>2</sup>, filled with various fountains, ponds, ponds, bridges, terraces, rustling streams and sculptures. A significant part is occupied by a restaurant with garden furniture and alleys intended for walking. The roof space has been divided into several themed gardens with colorful flowers, shrubs, large trees, between which flamingos stroll [5]. The idea of green roof systems, as we know them today, was created only in the twentieth century. Such a concept was created by the French architect Le Corbusier (1887-1965), who was a pioneer in architectural realizations subordinated to three values: sun, space and greenery. The designer believed that the contemporary architecture is the architecture of limited space and this is why he proposed that there should be gardens on the roofs of buildings. By creating green roofs, he wanted to take care of city dwellers [6]. According to the designer, the greenery in cities should be a plant asylum for residents, guaranteeing access to more oxygen and fresh air and making cities a much more pleasant place to live.

**3. Types of green roofs.** Depending on the type and thickness of the green layer used, two types of green roofs are distinguished: intensive and extensive. The classification criterion is the thickness of the substrate layer, which on one hand determines the type of crop, and on the other the permissible load.

Green roofs of the intensive type, also called roof gardens, are one of the elements of creating ecological spaces in cities. Depending on the requirements of the designed vegetation and its location on the roof, the vegetation layer (soil or ready soil substrate) can be located on the entire roof line, striped or pointwise, e.g. in places prepared for planting trees. In the case of the most commonly used seedlings of smaller trees, it is required to prepare a layer with a thickness of about 125cm. The greater thickness of the vegetative layer and the mass of the plant material itself increase the weight of the green roof, per square meter, which can give a load on the entire structure in the range of 300 to even 1500kg/m<sup>2</sup> (0.3-1.5kN/m<sup>2</sup>). The weight of an average green dachu of the so-called intensive type, 30 cm thick vegetation layer, in which it is possible to grow shrubs with a height of 200cm, is 350-400 kg/m<sup>2</sup> (0.35-0.4kN/m<sup>2</sup>). Due to the high risk of erosion in the case of roof gardens, it is recommended to place them on flat structures (the maximum roof slope should not exceed 5.7°±10%) [7]. All kinds of plants are planted on them, m.in: perennials, shrubs, trees, lawns are created with a complement to paths and elements of small architecture.

Extensive green roofs are characterized by a thickness of the substrate layer not exceeding 10cm. The additional load ranges from 50 kg/m<sup>2</sup> with thin drainage to 170 kg/m<sup>2</sup>. The advantage of this solution is minimal care effort. Such roofs are not intended for recreational purposes, they perform mainly natural functions. In Poland, it is best to choose native plant species for this type of the roof, such as, e.g.: mosses, fescue, stonecrops, swarms. Given the degree of slope of the surface, green roofs can be flat, sloping or steep. Flat green roofs are inclined at an angle of about 10 degrees,

sloping roofs from 10 to 25 degrees, while the slope of steep roofs is greater than 25 degrees.

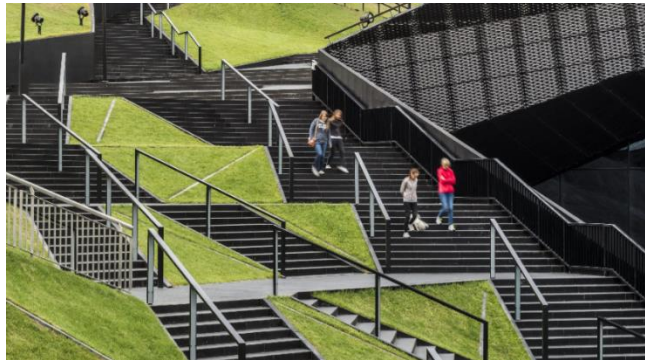
**4. Green roofs in Poland – examples of projects.** The contemporary architecture through the use of roof surfaces provides new opportunities to restore "nature" in cities, and at the same time makes public spaces more human-friendly. The invaluable role of the green roof lies in combining the values of public space with ecological aspects, such as; reduction of the urban heat island effect (meteorological phenomenon consisting in thermal privileging of urban space in relation to the surrounding undeveloped areas [8]). Green roofs are a living organism, thanks to which designers can create space in any direction. The original solutions, which are more and more numerous in modern urban spaces, include public gardens established on the roofs of, for example, car parks, stations, hotels or libraries – ideal in the absence of land in the centers, although they are quite an expensive solution. Modern, extensive parks can be regarded as a significant technical achievement [9]. In Poland, more and more projects are being created in public spaces using this solution, thanks to which the residents can later use green terraces. The International Congress Centre located in Katowice, the largest city in terms of population and area of the Silesian Voivodeship (Poland), is a multifunctional facility with an exhibition and conference function located in the immediate vicinity of the sports and entertainment hall called "Spodek". The body of the building is made in the form of a black cuboid covered with a green roof (Fig.1).



**Fig. 1. The view of the Spodek Arena and the International Congress Centre, Katowice [10]**

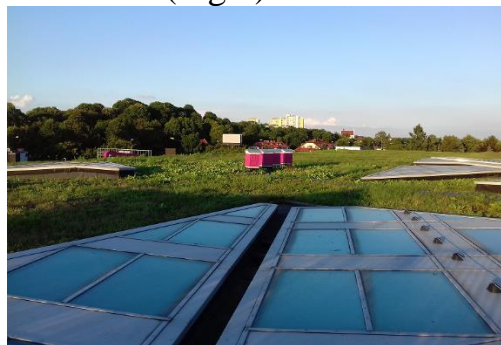
The structure of the roof was vaulted with steel beams based on reinforced concrete load-bearing walls. The whole was connected by steel trusses. A plastically formed green usable roof with a complex, multi-curved geometry, and a span of up to 30m perfectly harmonizes with the immediate surroundings, giving the object an individual character. The turf covering the cover is reinforced with plastic nets. At the top of the building, which can be reached by a black staircase (Fig.2), a kind of viewpoint with a panorama of the city center was created. At the stairs, with appropriate spacing, wooden benches are located. The building was constructed on the basis of the urban and architectural concept of the leading Polish studio JEMS

Architekci, selected in an international architectural competition settled in October 2008.



**Fig. 2. The view of the stairs and green roof, Katowice [10]**

Tarasy Zamkowe is a modern shopping, entertainment and recreation center, located in the very center of Lublin, a city located in eastern Poland near the historic Royal Castle, between the Unia Lubelska and Tysiąclecie Avenues. The author of the architectural and urban concept is the architect Bolesław Stelmach [11]. The basic design assumption was to create a vast, green space on the roof, referring to the natural, meadow landscape in the valley of the picturesque Bystrzyca River. The area of 15 000m<sup>2</sup> consists of two parts: an intensive roof with an area of 5 000m<sup>2</sup> and an extensive roof with an area of 10 000m<sup>2</sup>. One part of the roof slopes has been developed on the model of meadows and flowers inaccessible to visitors. In this part, extensive cultivation is planned placed on a thin layer of soil substrate with a predominance of plant species, such as, among others grasses, herbs, succulents, adapted to difficult habitat conditions (Fig.3).



**Fig. 3. Extensive roofs - technical space, Lublin 2022 (photo: M.Tubielewicz-Michalczuk)**

The second part of the space – the intensive roof, which can be accessed both from inside of the gallery and from the street level.

On its surface, there are among others: nine mini-golf lanes with equipment rental, artificial beach, playground, mini gym, a bar, information boards about plants,



communication routes, benches, fountains with drinking water, lighting. Promotional events, shows, concerts take place there. The viewpoint is an unusual place is the, from which there is a beautiful view on the panorama of the old town and the historic castle (Fig. 4).



**Fig. 4. The roof intense– recreational space, the panorama of the city, Lublin 2022 (photo: M.Tubielewicz-Michalczuk)**

Taraszy Zamkowe in Lublin has been awarded and distinguished many times in international competitions. Investment and Year Award in the Prime Property Prize 2015 competition in the retail space market category. The best investment built and opened in 2015 in Poland – international competition The International Property Awards in the category Retail Development for Poland. The best regional project in the retail real estate sector of 2015 in Europe – international competition The International Property Awards in the category Retail Development – Project for Europe Region. Distinction in the category of Public Utility Facility in the SARP Award of the Year 2015 competition [12].

The twenty-first century school created by the office and the design MedusaGroup is the High School Academy, a private secondary school in Warsaw (Poland) located in the Wilanów district. In the fourth edition of the Architectural Competition of the President of the City of Warsaw, she received the honorable title of "The Best Public Utility Building 2017". A unique space for artistic activities and creative work is: a hundred-meter artistic studio, a multimedia studio, a music room with a recording studio, a photo studio, a theater auditorium, as well as a room with a sports field and extensive sports facilities. All classes are carried out in English. A characteristic element is the eco-roof, i.e., an ecological garden on the roof of the school (Fig.5).



Fig. 5. **High School Academy, ecological roof, Warsaw [13]**

The garden has been designed to maintain both aesthetic and practical needs. As part of the classes, students grow herbs, vegetables, fruits, flowers. The facility also received an award in the Green Building Association 2017 competition, the idea of which is to promote modern solutions for ecological construction.

**Applications.** Contemporary green roofs built according to advanced construction technologies are becoming a new, representative complement to public spaces intended for recreation and relaxation surrounded by a diverse urban landscape. They provide excellent acoustic and thermal insulation, which improves the energy balance of the building. They absorb rainwater and naturally introduce it into circulation. They help to fight against the phenomenon of the so-called urban heat islands, as a result of which the air in city centers is warm and dry. In the era of concrete urban structures and due to the limited possibilities of creating green areas on the ground, the roof is an ideal urban but also ecological alternative. The designed green areas in the form of green roofs also play an educational role, contributing to the care of the society for the surrounding natural environment and its protection and development.

## LITERATURE

1. Tubielewicz-Michalczyk M., *Projektowanie i realizacja założeń architektonicznych w zrównoważonym kształtowaniu środowiska miejskiego*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2020, p.32.

2. Kożuchowski P., Piątek-Kożuchowska E., *Dachy zielone w Polsce. Problemy zagospodarowania wód opadowych*. Wydawnictwo Seidel-Przywecki. Wrocław 2008, p. 34.

3. Majdecki L., *Historia ogrodów. Tom 1. Od starożytności po barok*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warsaw 2010, p. 23.

4. Siewniak M., Mitkowska A., *Tezaurus sztuki ogrodowej*, Oficyna Wydawnicza Rytm, Warsaw 1998, p. 278.

5. *Rooftop Garden*, Hong Kong Architecture Science Press, Gingko Press, Berkeley 2013, p. 2.

6. Broniewski T., *Historia architektury dla wszystkich*, Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław 1990, p. 522.

7. Szajda-Birnfeld E., Pływaczyk A., Skarżyński D., *Zielone dachy: zrównoważona gospodarka wodna na terenach zurbanizowanych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Wrocław 2012, p.45.

8. Kowalczyk A., *Zielone dachy szansą na zrównoważony rozwój terenów zurbanizowanych*, „Zrównoważony Rozwój – Zastosowania”, nr 2, Wydawnictwo Fundacja Sendzimira, Cracow 2011, pp.66-81.

9. Zachariasz A., *Ogród publiczny w centrum miasta – przemiany funkcji i formy*, Czasopismo Techniczne – Architektura 2008 z.4-A, p. 299.

10. JEMS Architekci: <https://jems.pl/> (accessed on 10 March 2023).

11. Bolesław Stelmach – the winner of the honorary award of the Association of Polish Architects, author of the Chopin Centre in Warsaw (2009) and the Centre for the Meeting of Cultures in Lublin (2015).

12. SARP – Association of Polish Architects.

13. Medusa Group: <https://www.medusagroup.pl> (accessed on 20 March 2023).

## **МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТА ВТІЛЕННЯ ПРИНЦИПІВ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА У РЕАЛІЯХ СЬОГОДЕННЯ**

*Ткаченко Тетяна Миколаївна, Шуть Наталія Геннадіївна*

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
tkachenkoknuba@gmail.com*

Будівництво вважається однією з найнебезпечніших для планети сфер — щороку на нього припадає 28% викидів вуглекислого газу, а загалом будинки в процесі свого існування генерують 40% від усього обсягу шкідливих речовин. Несприятливо на довкілля впливають і самі матеріали, шкода яких щороку оцінюється в 11% від усіх викидів. Найбільша небезпека походить від бетону і сталі — через наявність у складі матеріалів вуглецю при їх нагріванні викидається велика кількість парникових газів [1].

З метою зменшення парникових газів для протидії глобальному потеплінню в Парижі у 2015 році лідери світових держав домовилися обмежити підняття глобальної температури до кінця століття значно нижче 2°C та вжити заходи для обмеження її підвищення на 1,5 °C [2].

У 2021 році Євросоюз прийняв ще більш амбітнішу програму — Європейський зелений курс для досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. Ключовими напрямками ЄЗК є чиста енергія, кліматична дія, будівництво та реновація, стійка промисловість, стійка мобільність, зменшення



забруднення довкілля, біорозмаїття, стійка аграрна політика (Стратегія «Від лану до столу») [3].

Основними принципами "зеленого" будівництва є:

- оптимальний вибір місця, включення будівлі в загальну інфраструктуру ландшафту, навколишнього середовища та транспорту;
- будівництво та використання зелених конструкцій;
- максимальне використання сонячної енергії та денного світла;
- енергоефективність, використання альтернативних джерел енергії;
- покращення теплоізоляційних характеристик та безпечне використання теплоізоляційних матеріалів;
- зворотна вентиляція (віддача тепла повітря в систему опалення);
- використання нешкідливих, відновлюваних та переробних матеріалів;
- віддача переваги місцевим матеріалам;
- нешкідлива автоматична система опалення (рис.1).

Поняття зеленого будівництва сьогодні є комбінуванням складових будівельної екології, а саме урбоекології, біопозитивного будівництва, екологічної надійності та безпеки, енергоактивних та енергозберігаючих будівель, ресурсів, безвідходності виробництва, утилізації відходів та екомоніторингу [4].



Рис.1. Принципи зеленого будівництва [4]

Стандарти зеленого будівництва активно розробляються вченими та практиками по всьому світу, а також закладені в основу добровільної

сертифікації. Найбільш поширеними в світі є зелені системи сертифікації будинків, що розроблені в Європі та інших розвинених країнах світу, а саме:

- BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method, Великобританія), з 1990р., сертифіковано близько 558 тис. будинків у 50 країнах. Попередню сертифікацію BREEAM отримали бізнес-центр Астарта в Києві та «Оптима» в Львові;

- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, США), з 2000р., сертифіковано близько 90 тис. будинків. В Україні згідно цієї системи були сертифіковані будівля посольства США, та офіс компанії Shell (в бізнес-центрі «Торонто»);

- DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, Німеччина) з 2009р., сертифіковано близько 1100 будівель. Як рейтингова система 2-го покоління вона забезпечує найбільш цілісну оцінку будівлі з точки зору «сталого розвитку». В Україні сертифіковано один об'єкт – супермаркет компанії Villa в Києві (вул. А.Ахматовой, 49);

- CASBEE Японія. Є зразком стандарту, розрахованого на найбільш інноваційні та видатні будівлі в області екологічного будівництва. Він розроблявся виходячи з таких принципів: визнання тільки найвидатніших проєктів з точки зору екологічної ефективності, простота в застосуванні, широке охоплення типів будівель, які оцінюються за системою, система повинна відображати проблеми і питання сталого розвитку, найбільш значущі на регіональному рівні Японії і країн Азії. Система може застосовуватися як в процесі проєктування, так і на етапах введення будівлі в експлуатацію. Більш того існує стандарт CASBEE, який можна застосовувати до вже існуючих будівель і об'єктів реконструкції. Стандарт має унікальну структуру і оцінює не тільки саму будівлю, а й належну їй ділянку - всю екосистему нового будівництва. Крім того, стандарт оцінює так само внесок, який вносить побудований будинок в загальносвітові проблеми людства.

- GREEN STAR, NABERS Австралія

- HQE Франція

Сертифікація об'єктів «зеленого будівництва» (нового) ставить перед собою такі завдання:

- ◆ зниження негативного впливу будівлі на навколишнє середовище;
- ◆ заохочення дотримання стандартів зеленого будівництва;
- ◆ забезпечення достовірного екологічного та функціонального опису будівлі;
- ◆ стимулювання будівництва будівель, які відповідають стандартам зеленого будівництва.

Також існує Сертифікація “здорових” будівель по стандарту WELL Building Standard.

Сертифікація WELL — це оцінка якості здорових будівель за наступними обов'язковими критеріями:

1. Повітря та система вентиляції. Накопичення CO<sub>2</sub> в повітрі знижує продуктивність праці, впливає на роботу мозку та загалом підвищує втомленість організму. Використання протимікробних мийних засобів для прибирання знижує якість повітря та викликає алергічні реакції та інші респіраторні захворювання. Поряд з цим, одна з вимог WELL Building Standard – це заборона палити в будівлі, навіть електронні пристрої для паріння.

2. Якість питної води. Речовини, що використовують для очищення води, здатні накопичуватися в організмі та спричиняти захворювання ШКТ.

3. Освітлення та рівень інсоляції. Природне освітлення робочих місць чинить не тільки санітарно-гігієнічний ефект, але й підвищує розумову здатність та пам'ять. Планувати робочий простір необхідно з урахуванням доступу сонячного світла.

4. Акустичний комфорт впливає на умови праці в офісі.

5. Фітнес. «Сидяча» довготривала робота у незручному положенні викликає у працівників скелетно-м'язові захворювання. Це не тільки знижує їхню працездатність, але й, іноді, змушує працівників брати лікарняні. Тому, розповсюдженою практикою є облаштування спортзалів та спортивних майданчиків для працівників.

6. Якість харчових продуктів, що пропонується закладами в будівлі для працівників. Вимогою стандарту є виключення зі складу харчових продуктів трансжирів та зменшення кількості газованих напоїв з великим вмістом цукру.

Переваги сертифікації відповідно до WELL Building Standard:

- Підвищення ринкової вартості об'єкту нерухомості;
- Бути першим в Україні хто отримав сертифікат WELL, а отже бути лідером ринку;
- Скорочення випадків відсутності працівників через захворювання та текучки трудових ресурсів;
- Підвищення продуктивності праці та, як результат, збільшення прибутку;
- Скорочення витрат на медичне страхування;
- Скорочення витрат на експлуатацію будівлі;
- Підвищення корпоративної та соціальної відповідальності.

Сертифікація WELL для України абсолютно нова. Але в світі вже 135 будівель отримали сертифікати Well Building Standard, а 984 будівлі — саме в процесі сертифікації [5].

«Sustainable development – поки ще новий термін на українському ринку нерухомості, але відомий і розвинений на території багатьох країн світу. Згідно з новою редакцією директиви Євросоюзу щодо енергетичних характеристик

будівель (EPBD Recast), до 31 грудня 2020 року всі нові будівлі в ЄС повинні бути з практично «нульовими втратами» енергії, при цьому вони планують широко використовувати енергію з відновлюваних джерел.

Україна активно розвивається у напрямку розвитку зеленого будівництва, співпраці з ЄС у рамках Паризької угоди та Європейського зеленого курсу тощо. В Україні прийняті ряд документів: ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель, 2015 р. [6]; закон України про енергозбереження, 2017 р. [7]; Закон України про енергетичну ефективність будівель, 2017 р. [8]; Закон України про альтернативні джерела енергії, 2017 [9].

В даний час перед українськими проєктувальниками і будівельниками стоїть складна проблема - змінити ставлення суспільства до «зеленого» будівництва. Вони повинні довести людям, що будувати будинки по «зеленим» стандартам можна якісно, швидко і за доступною вартістю.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Мілецька Ю. Екологічні хмарочоси: Як будівельна галузь незабаром рятуватиме планету. Інтернет-ресурс. Режим доступу: <https://investory.news/ekologichni-xmarochosi-yak-budivelna-galuz-nezabarom-ryatuvatime-planetu/>. Останнє звернення: 03.04.2023

2. Паризька угода. Інтернет-ресурс. Режим доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_161#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161#Text). Останнє звернення: 03.04.2023.

3. Європейський Зелений Курс. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ukraine-eu.mfa.gov.ua/posolstvo/galuzeve-spivrobotnictvo/klimat-uevropajska-zelena-ugoda>. Останнє звернення: 03.04.2023

4. Чала В.С., Орловська Ю.В., Глущенко А.В. Європейські практики інвестування зеленого будівництва: Підручник Д.: ПДАБА. 2023. – 148 с.

5. Сертифікація “здорових” будівель по стандарту WELL Building Standard/ Електронний ресурс. Режим доступу: <https://mcl.kiev.ua/uk/uslugi/mezhdunarodnaya-sertifikatsiya/uslugi-sertifikacii-zelenogo-stroitelstva/sertifikacija-zdorovyh-zdanij-po-standartu-well-building-standard/>. Остання дата доступу: 04.04.2023.

6. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu-n\\_b\\_a.2.2-13\\_2015.pdf](https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu-n_b_a.2.2-13_2015.pdf). Остання дата доступу: 04.04.2023.

7. Закон України про енергозбереження. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80#Text>. Остання дата доступу: 04.04.2023.

8. Закон України про енергетичну ефективність будівель. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-viii#Text>. Остання дата доступу: 04.04.2023.

9. Закон України про альтернативні джерела енергії. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>. Остання дата доступу: 04.04.2023.

## **РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИНЦИПІВ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА В ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕННЯХ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

*Агеєва Галина Миколаївна*

*Національний авіаційний університет*

*gala.agieieva@gmail.com*

Враховання впливу на навколишнє середовище при проектуванні, будівництві та експлуатації – один з принципів зеленого будівництва об'єктів різного призначення.

Не виключенням є й заклади вищої освіти. Зокрема, забудова території Національного авіаційного університету (НАУ) є результатом багаторічного впровадження комплексу вдалих містобудівних та архітектурних рішень спеціалізованого закладу вищої освіти впродовж другої половини ХХ ст. [1-3].

На час будівництва це була периферійна відносно центру міста ділянка, частка якої була зайнята фруктовим садом та межувала з територією, призначеною для будівництва житлового масиву «Відрадний» для забезпечення житлом співробітників домобудівного комбінату ДБК-3.

Забудова території галузевого закладу вищої освіти здійснювалася комплексно: за єдиним планом формувалися навчальна, спортивна, житлова та господарчі зони.

У відповідності до планів розвитку окремих факультетів та університету в цілому будівництво здійснювалося у декілька етапів [1].

На даний час на території розташовані навчальні корпуси №№1-11, Центр культури та мистецтв, навчально-спортивний оздоровчий центр, їдальня та ін.

Аналіз сучасної містобудівної ситуації дозволив оцінити вплив рекреаційної та фізкультурно-спортивної зон НАУ на середовище тотальної урбанізації Солом'янського району та можливість створення на її основі своєрідного кластера позитивних змін соціальної структури Києва [3].

Значна за розмірами територія НАУ (72 га) межує з житловою забудовою, міським парком «Відрадний», просвітницьким музеєм просто неба «Мамаєва слобода». Останній розташований довкруг історичного урочища, в якому бере початок річка Либідь.

Територія вміщує фрагменти природного каркасу, які були збережені в процесі розпланування та урбанізації. Високий рівень озеленення додає території НАУ привабливості впродовж року: її користувачами є не тільки працівники та студенти, але й мешканці наближених до університету житлових будинків та кварталів.

Рекреаційна зона НАУ має систему спланованих пішохідно-транспортних зв'язків між окремими складовими фізкультурно-спортивною зоною, іншими функціональними зонами території університету та зупинками громадського транспорту.

Родзинкою рекреаційної зони є яскравий природний ландшафт. Перепад висот поверхні землі сягає 10-13 м. Саме він, у комплексі з низкою теренкурів, зокрема, «студентські гуртожитки – спорткомплекс», «науково-технічна бібліотека – спорткомплекс», створює позитивний психоемоційний ефект від руху пішки з активним або пасивним сприйняттям ландшафту [3].

Розміщення зелених насаджень виконано за стаціонарною формою, характеризується різноманіттям дерев, чагарників, багатокольоровою трав'яною та квітковою рослинністю.

В умовах напруженого режиму навчання та праці це дає змогу отримати позитивний результат від впливу природно-кліматичних умов та руху в середовищі тотальної урбанізації столичного мегаполісу.

Поєднання рекреаційної зони НАУ з відкритими територіями та озеленими просторами міського парку «Відрадний», просвітницького музею просто неба «Мамаєва слобода» забезпечує:

- формування сприятливих мікрокліматичних умов та покращення екологічного стану довкілля;
- формування екологічно стійкої системи зелених насаджень житлового масиву «Відрадний» та Солом'янського району;
- збереження значних за площею ділянок природного ландшафту та об'єктів культурної спадщини (виток р. Либідь, парк «Відрадний»; архітектурний ансамбль «Мамаєвої слободи»);
- додатковий рівень комфорту перебування та занять фізичною культурою та спортом різних верст населення у природних умовах у різні пори року [3].

Тому для мешканців будинків, розташованих поруч з НАУ, парком та музеєм, останні є більш привабливими для занять масовим спортом та відпочинку, ніж спортивні майданчики та стадіони закладів загальної середньої освіти в зоні пішохідної доступності [3].

Вдале рішення ландшафту території НАУ не є статичним, воно дозволяє впродовж року змінювати її кольорове вирішення, створювати різноманітні за наповненням рекреаційні зони та мотивує до пошуку нових ідей та шляхів їх реалізації [2-5]. Наприклад, у 2018 році здобувачами вищої освіти

спеціальності 191 «Архітектура та містобудування» були розроблені передпроектні пропозиції щодо створення комплексу осередків відпочинку для іноземних студентів – представників Ірану, Китаю, Марокко, Туреччини – та відновлення фонтану біля корпусу №6 [4]. Вони вміщували відповідні декоративно-пластичні та кольорові трактування простору, рішення щодо його озеленення, зміни шумового та екологічного режимів [6].

Звертають на себе планувальні рішення навчальних корпусів №№ 1, 8, 8-а, Навчально-технічної бібліотеки, які формують відкриті у бік проспекту Любомира Гузара парадні двори – курдонери. Територія останніх спланована, благоустроєна та озеленена за стаціонарною формою (дерева, живоплоті, трав'яна та квітнева рослинність). Це не тільки виконує вагомі іміджеві функції, але й сприяє покращенню екологічного стану ділянки забудови НАУ вздовж проспекту [2].

Аналіз планувальних рішень навчальних корпусів дозволив виявити приміщення з надмірною інсоляцією та запропонувати відповідні заходи щодо її зниження, зокрема, суцільне або локальне вертикальне озеленення [4, 5].

Для будівель навчальних корпусів №3-6, які формують єдиний комплекс, мають схожі за архітектурою рішення, озеленення вертикальних поверхонь може вирішити не тільки проблему уникнення надмірної інсоляції, але й змінити на краще їх екстер'єр. Водночас можуть бути вирішені завдання щодо теплової ізоляції будівель у відповідності до вимог чинних нормативних документів у галузі будівництва України.

Територія та забудова НАУ є наочними прикладами функціонального зонування, планування, благоустрою та озеленення території окремого закладу вищої освіти, які активно використовуються в навчальному процесі здобувачів вищої освіти спеціальностей 191 «Архітектура та містобудування», 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

## ЛІТЕРАТУРА

1. Національний авіаційний університет : літопис / М. С. Кулик та ін. Київ, 2010. 368 с.

2. Агеєва Г. Н. Курдонери будівель Національного авіаційного університету як складові системи озеленення міських територій. *Архітектура та екологія: матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Київ, 16-18 лист. 2020 р. Київ: НАУ, 2020. С. 15-16.

3. Агеєва Г. М., Чернишева М. О., Коробко К. В. Містобудівна та соціальна роль фізкультурно-спортивних зон закладів вищої освіти у контексті сталого розвитку. *Теорія та практика дизайну*. 2021. Вип. 23. С. 5-20. DOI: 10.18372/2415-8151.23.16258

4. Буркач А., Сукач Т., Агеєва Г. Вертикальне озеленення фасадів як засіб

уникнення надмірного інсоляційного режиму приміщень будівель. International scientific - practical conference of young scientists «Build-master-class-2019» 27 - 29 of November 2019: Conference proceedings. P.24-25.

5. Буркач А., Сукач Т., Агеєва Г. Символ величі університету – «стіни, які повити плющем» (до 85-річчя НАУ). International scientific - practical conference of young scientists «Build-master-class-2019» 27 - 29 November 2019: Conference proceedings. P.88-89.

6. Церковна О. Міські простори з фонтанами: закономірність формування шумового та екологічного режиму. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2021. № 61. С. 256–275. DOI: 10.32347/2077-3455.2021.61.256-275

## **ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРАВЛЕННЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ БУДІВЕЛЬ**

*Андріющенко Ілона Миколаївна, Богдан Олегович Будков,  
Василенко Леся Олексіївна*

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
[andriushchenko\\_im@knuba.edu.ua](mailto:andriushchenko_im@knuba.edu.ua), [budkov\\_bo@knuba.edu.ua](mailto:budkov_bo@knuba.edu.ua),  
[vasylenko.lo@knuba.edu.ua](mailto:vasylenko.lo@knuba.edu.ua)*

Рівень урбанізації у світі стрімко збільшується, тому усі вільні території використовуються під зведення будинків та споруд. Площа забудови міст у розвинених країнах у середньому становить 72%, а в країнах, що розвиваються, — 32%. Темпи будівництва стрімко зростають, витісняючи при цьому живу природу за межі міста. З шаленою швидкістю збільшується потреба у харчових продуктах, що негативно впливає на здоров'я та добробут населення. Саме тому для урбанізованих територій актуальним є питання якості та різноманіття продуктів харчування. Поставлене завдання вирішується комплексними заходами, такими як концепція міського сільського господарства.

Міське сільське господарство – це спосіб використання та обробітку невеликих площ землі для виробництва продуктів харчування шляхом створення тепличних комплексів на даху будинків у міських районах та навколо. Воно охоплює різноманітне поєднання діяльності з виробництва харчових продуктів, включаючи рибальство та рослинництво[3].

Основні типи міського сільського господарства:

1. Тактичні сади – це передбачає використання обмеженого простору для ведення сільського господарства без значних витрат;

2. Озеленення вулиць;

3. Теплиці – це передбачає практику сільського господарства в житлових, комерційних і комунальних міських просторах у теплицях;



4. Сади на даху – це вирощування сільськогосподарських культур на даху будинку;

5. Вертикальні ферми – вирощування рослинності або харчових культур на зовнішньому або внутрішньому просторі стіни;

6. Аквапоніка – це інноваційна технологія, що є гібридним поєднанням аквакультури (тобто технологічної системи штучного розведення риби та/або водних тварин) з гідропонікою (безсубстратною технологічною системою вирощування культурних рослин у водній середовищі[7]).

Через брак вільної землі, яку можна використовувати під сільське господарство, необхідно раціонально використовувати вільну площу безпосередньо на дахах споруд, створюючи, наприклад, різноманітні тепличні комплекси. Особливо перспективні для цього напрямку гідропонні конструкції зелених покрівель. Інноваційним є створення теплиць на даху будинку, або багатоповерхових гаражних комплексів. Слід зазначити, що зелена покрівля є однією з найдавніших різновидів дахів. Подібні конструкції зводилися ще жителями стародавньої Скандинавії. Проте, особливої популярності міське сільське господарство набуло в Європі у післявоєнні депресивні часи, коли виникли великі проблеми з нестачею їжі.

У 2010 році в Нью-Йорку побудували та ввели в експлуатацію першу у світі приватну ферму на даху.

Озеленений дах – це багатошарова покрівельна система, яка частково або повністю покрита рослинністю і родючим шаром ґрунту з можливістю ландшафтного планування. У наші дні цей, колись примітивний, спосіб будівництва даху все більше перетворюється у високу інноваційну технологію експлуатованих покрівель, набуваючи популярності у всьому світі. Відмінність озелененої покрівлі від звичайної полягає перш за все в її структурі і необхідності застосування спеціальних, додаткових шарів. Для створення такого даху на етапі проектування необхідно спроектувати, зміцнити та укріпити фундамент, адже покрівля матиме набагато більшу вагу ніж зазвичай. Щоб не виникло непередбачуваних обставин, потрібно дотримуватися правильного порядку шарів покрівлі на даху. Нижній шар зазвичай виготовляється з деревини, сталі або бетону, який покривають пароізоляцією, утеплювачем і гідроізоляцією (на бітумний або каучуковій основі). Потім укладається захисний шар (асфальтобетонна суміш з використанням подрібненої гуми, поліпропіленовий кореневий бар'єр), дренажний шар (5-10 см) і фільтруюча сітка, яка буде утримувати легке середовище для вирощування, ґрунт або субстрат (рис. 1)[1,2].

Товщина ґрунту залежить від рослин, які будуть висаджуватися. Для кущів, квітів або овочів потрібен шар в 30 см.

Дерева, які планується вирощувати на даху повинні відповідати вимогам: бути низькорослими з шароподібною кроною. Під час озеленення даху та вирощування дерев необхідно передбачити збір води від опадів, для економії води, яка використовується з мережі водопостачання будинку для системи автоматичного паливу.

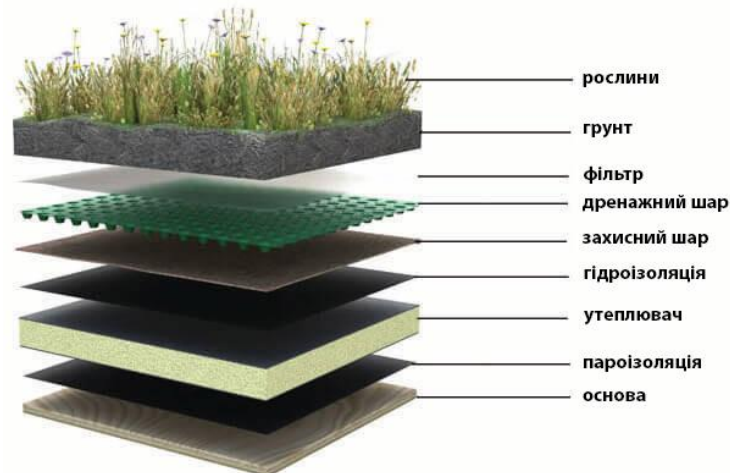


Рис. 1. Структура зеленого даху: послідовність укладання шарів

Дослідження, проведені 2014 року у італійському місті Болонья, показали, що зовнішні гідропонні системи (57% площі ділянки) і плантації з використанням синтетичних субстратів (43% площі ділянки) можуть максимізувати врожайність салату (*Lactuca sativa* L.), чорної капусти (*Brassica oleracea* Асепhala Group), цикорію (*Cichorium intybus* L.), томатів (*Solanum lycopersicum* L.), баклажанів (*Solanum melongena* L.), переців чилі (*Capsicum annum* L.), динь (*Cucumis melo* L.), кавунів (*Citrullus lanatus* Великий палець) на площах з плоскими дахами (82га). Таким чином вони забезпечили 77% міського попиту на свіжі овочі [4].

Однією з причин створення теплиць на дахах будівель є зменшення викидів CO<sub>2</sub>, який є одним з найвпливовіших парникових газів, утворення якого є наслідком життєдіяльності людини.

Процес поглинання вуглецю у процесі фотосинтезу можна додатково вдосконалити шляхом поєднання інших сільськогосподарських технологій для збільшення видалення з атмосфери та запобігання вивільненню CO<sub>2</sub> під час збору врожаю. Однак цей процес значною мірою залежить від вибраних типів рослин і методології землеробства.

Ще однією з екологічних переваг «зелених покрівель» для сучасних урбоценозів є зменшення кількості стічних вод. Швидкий стік значної кількості зливової води з незамоцених мостових і дахів має негативні наслідки. Зокрема, він викликає руйнівні повені, ерозію, забруднення й руйнування середовища перебування тварин. Здатність «зелених покрівель»

зменшує цей стік частково за рахунок його уповільнення та частково за рахунок накопичення в ґрунті давно і добре відома. «Зелена покрівля» забезпечує регулювання стоку за рахунок тих же заходів, що і звичайний водорегулювальний басейн.

«Зелені покрівлі» поглинають опади і, якщо води мало, вони повертають її в природний кругообіг шляхом випаровування, минаючи міську зливову каналізацію. Цей процес імітує природний спосіб поглинання і віддачі води лісами, який допомагає запобігти повені вниз за течією. Крім того, дощову воду можна збирати у резервуар і використовувати для побутових потреб. Будь-яка, навіть найменша «зелена покрівля» в змозі повністю увібрати шар води завтовшки близько 2,54 см [2].

Ґрунт, рослини та повітряний прошарок між рослинами й будівлею можуть використовуватися для звуко та тепло ізоляції. Субстрат на основі ґрунту, який використовується для вирощування продукції має тенденцію блокувати нижні частоти, а рослини – вищі. Випробування показали, що шар ґрунту у 12 см може зменшити звук на 40 дБ; 20 см - 46 дБ.

Озеленення покрівлі покращує її теплозахисні властивості, що дозволяє власникові такої покрівлі скоротити витрати енергії на обігрів та охолодження приміщення. Завдяки випаровуванню вологи відбувається зниження температури і зволоження[2].



**Рис. 2. Приклад теплиці на дахах будинків у містах**

Тенденція озеленення дахів набирає популярність, багато країн ЄС інтенсивно займаються цим питанням. В Україні ландшафтнорекреаційне планування територій населених пунктів регулюється ДБН Б. 2.2-12: 2018 [65], у якому вже з'явилися інноваційні засоби збільшення площі озеленення територій: вертикальні сади і парки (килимові та модульні), мобільні системи озеленення (пересувні форми), зелені екрани та стіни, сади безперервного цвітіння [2].

Концепція сталого розвитку стала логічним переходом до екологізації наукових знань і соціально-економічного розвитку, який бурхливо почався в 1970-і рр. Вона має на увазі забезпечення безпеки та створення сприятливих умов життєдіяльності людини, обмеження негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє середовище та забезпечення охорони й раціонального використання всіх видів природних ресурсів за будь-якого виду містобудівної діяльності. Це показує доцільність вертикального озеленення будівель.

Таким чином, можна сказати, що розвиток і застосування технологій «покрівельного озеленення» еволюціонував паралельно з розвитком міст і технологій. З появою нових матеріалів виникли зовсім нові, надійні технології «покрівельного озеленення».

## ЛІТЕРАТУРА

1. Зелений дах: види і особливості встановлення. Домінант. Будівництво дерев'яних будинків з бруса. URL: <https://dominant-wood.com.ua/ua/statti/543-zelenij-dah-vidi-i-osoblivosti-vstanovlennya> (дата звернення: 02.04.2023).

2. Ткаченко Т. М., Ткаченко О. А. Сучасний стан використання «зелених конструкцій» в урбоценозах. Збірник наукових праць ДонНАБА. 2019. Т. 1, № 1. С. 3—30. URL: <https://donnaba.edu.ua/journal/images/1-2019-15/3.pdf> (дата звернення: 04.04.2023).

3. Contributors to Wikimedia projects. Urban agriculture - Wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia. 2004. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Urban\\_agriculture](https://en.wikipedia.org/wiki/Urban_agriculture) (date of access: 02.04.2023).

4. Exploring the production capacity of rooftop gardens (RTGs) in urban agriculture: the potential impact on food and nutrition security, biodiversity and other ecosystem services in the city of Bologna / F. Orsini et al. Food security. 2014. Vol. 6, no. 6. P. 781—792. URL: <https://doi.org/10.1007/s12571-014-0389-6> (date of access: 06.04.2023).

5. Tkachenko T. M. Creation of energy efficient "green constructions" in conditions of moderately continental climate. Environmental safety and natural resources. 2018. Vol. 26, no. 2. P. 77—84. URL: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2018.2.77-84> (date of access: 05.04.2023).

6. Urban agriculture as a component of the concept of energy efficient community / N. Pasichnyk та ін. Agroecological journal. 2022. № 1. С. 58—67. URL: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255191> (дата звернення: 02.04.2023).

7. What is urban agriculture? Types and benefits of urban agriculture - conserve energy future. Conserve Energy Future. URL: <https://www.conserve-energy-future.com/types-and-benefits-urban-agriculture.php> (date of access: 02.04.2023).

# **THE ROLE OF URBAN GREEN ELEMENTS IN THE FORMATION OF SPORTS AND LEISURE COMPLEXES NETWORK**

*Baibak Diana*

*O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,  
diana.baybak@kname.edu.ua*

Leisure and sports complexes are one of the important components important part of urban infrastructure that affects the health and physical activity of the population. One of the most important components of the network of leisure and sports complexes is greenery, which influences the physical and functional comfort of visitors.

The aim of this study is to investigate the influence of green spaces on the formation of a network of sports and leisure complexes (SLC) in the context of creating physical and functional comfort for users of these facilities. To achieve this goal, the following tasks were addressed:

- analysis of scientific research on the impact of green elements on the microclimate of urban environments;
- development of recommendations for the formation of a network of sports and leisure complexes in the structure of the largest city, taking into account the influence of green elements.

According to scientific research, green spaces in urban areas have a positive impact on the microclimatic characteristics of the environment. In this way, they provide a decrease in air temperature and a rise in humidity, reducing the risk of heat stroke for people [1]. In addition, greenery influences the air quality in urban areas, reducing the concentration of heavy metals and other pollutants [2]. Greenery in SLC can also increase aesthetic appeal and stimulate people to engage in active leisure and sports [3]. Using different types of greenery can also provide diversity of vegetation cover and create convenient conditions for various types of activities, such as walking, running, yoga, and relaxation [4].

For most athletes, physical and functional comfort are key aspects that influence their success and performance. Creating specialized SLC in the city structure is one way to provide a comfortable environment for training and recreation for different categories of the population. One effective method of ensuring comfort in sports and recreational areas is the use of greenery.

According to a study conducted in England in 2012, a link between health outcomes and green space is due to increased levels of physical activity of individuals living in areas with more green space. This indicates that people living in the greenest areas are more likely to achieve recommended amounts of physical activity than those living in less green areas, even when accounting for individual and environmental factors. However, the study also points out that this phenomenon

was not explained by people using green spaces for leisure, but rather by other types of physical activity such as gardening and do-it-yourself, and occupational physical activity [5, p. 1041].

One of the methods for creating a network of sports and leisure facilities (SLCs) within the structure of the largest city involves the implementation of green corridors. These corridors serve as a key element of connection between different SLCs to create a network of facilities throughout the city. Their importance lies in facilitating visitors' communication and access to SLCs in different parts of the city, while providing a comfortable environment for their movement. Such corridors can be created by reconstructing existing pedestrian alleys in cities, which can be modernized in accordance with modern standards.

Creating green corridors with pedestrian pathways, jogging and bicycle lanes in the city is important for several reasons. Firstly, it helps to increase the safety of these modes of transportation by reducing the risk of collisions between pedestrians, runners, and cyclists. Secondly, it can encourage more people to walk, run, or cycle as they feel safer and more comfortable using dedicated paths. This, in turn, can help to reduce traffic congestion and air pollution in cities.

In addition, research shows that pedestrians and cyclists are more sensitive to the features of the urban built environment than drivers. Traveling by foot or bike is much slower than traveling by car, allowing the traveler to notice the difference in landscape. A visually rich pedestrian environment with irregular and complex elements maintains the sensory attention and interest of the pedestrian [6, p. 29]. By designing green corridors with attention to the urban landscape and including attention-grabbing elements, cities can enhance the overall experience of using these modes of transportation.

Thus, when designing green corridors, it is necessary to take into account various factors that affect their size and functionality. In particular, the routes for active mobility (walking, cycling, scooters, etc.), include the division of pedestrian pathways, jogging and bicycle lanes. They are designed to accommodate the speed of people and traffic flow, such as electric scooters and e-bikes, as well as the presence of other infrastructure objects (such as temporary rest areas, public toilets). These factors play a crucial role in optimal green corridor design in cities, emphasizing the need for careful planning and evaluation of many design parameters.

To ensure safe interaction between pedestrians and cyclists, it is recommended to create wide green corridors of about 10-15 meters. To reduce noise and air pollution in the areas of urban green space, green screens with a width of 3-4 meters and a carefully selected assortment of plants should be installed. Such screens should be placed along "green corridors" when they pass along transportation routes. An important factor in creating comfortable conditions in urban green spaces is shading and wind protection, which are provided by the growth of plants.

To ensure the comfort and satisfaction of users of a green corridor, their needs for rest and relaxation should be taken into account. Typically, such areas are located within 500 meters of each other and are equipped with necessary elements such as benches, tables, picnic areas, etc. In addition, parking areas for bicycles should be provided within the structure of the green corridor and in the park area. The implementation of such measures can contribute to the improvement of the quality of rest and the satisfaction of users of the park area, as well as promote the development of environmentally friendly transport and the reduction of harmful emissions into the environment.

When choosing plants for landscaping green corridors and sports grounds, it is important to take into account the climatic conditions of the region. In the moderately continental climate of Ukraine, as in any other region, the choice of plants should be well-founded. Based on the analysis of research and practical experience, it is recommended to use types of landscaping that are winter-hardy, drought-resistant, and have excellent decorative qualities. These types of plants not only add aesthetic value, but also provide shading, which helps to reduce temperature fluctuations during the summer. Such plant species include abies, magnolia, chamaecyparis, syringa, quercus, and others [7, pp. 20-22].

Lawns with a typical mixture of grasses, such as festuca, poa pratensis, and lolium perenne [8], are used for urban greening due to their high resistance to intensive use and drought. These lawns require regular maintenance, primarily through frequent mowing, to prevent weed growth, including that of dandelions. This type of landscaping serves both aesthetic and practical purposes, reducing the negative impact of pressure on the soil and providing a safe surface for leisure activities.

Artificial turf, such as fibrillated turf, is a better option for sports fields as it provides a safe and durable surface for sporting events. It is also an opportunity to save water and resources due to the absence of regular care and maintenance procedures. Additionally, artificial turf can be used in various locations, including rooftops and urban wastelands where natural turf cannot grow.

Flower beds with local flower species, well adapted to local climatic conditions, can be used for greening green corridors and recreation areas.

To achieve optimal effect in green areas, it is also recommended to balance the selection of plants according to their functions. For example, tall trees like maple or ash can be used to create shade and reduce noise from road traffic. Plants that purify the air from harmful substances can be used to improve the atmospheric air, such as white acacia and lime, which are particularly effective in absorbing nitrogen and sulfur oxides, chestnut-heavy metals, and sharp-toothed maple-organic compounds such as phenols. This allows selecting trees that correspond to the type of pollution that is typical for a particular green area in the city [8].

Green areas in SLCs can also benefit from plants with medicinal properties. For example, lavender and jasmine emit scents that promote more peaceful sleep, creating a sense of calm. Peppermint is known for its refreshing aroma that calms the nervous system, relieves headaches and migraines, and improves appetite and mood. Eucalyptus contributes to air humidification and emits phytoncides that relax bronchial muscles [9].

Therefore, the selection of plants for the green areas of the network of community centers should take into account the climatic conditions and the functions that the plants should perform. Properly selected plants not only provide an aesthetic appearance, but also improve the quality of the environment and the well-being of visitors to the community centers, reduce noise levels, improve the microclimate, and provide clean air.

Developing and implementing projects for green corridors and plantations on the territory of sports and leisure complexes is an important step in creating a comfortable environment for the visitors of these facilities. The landscape design should be developed in accordance with the principles of creating a comfortable environment for visitors of the sports and leisure complex. The variety of vegetation, convenience of pedestrian pathways, availability of rest areas and zones for active recreation help to provide athletes and visitors of the complex with a comfortable environment.

The example of the Parisian Bicycle Plan [10] and the associated growth of cycling can serve as a source of inspiration and a model for developing the SLC network in Ukrainian cities. Similar to how Paris invested in developing bicycle infrastructure to encourage its citizens to use a more sustainable and healthy mode of transportation, Ukrainian cities can invest in developing SLC networks to promote physical activity and a healthy lifestyle.

This study can be useful for designing and developing green corridors and landscape design in recreational complexes. Understanding the role of greenery and its impact on the physical and mental health of people can help develop more effective and beneficial facilities for creating a healthy environment in cities.

A promising direction for further research could be studying the impact of greenery on human health and the ecological state of urban areas. Further research on various plant species and their interactions with the urban environment will help to understand which plants are best adapted to urban conditions and which can be used to improve air quality and regulate climate in cities.

The obtained results can also be useful for the development of ecotourism and raising public awareness about the importance of preserving and caring for natural resources in urban areas. This can contribute to attracting more attention to environmental issues and stimulate the development of conscious consumption among the population.



Providing accessible and well-equipped SLCs, cities in Ukraine can stimulate their residents to engage in physical activity and improve their overall health and well-being. In addition, the development of such complexes can promote a sense of community and social cohesion, as people from different walks of life gather together to participate in sports and recreational activities.

To achieve results similar to the Parisian bicycle plan, it is necessary to allocate sufficient resources and make the development of SLCs a priority as a key aspect of urban planning. Thus, cities in Ukraine can create a brighter, healthier, and more sustainable urban environment for their residents.

## REFERENCES

1. Rahman, A. M., et al. Spatial and temporal changes of outdoor thermal stress: influence of urban land cover types. *Scientific Reports*, 2022, 12:671. doi:10.1038/s41598-021-04669-8.
2. Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., & Greenfield, E. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*, 2014, Volume 193, 119-129. doi: 10.1016/j.envpol.2014.05.028
3. Pretty, J., Rogerson, M., Barton, J. Green Mind Theory: How Brain-Body-Behaviour Links into Natural and Social Environments for Healthy Habits. *Int J Environ Res Public Health*, 2017, 14(7):706. doi: 10.3390/ijerph14070706.
4. Kuo, M., Barnes, M., & Jordan, C. Do Experiences With Nature Promote Learning? Converging Evidence of a Cause-and-Effect Relationship. *Front. Psychol*, 2019, 10:305. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00305
5. Mytton, O. T., Townsend, N., Rutter, H., & Foster, C. Green space and physical activity: An observational study using Health Survey for England data. *Health Place*, 2012, 18(5):1034-1041. doi: 10.1016/j.healthplace.2012.06.003
6. Toronto Public Health, City of Toronto Planning, City of Toronto Transportation Services and Gladki Planning Associates. *Active City: Designing for Health*. May 2014 City of Toronto.
7. Dvorna, A. Analiz perspektyvnykh introdutsentiv dlya stvorenniya nasadzen' zahal'noho pryznachennya mista Kherson / Kherson State agrarian and economic University. Kherson: 2021. 30 p.
8. Petrusenko, O. Ctiykist' derevnykh roslyn do umov urbanizovanoho seredovyscha / Hlukhiv Lyceum of enhanced military training. Retrieved from <https://e-kolosok.org/naukova-robota-stiykist-derevnykh-roslyn-do-umov-urbanizovanoho-seredovyscha/>
9. Korysni domashni roslyny dlya lyudyny. Retrieved from <https://melnikov.com.ua/?p=39784>
10. Qualité de l'air : Paris agit en réduisant les émissions à la source. Retrieved from <https://www.paris.fr/pages/qualite-de-l-air-paris-agit-en-reduisant-les->

## **ЗЕЛЕНІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВНУТРІШНЄ ОЗЕЛЕНЕННЯ У БУДІВНИЦТВІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ**

*Березовчук Олена Олегівна<sup>1</sup>, Мельничук Світлана Сергіївна<sup>2</sup>*  
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,*  
*[alengkaberezovchuk@gmail.com](mailto:alengkaberezovchuk@gmail.com), [s.s.melnychuk87@gmail.com](mailto:s.s.melnychuk87@gmail.com),*

Зелені конструкції та внутрішнє озеленення є важливою складовою зелених будівель та мають великий потенціал для поліпшення якості повітря та комфорту у приміщеннях, вони стали невід'ємною частиною будівництва та експлуатації об'єктів у сучасному світі.

Зелені конструкції в цілому сприяють поліпшенню стану навколишнього середовища: створюють додаткові локальні біогеоценози (наприклад, зелені покрівлі), сприяють збереженню і штучному поповненню біорізноманіття.

По перше, зелені конструкції є компактними, можуть розміщуватися на будівлях, тому сприяють збереженню земельних ресурсів. По-друге, вони створюють додаткову ізоляцію і тим самим зменшують викид вуглекислого газу будівлями. По-третє, сучасні розробки компаній з виробництва матеріалів для конструкцій намагаються використовувати не пластик, а біополімери, одержані в результаті переробки рослинної сировини. Використання екологічних природних матеріалів сприяє повній утилізації будівель після закінчення терміну їхньої експлуатації, тим самим зменшується кількість будівельних відходів.

Використання конструкцій сприяє збереженню здоров'я людей. «Екологічними слідами» зелених конструкцій можна вважати продукування кисню та очищення повітря від пилу і шкідливих речовин. Завдяки великій площі озеленення покрівельна рослинність поглинає з повітря 10-20% пилу. Вона також затримує і засвоює нітрати та інші шкідливі речовини, які містяться в повітрі та опадах. Також зелені конструкції створюють додаткові рекреаційні зони, вони не тільки продукують кисень та очищують повітря, але й підвищують якість повітря завдяки фітонцидному ефекту від рослин. Важливим чинником є зменшення рівня шуму. Завдяки рослинному покриттю зелених покрівель посилюється звукоізоляція на 8 дБ. Це особливо важливо для тих будівель і споруд, які знаходяться поблизу аеропортів або інших потужних джерел шуму.

Зелені стандарти покликані прискорити перехід від традиційного проектування та будівництва будівель і споруд, до сталого, яке відповідає наступним принципам:

- безпека і сприятливі здорові умови життєдіяльності людини;
- обмеження негативного впливу на навколишнє середовище;
- урахування інтересів майбутніх поколінь.

### **Основні типи «Зелених конструкцій»**

**1. «Вертикальне озеленення»** - це прийом, який застосовується для оформлення фасадів, будівель, глухих торцевих стін будівель і споруд, опорних стінок і фундаментів, а також для створення «зелених екранів» з метою захисту від вітру та ізоляції окремих ділянок.

**2. Фітостіни.** Даний тип озеленення більш поширений в країнах з теплим кліматом, де для рослин не характерний період спокою взимку.

За принципом будови вони поділяються на повстяні (гідропонні системи); модульні (з використанням субстрату); зі змішаною технологією (повстяні кишені наповнюють субстратом); з контейнерною технологією (висадка в горщики). За життєвим циклом розрізняють сезонні (літні) та всесезонні (багаторічні). За способом застосування – внутрішні та зовнішні.

Рослини для фітостін підбираються індивідуально, залежно від конкретних умов та художнього рішення, в будь-якому випадку зазвичай намагаються застосовувати низькорослі або карликові види, висотою до 30-35 см.

**3. Зелені схили.** Ефективність захисту ґрунту від ударів дощових крапель визначається проективним покриттям рослинності. Крім того, рослинність, розсіює кінетичну енергію крапель і на порядок знижує транспортну здатність пласових потоків.

Таким чином, у міському озелененні схили виконують наступні функції: зміцнювальну; захисну; декоративну; екологічну, тому мають великі перспективи в поліпшенні екологічної безпеки сучасних міських і заміських територій.

**4. «Покрівельне озеленення».** Одним з напрямків робіт з наближення житла людини до живої природи є облаштування зелених дахів. Зелений дах – місце на конструкції будівлі, яке частково або повністю покрито рослинністю і родючим шаром ґрунту з можливістю ландшафтного планування. У наші дні цей спосіб будівництва даху все більше перетворюється у високу технологію експлуатованих покрівель, набуваючи популярності у всьому світі. До покрівельного озеленення, згідно розробленої класифікації, можна віднести озеленення терас.

**Перспективні напрямки створення «зелених покрівель».** Температура над звичайними покрівлями значно вища, ніж над зеленими. Вважається, що в літній період «зелена покрівля» працює як пасивний охолоджувач.

Однією з найважливіших екологічних переваг «зелених покрівель» є зменшення кількості стічних вод. Швидкий стік значної кількості зливової

води з незамощених мостових і дахі має негативні наслідки. Здатність «зелених покрівель» зменшує стік частково за рахунок його уповільнення. «Зелена покрівля» забезпечує регулювання стоку за рахунок тих же заходів, що і звичайний водорегулювальний басейн. «Зелені покрівлі» є єдиним практичним способом контролю стоку в урбанізованих районах, що не вимагають додаткового будівництва. Також вони поглинають опади і, якщо води мало, вони повертають її в природний кругообіг шляхом випаровування, минаючи міську зливову каналізацію.

**Внутрішнє озеленення** – це процес створення зеленого середовища всередині приміщень за допомогою різних рослин. Це може бути як невелике кількість горщиків з рослинами на підвіконні чи на столі, так і цілі зелені стіни, фіто-штори та інші оригінальні озеленювальні елементи. Внутрішнє озеленення стає все більш популярним у сучасних офісах, громадських приміщеннях та житлових комплексах.

Одним з головних переваг внутрішнього озеленення є покращення якості повітря в приміщеннях. Рослини, що використовуються для озеленення, здатні забирати з повітря шкідливі речовини, такі як формальдегід, бензол, толуол та інші. Крім того, вони здатні виробляти кисень та знижувати вміст вуглекислого газу, що допомагає знизити ризик захворювання на застудні та інші інфекційні захворювання.

Озеленення також може допомогти зменшити стрес та підвищити настрій працівників. Дослідження показують, що наявність рослин у приміщенні може підвищити продуктивність працівників, знизити відсоток відсутності на роботі та знизити рівень стресу та втоми.

Окрім цього, внутрішнє озеленення може сприяти зменшенню шуму та покращенню звукової ізоляції в приміщенні, що особливо важливо для офісів та житлових комплексів, розташованих у шумних районах.

Отже, внутрішнє озеленення є важливим елементом створення комфортного та здорового середовища для проживання та праці. Воно може забезпечити якість повітря, позитивний вплив на здоров'я та емоційний стан людини, а також знизити витрати на енергопостачання.

У теперішній час науково-технічні розробки «зелених конструкцій» проводяться в напрямках підвищення енергоефективності будівлі (покращення теплозахисних властивостей будівель, пасивне охолодження), зменшення кількості дощових стоків шляхом поглинання води «зеленими покрівлями»; покращення навколишнього середовища (зменшення теплового та хімічного забруднення атмосфери шляхом усунення «теплових островів», біологічне перетворення парникових газів на безпечні сполуки), покращення естетичних властивостей будівель та психо-емоційного стану людини; прикладне

використання (для рекреаційних цілей, ведення бізнесу, вирощування лікарських та сільськогосподарських рослин) тощо.

Дослідження теплофізичних властивостей недостатні для прийняття найбільш енергоефективних рішень при будівництві та реконструкції будівель, а саме, не досліджено значущість нерівномірності розподілу локального коефіцієнта теплопередачі поверхнею «зеленої конструкції», не досліджено вплив вітру на тепломасообмінні процеси, сучасні визначення «охолоджувального ефекту» недостатньо точні для однозначного його тлумачення та вимірювання.

На сьогодні відсутні вітчизняні нормативні документи щодо масового впровадження та будівництва «зелених конструкцій». Серед іншого, недостатньо розробок економічних технологій «зелених конструкцій» з вітчизняних будівельних матеріалів, відсутні математична модель розвитку фітоценозу в різних кліматичних зонах України (що не дозволяє підбирати оптимальний асортимент рослин) та рекомендації щодо використання «зелених конструкцій» для організації шляхів міграції боти вглиб недостатньо озелених зон урбоценозів. Тому, цю галузь з точки наукових досліджень потрібно інтенсивно розвивати.

Використання «зелених конструкцій» та внутрішнього озеленення у будівництві має багато переваг, які стосуються не тільки збереження навколишнього середовища, але й покращення якості життя людей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ткаченко Т.М. Проблеми класифікації та використання «зелених конструкцій» у екологізації сучасних міст. Архітектура. Будівництво. Дизайн// III Міжнародний наукова-практичний конгрес: «Міське середовище – XXI століття», тези доповідей. – Київ: НАУ, 2018. – С. 50-52.

2. Данилишин Б.М. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України/ Б.М. Данилишин, С.І. Дорогунцов, В.Я. Коваль – Київ: РВПС України, 1999. – 716 с.

3. Потапова Т.Е. Розвиток модернізації та перетворення міського середовища/ Т.Е. Потапова, А.С. Татаровська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Том 18.-№1. – 2015 – С. 106-110.

4. Токарев Г.С. Інтеграція природного і штучного середовища в еко-архітектурі. Київ.2020. С.1-27.

## **ЕКОЛОГІСТИКА В ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ «ЗЕЛЕНИМ БУДІВНИЦТВОМ»**

**Божанова Вікторія Юріївна<sup>1</sup>, Кононова Олександра Євгеніївна<sup>2</sup>,  
Омелич Олександра Юріївна<sup>3</sup>**

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,*

*[1vyu7575@gmail.com](mailto:vyu7575@gmail.com), [2oleksandra.kononova@pdaba.edu.ua](mailto:oleksandra.kononova@pdaba.edu.ua),*

*[3omelichkassandra@gmail.com](mailto:omelichkassandra@gmail.com)*

Процеси глобалізації та інтеграції соціально-економічних систем України у міжнародний простір зумовлюють необхідність виділення питання зменшення негативного впливу на оточуюче середовище. Великі темпи урбанізації призвели до погіршення стану середовища життєдіяльності людини та соціально-економічного розвитку територій нашої держави.

«Зелене будівництво» покликане мінімізувати негативний вплив на довкілля та підвищити конкурентоспроможність України на міжнародній арені. В свою ж чергу таке явище, як екологістика, розглядається як основний аспект підвищення ефективності галузі та зведення до мінімуму антропогенного навантаження на оточуюче середовище, адже саме логістика за своїми функціональними областями нерозривно пов'язана з кожним із етапів процесу «зеленого будівництва», починаючи з обрання сировини та закінчуючи переробкою відходів.

Синергія логістичної концепції та засад екологічного розвитку обумовлює розгляд екологістики як одного з найголовніших чинників сталого розвитку. Таке розуміння логістичного підходу в будівельній діяльності дає змогу мінімізувати наступні фактори, що призводять до загострення деградації біосфери:

- забруднення атмосфери;
- забруднення ґрунтів будівельними та паливними відходами;
- забруднення водних об'єктів;
- акустичне забруднення;
- скорочення біологічного різноманіття живих істот [1].

Дослідженням питання займалися такі українські вчені: Аверіхіна Т. [1], Білик О. [2], Бондар Т. [3]. Серед зарубіжних дослідників необхідно виділити Пола Мерфі [4].

Проте, аналіз досліджень показав, що дефініція екологічної логістики розкрито недостатньо повно, та однозначного визначення поняття «екологістика» наразі не досягнуто.

Екологістика – практика і стратегія діяльності в ланцюгах поставок, що знижують негативні екологічні та енергетичні наслідки розподілу товарів і сфокусовані на переробці вантажів, управлінні потоками відходів, упакування

і транспортування [2]. Екологістика включає всі види діяльності, пов'язані з екологічно ефективним управлінням прямими і зворотними потоками продуктів та інформації між пунктами виробництва і споживання [3].

Таким чином, можна навести підсумовуюче визначення: екологістика – це будь-яка логістична діяльність, що ґрунтується на засадах сталого розвитку з урахуванням екологічних факторів.

Відповідність екологічним умовам, перш за все, має виявлятися у логістиці постачання, адже характеристики готового об'єкту першочергово залежать від закупівельної діяльності на початку процесу виробництва. Зниження екологічного навантаження на середовище життєдіяльності людини на цій фазі може проявлятися у наступних аспектах:

- скорочення виробничих відходів шляхом обрання відповідної вхідної сировини;
- концепція «нуль дефектів» зменшує відсоток «браку»;
- оптимізація транспортних шляхів зменшує викиди, що шкодять атмосфері;
- згрупування вантажу у великі партії дає можливість мінімізувати кількість перевезень та використовувати більш екологічні види транспорту з більшою вантажопідйомністю;
- використання концепції «just in time» дозволяє скоротити потреби у складських приміщеннях та мінімізувати антропогенний вплив на ґрунти.

В залежності від виду впливу, який має нівелювати логістична діяльність, доцільно виділити наступні логістичні підсистеми:

- логістика відходів;
- реверсивна логістика або логістика ресурсозбереження;
- логістичне управління виробництвом з урахуванням екологічних чинників.

Реверсивна логістика є однією з основних складових логістичної системи, що забезпечує ефективність мінімізації негативного впливу будівництва та майбутньої експлуатації споруд. Головною перевагою реверсивної логістики в економічному розрізі є зниження витрат на сировину та нові виробничі матеріали шляхом зменшення відходів. Зниження впливу виробництва та споживання на довкілля при застосуванні такої концепції беззаперечно, вона забезпечує ефективне використання ресурсів, що зменшує кількість відходів, що потрапляють на звалища та забруднюють довкілля.

Засадами для формування основних принципів екологістики в «зеленому будівництві» є оцінка впливу будівництва на середовище життєдіяльності людини, зокрема на ґрунти, повітря, воду та природні екосистеми. Така оцінка може включати аналіз технологій будівництва та використання матеріалів, планування процесів будівництва, аналіз енергетичної ефективності будівлі.



Головними засадами для створення ефективної системи екологістики у процесі «зеленого будівництва» мають бути:

- пошук та використання екологічно чистих матеріалів;
- перехід на використання відновлюваних джерел енергії;
- зменшення споживання енергетичних та водних ресурсів шляхом використання енергоефективних технологій та обладнання, таких як сонячні батареї, вітряні турбіни та джерела геотермальної енергії;
- зменшення кількості відходів та емісії шкідливих речовин під час будівництва та експлуатації будівлі;
- використання транспортних засобів з найменшим показником забруднюваності довкілля та побудова ефективної інфраструктури.
- створення ефективної інформаційної системи;
- розробка плану управління відходами та енергією, що дозволяє забезпечити ефективне використання ресурсів та зменшує відходи від будівництва та експлуатації будівлі;
- розробка теоретико-методологічних та практичних рекомендацій щодо можливостей вторинної переробки бракованої будівельної продукції;
- розробка та впровадження систем моніторингу, які дозволять контролювати вплив будівлі на довкілля;
- поширення досвіду та знань з питань «зеленого будівництва» серед інших будівельних проектів та спільнот, що дозволить забезпечити ширше застосування екологічної ефективності в будівництві.

Зазначені засади зможуть забезпечити сталий розвиток українського екологічного будівництва. Впровадження системи управління всіма видами потоків в процесі будівництва з ухилом на зменшення негативного впливу на довкілля наразі є доволі актуальною проблемою. В Україні особливо актуальним наразі є питання логістики відходів та переробки відходів скла й тари. До основних принципів екологічно орієнтованого управління будівництвом можна віднести:

- мінімізація відходів;
- енергоефективність;
- раціональність використання ресурсів;
- рециклінг, повторне використання матеріалів та відходів;
- використання екологічно чистих технологій;
- відповідальність (відповідальне ставлення до впливу будівництва на довкілля та людей);
- покращення (постійне покращення процесів виробництва та логістики з метою зменшення впливу на довкілля та забезпечення максимальної ефективності використання ресурсів).

Отже, створення логістичної системи управління виробництвом на засадах екологічності можна розглядати як певний вираз управління будівельною системою з орієнтуванням на екологічні параметри кожного процесу системи.

На думку Пола Мерфі [4] інструменти логістичного управління є дієвим інструментом вирішення більшості екологічних та соціальних проблем будь-якої організаційної структури. Серед таких проблем можна виділити:

- недостатній рівень екологічної культури у працівників;
- відсутність екологічного контролю за пакуванням та транспортуванням товару;
- великий рівень забруднення довкілля;
- низький рівень комфортності та безпеки праці;
- відсутність культури ресурсозбереження та контролю за використанням енергетичних ресурсів.

Підводячи підсумки, зазначимо про сприйняття екологістики, як нової філософії в управлінні логістичними системами, що несе в собі синергію та інтеграцію екологічних, економічних та соціальних факторів людської діяльності. Зазвичай, головним аспектом екологістики називають управління відходами, проте дуже важливими також є створення ефективних інформаційних потоків, контроль використання ресурсів, вибір екологічного матеріалу та створення ефективної інфраструктури.

Отже, впровадження екологістичного управління в систему будівництва забезпечить ефективне відбудування країни на засадах сталого розвитку, що наблизить Україну до відповідності європейським стандартам.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аверіхіна Т.В. Принципові положення формування системи забезпечення екологічної конкурентоспроможності товарів та товаровиробників/ Т.В. Аверіхіна// Економіка: реалії часу. 2015. 196 с.
2. Білик О.С. Еколого-економічні засади підвищення конкурентоспроможності регіонів: автореф. дис.канд.екон.наук: спец. 08.00.05 «Розвиток продуктивних сил і регіональна економіка»/ Луцьк, 2014. 15 с.
3. Бондар Т.В. Організаційно-економічний механізм забезпечення конкурентоспроможності підприємства з урахуванням екологічного фактора : автореф.дис. канд. екон. наук: спец. 08.00.06 «Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища»/ Суми, 2014. 14 с.
4. Murphy Paul R. Green logistics: Comparative views of environmental progressives, moderates, and conservatives [Електронний ресурс]/ Paul R. Murphy, Richard F. Poist, Ch. Braunschweig// Council of Logistics Management. 1996.

## ЕФЕКТИВНЕ ПІСЛЯВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ В КОНЦЕПЦІЇ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА

*Брунеллі Роберто, Лазарєв Роман Вадимович, Ковтун-Горбачова  
Тетяна Анатоліївна*

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,  
[postmaster@pdaba.edu.ua](mailto:postmaster@pdaba.edu.ua)*

Після війни будівництво та відновлення інфраструктури країни є однією з найбільш важливих задач. У зв'язку з цим, все більше уваги приділяється концепції зеленого будівництва, яка дозволяє забезпечити сталий розвиток економіки та підвищити рівень життя населення.

Основним принципом зеленого будівництва є зменшення впливу будівництва на навколишнє середовище. Це досягається за рахунок використання екологічно чистих матеріалів, зменшення витрат енергії та води під час будівництва та експлуатації будівель, а також за рахунок забезпечення комфорту та здоров'я проживання.

У контексті післявоєнного відновлення, концепція зеленого будівництва може бути ефективним інструментом для забезпечення сталого розвитку та підвищення якості життя населення. Для цього необхідно:

1. Використовувати екологічно чисті матеріали та технології. Це дозволить зменшити вплив будівництва на довкілля та забезпечити безпечні умови для життя та праці. [1]

2. Забезпечити енергоефективність та енергозбереження, за рахунок використання енергоефективних технологій та систем, що приведе до значне зниження витрат на опалення та електроенергію, та дозволить знизити витрати для населення, та зменшити негативний вплив на довкілля. [2]

3. Розвивати інфраструктуру для велосипедистів та пішоходів. Це дозволить зменшити використання автомобілів та вуглецевий слід транспорту, що позитивно вплине на якість повітря та здоров'я населення. [3]

4. Розвивати зелені зони та забезпечувати доступ до них. Використання зелених зон допоможе зменшити вплив забудови на екосистему та підвищити якість повітря. [4]

5. Пропагувати здоровий спосіб життя, розвивати інфраструктуру для активного відпочинку та будувати спортивні майданчики та зони відпочинку, що забезпечить населенню можливість вести здоровий та активний спосіб життя. [5]

Отже, концепція зеленого будівництва може бути ефективним інструментом для післявоєнного відновлення та розвитку країни. Забезпечення сталого розвитку та підвищення якості життя населення можна досягти шляхом використання екологічно чистих матеріалів, забезпечення енергоефективності та енергозаощадження, розвитку інфраструктури для пішоходів та велосипедистів, створення зелених зон та пропагування здорового способу життя.

Таким чином, для успішної реалізації концепції зеленого будівництва необхідно вирішити декілька проблем:

По-перше, деякі люди можуть вважати, що зелене будівництво є дорожчим порівняно з традиційним будівництвом. Однак з часом зелене будівництво може бути економічно вигіднішим, оскільки допомагає зменшити витрати на опалення, кондиціонування повітря та водопостачання.

По-друге, відсутність експертизи та кваліфікованої робочої сили може бути перешкодою для виконання проектів зеленого будівництва. Для розв'язання цієї проблеми необхідно розвивати систему навчання та підготовки кадрів для зеленого будівництва.

По-третє, необхідно стимулювати інвестиції в зелене будівництво. Для цього можуть бути використані різні фінансові механізми, та податкові пільги, пільгові кредити та субсидії.

Таким чином зелене будівництво може бути ефективним інструментом для післявоєнного відновлення та розвитку країни, оскільки воно допомагає забезпечити сталий розвиток та підвищити якість життя населення. Але, для успішної реалізації концепції зеленого будівництва необхідно розв'язувати деякі проблеми, особливо необхідно звернути увагу на високі витрати початкових інвестицій, відсутність кваліфікованої робочої сили та необхідність стимулювання інвестицій. [6]

Крім того, важливо зазначити, що зелене будівництво не обмежується тільки будівництвом нових будівель. Ця концепція також може бути застосована до реконструкції та модернізації існуючих будівель, що дозволяє знизити витрати та покращити енергоефективність.

До основних принципів зеленого будівництва належать енергоефективність, використання відновлювальних джерел енергії, економія води та матеріалів, забезпечення здорового і комфортного клімату в приміщеннях, а також створення безпечних і здорових умов для роботи.

Застосування цих принципів дозволяє зменшити витрати на опалення та кондиціонування повітря, знизити споживання енергії та води, забезпечити здорове та комфортне проживання для людей, а також покращити якість навколишнього середовища.

У світі вже існує багато прикладів успішної реалізації проектів зеленого будівництва, які довели свою ефективність. Наприклад, у США понад 70% нових будівель вже зводяться за стандарт зеленого будівництва, а в Європі більше 50% нових будівель вже відповідають цим стандартам.

Також важливо зазначити, що зелене будівництво може сприяти розвитку місцевої економіки, створюючи нові робочі місця та сприяючи розвитку малого та середнього бізнесу. Крім того, воно може стати інструментом для забезпечення соціальної відповідальності бізнесу та влади перед населенням за покращення якісного навколишнього середовища та здоров'я людей.

Крім того, зелене будівництво може сприяти розвитку малих та середніх підприємств, створенню нових робочих місць та забезпеченню соціальної відповідальності бізнесу та влади перед населенням. Зелене будівництво є важливою складовою сталого розвитку, яка допомагає збалансувати економічний розвиток з охороною навколишнього середовища та забезпеченням соціальної відповідальності.

Уряд та бізнес-спільнота повинні сприяти впровадженню принципів зеленого будівництва у всіх галузях будівництва та при реконструкції існуючих будівель, та повинні створювати сприятливі умови для інвестування в зелене будівництво, забезпечувати доступ до фінансування та розробляти механізми підтримки розвитку зелених технологій та рішень.

У цілому, впровадження принципів зеленого будівництва є ключовим чинником для створення сталого, ефективного та екологічного відновлення після війни, яке дозволить забезпечити належний рівень життя для населення та зберегти природні ресурси для майбутніх поколінь. Окрім того, зелене будівництво може бути інструментом для підвищення конкурентоспроможності країни на міжнародному ринку та повернення іноземних інвесторів. Але, важливо ще раз звернути увагу, що впровадження зеленого будівництва вимагає інвестицій та високої кваліфікації робочої сили. Тому необхідно звернути увагу уряду на створення сприятливих умов для підготовки та навчання фахівців в галузі зеленого будівництва.

створити сприятливі умови для розвитку галузі, забезпечити доступ до фінансування та створити систему підтримки для малих та середніх підприємств. [7]

У кінцевому підсумку, зелене будівництво є важливою складовою стратегії відновлення та розвитку країни після війни. Його впровадження може допомогти забезпечити ефективний та сталий розвиток країни, зберегти природні ресурси та покращити якість життя населення.

**Висновок.** Зелені технології можуть допомогти зменшити екологічний вплив будівництва на навколишнє середовище, підвищити якість життя населення та забезпечити збереження природних ресурсів для майбутніх

поколінь. Проте, для ефективного впровадження зеленого будівництва необхідно створити сприятливі умови для розвитку галузі та забезпечити доступ до фінансування та кваліфікованої робочої сили. Уряд повинен забезпечити систему підтримки для малих та середніх підприємств, щоб забезпечити ефективний та сталий розвиток країни. Враховуючи потребу в ефективному відновленні та розвитку після війни, зелене будівництво стає перспективною галуззю для України. [8] Впровадження зелених технологій в будівництві може стати потужним кроком до сталого розвитку країни, забезпечення якісного життя населення та підвищення конкурентоспроможності на міжнародному ринку. Однак, це вимагає системної підтримки з боку уряду та інших зацікавлених сторін, яка б забезпечувала фінансування, підвищення кваліфікації робочої сили та створення сприятливих умов для розвитку галузі. Тільки тоді зелене будівництво стане дійсно ефективним інструментом для відновлення та розвитку України.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. «Екологія Тема роботи: Екологічна оцінка опоряджувальних матеріалів, Виконав: студент Могильний І.В.» 2020. 57 с.
2. Навчальний посібник «Потенціал енергоефективності України: перспективи співпраці з ЄС» для студентів спеціальності 076«Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 101 «Екологія», 192 «Будівництво та цивільна інженерія» другого рівня вищої освіти, 2021. 109 с.
3. Концепція розвитку велосипедної інфраструктури в м. Києві 2017. 332с.
4. Посібник 8 ідей для зелених міст України, 2020. 56 с.
5. Збірник тез доповідей за підсумками I Всеукраїнської науково-практичної конференції: «Здоровий спосіб життя – здорова нація – здорове суспільство», 2010. 190 с.
6. Сучасні тенденції розвитку зеленої економіки в умовах глобалізації та мінімалістичного руху: Монографія Харків ХНЕУ ім. С. Кузнеця 2022. 3 с, 89с.
7. «Зелений» бізнес для малих і середніх підприємств: Посібник, 2017. 54с.
8. «Зелені» інвестиції у сталому розвитку: світовий досвід та український контекст, 2019. 316 с.

## УДОСКОНАЛЕННЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ «GREEN CONSTRUCTION»

*Плотнікова Марія Федорівна, Будішевський Дмитро Ігорович*

*Поліський національний університет, mplotnikova@gmail.com*

Впровадження «зеленого» зростання може забезпечити країнам, що розвиваються сильно, стабільне і невичерпне майбутнє. У ХХ ст. населення світу збільшилося у чотири рази, обсяг економічного виробництва – на 22, а споживання викопного палива – на 14. Стійкість широкого спектру соціально-економічних та екологічних систем наразі піддається випробуванню швидко зростаючого населення планети і зростання рівня економічної активності. Ключовим завданням розвитку «green construction» на сучасному етапі буде задоволення потреб 9 мільярдів людей в енергії, продовольстві та воді до 2050 року, забезпечення того, щоб у них були чиста і здорова середовище проживання, стале економічне зростання, досягнення соціальної стабільності, охорони навколишнього середовища та збереження ресурсів для майбутніх поколінь. Узгодження розвитку з охороною навколишнього середовища і стійким управління природними ресурсами має вирішальне значення для запобігання виснаження природного капіталу, зміни клімату та соціальної незахищеності. Це особливо вірно для країни, що розвиваються через їх гострої схильності екологічним ризикам, таким як забруднення повітря, води та ґрунту і зміна клімату, а також через їх залежність від природних ресурсів для економічного зростання.

Будівельні компанії з різних регіонів світу наразі активно працюють у такому сегменті ринку як екологічне будівництво. Зелені технології включено у концепції практично всіх будівельних компаній, щоб знизити негативний антропогенний вплив на навколишнє середовище. Україна також переклає свою увагу на забезпечення сталого розвитку як національного пріоритету та завершуються вчасно, можуть бути показником ефективної будівельної галузі. Позитивні показники термінів будівництва можуть гарантувати, що проєкт може бути завершений в обумовлені терміни або раніше, і надати власнику проєкту більш високу можливість отримання доходу на більш ранній стадії. У той час як багато дослідників проводили аналіз виконання графіка традиційних будівельних проєктів, наразі проведено мало досліджень, присвячених виконанню графіка проєктів будівництва «green construction». Тому метою дослідження стало порівняння графіка проєктів будівництва зелених і традиційних будівель [4].

Відомо, що зобов'язання власника; система реалізації проєкту, закупівлі проєктної групи, умови контракту, інтеграція дизайну, характеристики проєктної групи та процес будівництва впливають на графік, вартість, якість



та стабільне функціонування «green construction». Цей результат узгоджується з висновками Enache-Pommer [1], які визначили основними атрибутами «green construction» прихильність власника, досвід сталого надання послуг та ранні терміни досягнення цілей сталого розвитку. Крім того, автори [3] узагальнюють фактори успіху для управління проектами «green construction» у такі компоненти: фактори, орієнтовані на людські ресурси, технічні та інноваційні фактори, підтримка дизайнерів та вищого керівництва, компетентність керівника проекту та координація дизайнерів та підрядників. За словами дослідників [2], опублікованих Global Green Building Trends у 2008 р., серед понад 700 фахівців-будівельників 80% назвали «більш високі початкові витрати» перешкодою для «green construction» внаслідок залежності від специфічних особливостей забудови. Серед різних факторів успіху відмічають інтенсивне планування будівництва та планування є однією з відмінних характеристик будівництва, врахування екологічності та відображені її у планах виконання та графіках будівництва. Як зазначає GreenBiz Group, процес проектування та будівництва зелених будівель зазвичай займає більше часу, ніж традиційне будівництво [3]. Це може бути пов'язано з тим, що членам проектної команди потрібно більше часу для ознайомлення з унікальними практиками зеленого будівництва та їх впровадження. Проектування може бути складнішим та тривалішим, ніж звичайна будівля, через оцінку альтернативних матеріалів та системи. Проектна документація повинна бути більш всеосяжною, і потрібно більше часу для того, щоб архітектурні та інженерні проекти включали елементи зеленого будівництва. Екологічні вимоги також впливають на графік закупівель, будівництва та введення в експлуатацію. Підрядники повинні гарантувати, що матеріали, обладнання, пристосування та системи, характерні для «green construction», повинні бути доставлені відповідно до плану, щоб не вплинути на будівельні роботи та графік [5]. В той же час введення в експлуатацію і закриття проектів «green construction» більш складні, ніж звичайних. Так, зафіксовано, що проекти «green construction» потребують на 8% більше часу для завершення порівняно з подібними типами традиційних проектів. Крім того, результати опитування показали, що розробка дизайну проектів «green construction» зайняла на 17,15% більше часу, ніж у традиційних проектів. Планування та техніко-економічне обґрунтування також потребували додаткового часу в розмірі 15,7%. Аналогічним чином, ранжування етапів проекту респондентами опитування показало, що стадія розробки проекту (середній ранг 2,23), ескізний проект (середній ранг 3,10), а також стадія планування і техніко-економічного обґрунтування (середній ранг 3,43) мали найбільший вплив на виконання графіка «green construction». Крім того, частота проектів зеленого будівництва, в яких спостерігалось

перевищення графіка, становить в середньому 43%, а фактичний графік будівництва буде відрізнятись приблизно на 4,8% від запланованого графіка, що пояснюється головним чином етапом розробки проєкту.

Для планування та техніко-економічного обґрунтування проєктів «green construction» необхідно краще розуміти використовувані зелені технології, які можуть бути відносно новими для членів проєктної команди. Значна кількість технологій імпортується з-за кордону, що потребує забезпечення їх сумісності та ефективності в місцевих умовах, що забезпечується випробуваннями. Учасники проєкту повинні мати відповідні знання та досвід у галузі зелених технологій. Щоб правильно відібрати членів команди і організувати оптимальну проєктну групу, слід розробити і впровадити суворі процедури відбору з набором кваліфікаційних критеріїв. Виходячи з цього, плануванням проєкту, техніко-економічними обґрунтуваннями, розробкою дизайну та схематичним проєктуванням необхідно належним чином керувати, щоб забезпечити виконання графіка проєктів. Рекомендації щодо поліпшення графіка «green construction» пов'язана з більш чітким плануванням, щоб уникнути ймовірності перевитрати коштів і суперечок; структуруванням проєкту перед присудженням тендеру; своєчасним внесенням виправлень; чітким формулюванням вимог, враховуючи складність проєкту; індивідуальна діяльність і мотивація працівників до підвищення продуктивності; чітка підготовка проєктної документації, яка призводить до затримки на етапі будівництва та забезпечення здатності підрядників фінансувати роботу; забезпечення відповідної якості та витрат; здійснення фінансових планів оплати за виконання робіт; забезпечення балансу необхідної якості та передбачуваної вартості. Респонденти також оцінили можливі напрями поліпшення виконання графіка «green construction» за шкалою Лікєрта від 1 до 5 (1 є найбільш релевантним, а 5 – найменш релевантним). Також здійснено ранжування чинників.

Для того, щоб графік проєкту та ресурси постійно контролювались та переглядались, власники можуть використовувати певні інструменти та методи для контролю графіка. Система контролю розкладу може бути налаштована для визначення процедур, коли відбуваються зміни в графіку проєкту, і повинні бути проведені вимірювання продуктивності для оцінки ступеня змін, що відбулися. Проєктна документація має бути підготовлена вчасно та містити детальні будівельні креслення й специфікації, зокрема з метою отримання дозволу на будівництво, проведення конкурсних торгів на виконання робіт серед кваліфікованих підрядників та в якості основи для будівництва проєкту.

Дослідженням встановлено, що фактори, пов'язані з підрядником, такі як труднощі з фінансуванням проєктів, недоліки в плануванні та оновленні

графіка, а також впроваджені нові методи будівництва, матимуть відносно великий вплив на виконання графіка проекту. Як наслідок, перш ніж укласти необхідні контракти, слід провести більш всебічний аналіз можливостей підрядників. Необхідно розробити і впровадити набір критеріїв оцінки, які можна розглядати для відбору підрядників, виходячи з конкретних вимог проектів «green construction». Коли помилки та невідповідності виявляються, особливо на етапі будівництва, можуть виникнути відхилення, що призводять до переробки, що призводить до надмірної роботи з додатковими витратами на виправлення.

Слід проаналізувати альтернативний метод закупівель, щоб переконатися, що він відповідає вимогам проекту та його складності: кожен метод закупівель має різний хід розробки проекту і передбачає різні взаємини між усіма членами проектної команди. Таким чином, клієнти повинні ретельно проаналізувати характеристики проекту, щоб вибрати відповідний метод закупівель, оскільки неправильне тлумачення характеристик проекту, ймовірно, призведе до зниження ефективності проекту та, як наслідок, зростання витрат. Через більшу складність технічних систем, що використовуються в проектах «green construction», проекти вимагають високого рівня взаємозалежності, комунікацій та тісного партнерства з усіма учасниками проекту на етапах проектування. Крім того, дослідження також показали, що раннє залучення власників дозволить проектам будівництва зелених будівель досягти своїх екологічних цілей з меншими витратами. Відповідно, життєво важливо проаналізувати альтернативні методи закупівель для досягнення кращої ефективності проекту «green construction».

Таким чином, стверджуємо, що відповідно до законодавства усі нові будівлі мають відповідати мінімальному стандарту зеленого маркування. Оскільки проекти будівництва нових будівель зобов'язані відповідати стандартам схеми зеленого маркування, тому важливо вивчити, як можна ефективніше адмініструвати ефективність проекту «green construction». Таким чином, це дослідження було спрямоване на розгляд графіка виконання проектів будівництва зелених будівель та надало деякі рекомендації, які можуть поліпшити продуктивність.

Проведений огляд літератури засвідчив, що виконання графіка будівництва тісно пов'язаний з вартістю та якістю будівництва, і, по суті, воно використовувалося як орієнтир для оцінки виконання всього проекту та ефективності проектної організації. Крім того, проекти «green construction» вимагають більш цілісного і інтегрованого підходу в системі їх реалізації порівняно з традиційними проектами будівництва будівель. Оскільки «green construction» вимагало більш детального проектування через його складні технологічні характеристики, це вимагало великих зусиль у сфері комунікації

та співпраці між учасниками проекту. Крім того, проведений аналіз свідчив, що в середньому на завершення проектів «green construction» потрібно приблизно на 8% більше часу, ніж на будівництво традиційних будівель з урахуванням порівнянних характеристик. Аналогічні вищі витрати часу та ресурсів потрібні на етапі планування та техніко-економічного обґрунтування (15,70%), на етапі розробки проекту (17,15%). Напрямами поліпшення наявної ситуації є наступні: 1) забезпечити моніторингу та перегляду фактичного графіку будівництва та використання ресурсів, виконання робіт відповідно плану, уникання перевитрат часу, праці та коштів; 2) забезпечення своєчасної підготовки проектної документації; 3) забезпечення підрядникам можливості розробки проекту до оголошення тендеру та відповідного забезпечення його ресурсами; 4) перевірка наявності помилок та розбіжностей у проектній документації з метою уникнення змін або необхідних виправлень; 5) аналіз альтернативних методів закупівель з метою забезпечення вимог проекту стандартам та його складності. Для майбутніх досліджень може бути розроблена модель прогнозування термінів будівництва для конкретного типу проектів будівництва зелених будівель. Типи зелених проектів, які в першу чергу можуть бути розглянуті для розвитку, – це промислові, житлові та комерційні проекти.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Васильєв М.Л., Присяжнюк О.Ф., Плотнікова М.Ф. Роль родових садіб у розвитку національної економіки. *Сучасні проблеми формування, розвитку і використання ресурсного потенціалу АПК*. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Полтава, 30 березня 2017 р.). Полтава: кафедра економіки підприємства ПДАА, 2017. С. 46–51.

2. Присяжнюк О.Ф., Плотнікова М.Ф. Напрями удосконалення управління інноваційними проектами в Україні. *Вісник НУ “Львівська політехніка”*. 2013. №776. С. 303–308.

3. Родова садиба: технології, комунікації, управління, економіка, підприємництво, екологія: [підручн.]. вид. 2-е, випр. і доп. / М. Васильєв, М. Гончаренко, І. Грабар, І. Каракаш, В. Якобчук, С. Молодецька, М. Плотнікова. К.: Ліра-К, 2021. 484 с.

4. Plotnikova M., Prysiazhniuk O., Kurylenko D. Family homestead settlements – an innovative mechanism of socio-economic management of the territories potential and green tourism development. *Security Management Of The XXI Century: National And Geopolitical Aspects*. Prague: Nemoros s.r.o., 2022. Is. 4. P. 141–149.

5. Yakobchuk V., Shvets T., Plotnikova M., Prysiazhniuk O., Buluy O. Virtual Realiy Innovative Model Of Sustainable Development Administration In Business

## **ОЗЕЛЕНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ, ЯК ЕЛЕМЕНТ ЕКОЛОГІЧНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ**

*Гільов Володимир Володимирович, Полторацька Вікторія Миколаївна*  
*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,*  
*hilyov.v@gmail.com, naukapgasa@gmail.com*

Із підвищенням рівня урбанізації все частіше людина зустрічається з більшим стресом, погіршенням рівня життя. Однією з причин є нераціональне, застаріле, та не націлене на людину міське середовище. Мала кількість зелених насаджень та зон з відкритим трав'яним покривом призводить до підвищення психологічних проблем у людей, сприяє екологічній кризи [1].

Екологічна реконструкція ґрунтується на об'єднанні передових досягнень науки та технології в умовах гармонізації життєдіяльності людини та природного середовища та охоплює сукупність заходів, що здійснюються суспільством, для забезпечення екологічної безпеки, оздоровлення та реабілітації людей та природи, створеного та створюваного довкілля, включаючи поселення, організацію територій та забезпечення сталого розвитку міст на основі процесів об'єднання проривних досягнень людства та високих наукомістких технологій в умовах сталого розвитку. Саме тому екологічна реконструкція служить однією з основ екологізації урбанізованого середовища [2]. Особлива роль надається озелененню територій. Взаємозв'язок міста і рослинності досить складні. Відомо, що місто несприятливо впливає на рослинність, а рослинність, навпаки, багато в чому сприяє формуванню здорового життєвого середовища в місті [3]. Рослинність в місті, особливо її невеликі масиви і рядові посадки вздовж проїжджої частини вулиць, сильно пригнічені комплексом негативних чинників – ущільненням ґрунтів з порушенням водно-повітряного та температурного режимів, викликаного фізичними навантаженнями і впливом електромагнітного випромінювання, збіднінням поживними речовинами, забрудненням важкими металами та іншими речовинами. Так, наприклад, якщо в лісі липа досягає віку 300-400 років, то в міських парках – тільки 125-150 років, на бульварах і вулицях – 50-60 років. З іншого боку, здатність зелених рослин поглинати з повітря ряд небезпечних для здоров'я людини речовин та виділяти кисень і бактерицидні речовини дозволяє розглядати насадження як важливий фактор покращання якості повітряного середовища у містах, а зелене будівництво – як засіб біологічного доочищення середовища від антропогенних забруднювачів.

Озеленення ділянки закладу освіти має бути різноманітним і естетично привабливими, що створює сприятливе візуальне середовище. Площа озеленення земельних ділянок для навчальних закладів повинна складати 45-50% загальної площі ділянки. Нажаль на території Придніпровської державної академії будівництва та архітектури (ПДАБА) не має можливості забезпечити потрібний відсоток озеленення, тому дуже важливим є розвиток вертикального озеленення та збільшення видового різноманіття зелених насаджень, які повинні виконувати захисну, сануючу, декоративну та навчально-виховну функції. Дослідивши стан зелених насаджень, які знаходяться на території ПДАБА можна зазначити, що усі дерева знаходяться в задовільному стані. Серед пошкоджень деревно-чагарникової рослинності найбільш поширені: розрідження крони, механічні ураження, всихання скелетних гілок, морозобійні тріщини тощо.

Покращити якісний стан території можливо за допомогою фітомеліорцатійних методів, наприклад навколо центрального корпусу ПДАБА їх пропонується впровадити у три етапи.

На I етапі, пропонується впровадити вертикальне озеленення центрального корпусу ПДАБА. Для озеленення фасадів будинків необхідно вибирати перш за все ліани, які підіймаються вгору самостійно, за допомогою спеціальних органів, якими вони закріплюються на стіні. У нашій кліматичній зоні такими рослинами можуть бути вічнозелений плющ, який буде прикрашати фасад будинку цілий рік і популярний вид декоративного винограду, який буде заплітати натягнуті троси на фасаді, створюючи зелений «щит», що захищатиме будівлю від шуму, пилу, викидів автотранспорту – виноград в'юнкий Енгельмана з численними присосками на кінцях вусиків, які дають можливість самій рослині підніматися на гладкі і вертикальні поверхні. Ця рослина має морозостійке коріння, росте як на сонці, так і в тіні, невибаглива до ґрунту та непримхлива у догляді листя має високу покрівельну здатність, а отже і високу здатність поглинати і відбивати звукові хвилі, що створюються автотранспортом – одним з основних джерел акустичного забруднення міського середовища. Після озеленення фасаду очікується поглинання листям близько 20% звукової енергії. Крім того, вертикальне озеленення сприятливо впливає на мікроклімат. Густа рослинність покращує мікроклімат за двома параметрами: температура і вологість. Влітку стіни будинку прогриваються і вночі віддають це тепло всередину будинку, а листя захищають стіни від перегріву, тому в будинку панує прохолода. При впровадженні технології вертикального озеленення академія зможе заощадити на економії електроенергії влітку, оскільки мало комфортні умови мікроклімату будуть наближені до санітарних, звідси зменшується необхідність у користуванні кондиціонером. Озеленення фасадів носить також

декоративний характер: під покровом цих рослин зникають гострі кути і прямі лінії, будинок виглядає більш «м'яким».

На II етапі озеленення пропонується вздовж вулиці висадити живу огорожу із ялини сербської яка вважається найкращим деревом-дезінфектором. Рослини садять в один ряд на однаковій відстані одна від одної. На 100 м нам знадобиться 50 штук ялин. Рослина доживає в природі до 300 років, зимо-вітро-газостійка. Ця ялина невибаглива до ґрунтових і кліматичних умов. Вельми декоративна, тому заслуговує широкого впровадження в зелене будівництво. За декоративності поступається лише ялині колючої. Така зелена загорожа може мати висоту до 3 м і забезпечувати рівень поглинання шуму до 10 дБА. За розрахунковими оцінками (таблиця 1) жива огорожа із 50 ялин (загальна площа насадження 0,0325 га) зможе забезпечити захистом від свинцю, пилу, вуглекислого газу, сульфатного ангідриду.

*Таблиця 1*

**Оцінка поглинання та виділення речовин від живої огорожі із ялинки сербської**

Запас фітомаси листя, кг		Поглинання, кг				Виділення, кг		
Вогка	Суха	Pb	Пил	CO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	Фітонциди	Волога
103,7	20,7	0,012	102,7	243	1,29	487	11,4	81200

На III етапі пропонується облаштування зеленої зони відпочинку для студентів та викладачів з улаштуванням додаткових зелених насаджень (дерева, куші, квіти) та малих архітектурних форм для можливості проведення різноманітних заходів на чистому повітрі (конференції, семінари, культурно-масові заходи тощо).

Таким чином, зелені насадження навколо навчальних закладів виконуючи поліфункціональне призначення дозволяють зменшити запиленість повітря та вміст в них хімічних речовин, знизити рівень шуму, поліпшити мікроклімат територій і приміщень, збагатити повітря киснем, фітонцидами і легкими іонами. Загально відомим є емоційно-психологічний вплив зелених насаджень на організм людини, тому озеленення територій навчальних закладів повинно стати складовою частиною системи оздоровчих технологій в навчально-виховному процесі.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Аблєєва І.Ю. Екологія міських систем: конспект лекцій/ Суми. Сумський державний університет. 2020. 178 с.



2. Савйовський В.В., Броневицький А.П., Каржинерова О.Г. Ревіталізація - екологічна реконструкція міської забудови. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, 2014. № 8. С. 47-52.

3. Саньков П.Н., Кащенко Е.П. Озеленення міських і рекреаційних територій. Дніпропетровськ: ПДАБтаА, 1999. 117 с.

## **ЗЕЛЕНІ ПОКРІВЛІ НА ПОВЕРХНЯХ БЕТОННИХ МЕГАПОЛІСІВ**

*Ткаченко Тетяна Миколаївна<sup>1</sup>, Глущенко Роман Олександрович<sup>2</sup>*

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

*<sup>1</sup>tkachenkoknuba@gmail.com, <sup>2</sup>gr2017inc@gmail.com*

Містобудівні методи, що застосовувалися в ХХ столітті, в частині проєктів не враховували природний ландшафт, перетворюючи міста в «бетонні джунглі». На сьогоднішній день поступово відбувається зміна в містобудівній політиці, і питання облаштування ландшафтного середовища міст і окремих місць стає актуальним.

Особливе місце в організації ландшафтів займає ресурс дощової води. Системи по її використанню необхідні не тільки в рамках ресурсозбереження та економії, але й як міра по управлінню інтенсивними потоками води під час злив, які почастишали за останні десятиліття, і за своїм руйнівним ефектом можуть прирівнюватися до рангу стихійних лих.

Традиційно містобудівники намагалися максимально швидко відвести водні маси з вулиць у дощову каналізацію. Але, очевидно, каналізація все менше справляється з навантаженням. Концепція «місто-губка», яка народилася в Китаї, передбачає протилежний підхід, якій полягає у застосуванні природних ландшафтів, зелених конструкцій, природного рельєфу для поглинання надлишку дощової води.

Крім цього, архітектори планують мультифункціональні громадські місця - наприклад, дитячі майданчики або газони, які під час дощу перетворюються на тимчасові «калюжі». Зібрана таким чином дощова вода або випаровується на місці, або використовується для охолодження будівель.

Беручи до уваги процеси соціальних та кліматичних змін на глобальному рівні, все більше міст у всьому світі переформатували стратегії розвитку в напрямі впровадження «розумних» реформ з метою забезпечення сталого розвитку, збільшення виробництва енергії за рахунок розширення бази відновлювальних ресурсів і покращення системи управління утилізації сміття. Апгрейд до розумного міста означає покращення якості життя жителів урбанізованої території шляхом забезпечення можливостей для культурного, економічного та соціального розвитку у здоровому, безпечному та

надихаючому навколишньому середовищі. Здійснено аналіз найбільш ефективних ініціатив у межах концепції «розумного» міста, що стосуються розвитку «зелених» споруд з особливим акцентом на концепції вертикального озеленення [1].

З метою поліпшення та позитивного впливу на навколишнє середовище, було розроблено проєкт з озелененням покрівлі торгово-розважального комплексу «Перехрестя» в м. Дніпро. Площа покрівлі однієї секції складає майже 1200м<sup>2</sup> (рис.1).



**Рис.1. Торгово-розважальний комплекс «Перехрестя» в м. Дніпро, з розташованим на даху однієї з секції системи «Зеленої» покрівлі  $S=1200\text{м}^2$ .**

За основу було взято покрівлю на стадії будівництва укладання гідроізоляційного шару, який слугуватиме протикориневим захистом для зеленої покрівлі. Було прийнято рішення щодо створення зеленої покрівлі інтенсивного типу з системним рішенням «Сад на даху» «ТМ «Zinco». Ця система багатофункціональна та доступна, високим рівнем накопичення води. Залежно від глибини субстрату можливо розміщувати газони, багаторічники, кущі, дерева. Можлива комбінація з іншими системами експлуатованих дахів, таких як пішохідні доріжки, дорожні покриття, водойми тощо [2].

При експлуатації системи «Сад на даху» рекомендується затримувати максимальну кількість опадів, щоб використовувати їх для технічних потреб будівлі. Дренажний елемент Flora Drain® FD 40 дозволяє забезпечити підпір води висотою до 40 мм, яка через капіляри і дифузю насичує вологою рослини. Дренажний елемент Flora Drain® FD 40 можна використовувати в якості підстави для дорожнього покриття, не порушуючи гідроізоляційний шар (рис.2) [3].

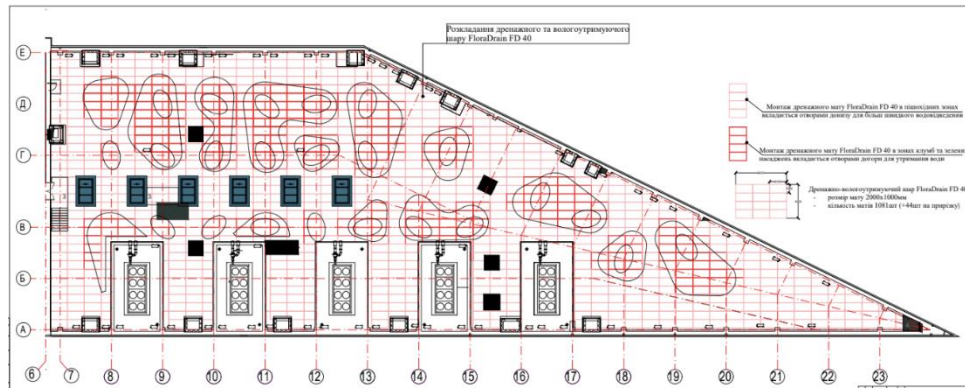


Рис. 2. План покрівлі з розкладанням дренажного та вологотримуючого шару Flora Drain FD40.

Щодо технічних характеристик даної системи: її вологотримуюча здатність може сягати  $68\text{л}/\text{м}^2$ , в залежності від субстрату. Так, в місцях пішохідних зон в якості субстрату може використовуватися гравій різної фракції (рис.3), в місцях зелених насаджень (клумб) земляний субстрат (рис.4).

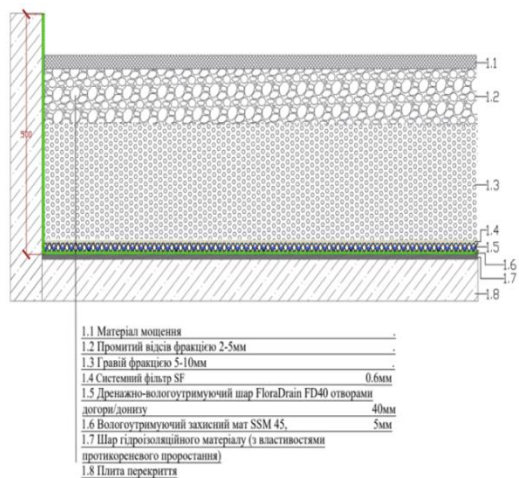


Рис. 3. Розріз шарів в пішохідній зоні

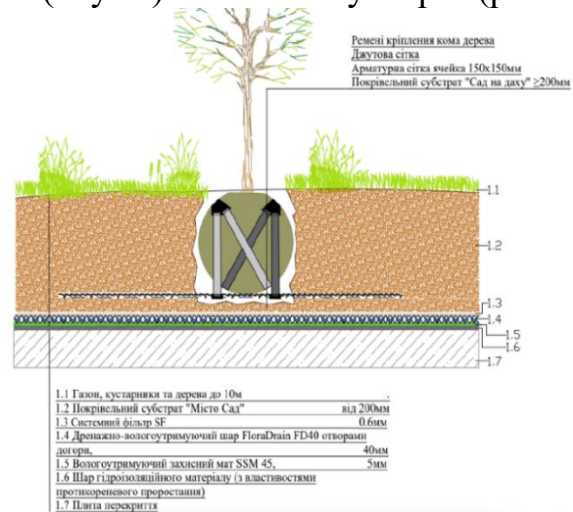
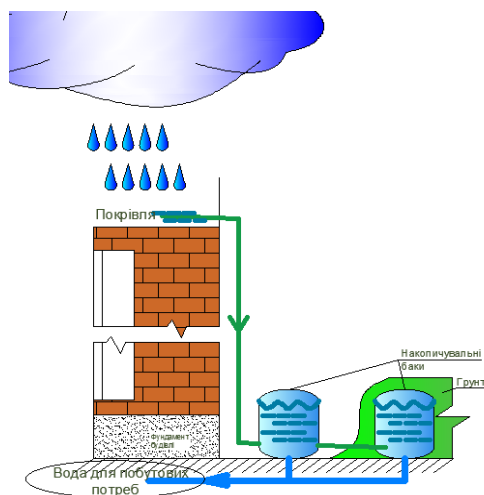


Рис. 4. Розріз шарів в зоні зелених насаджень (клумб)

Розрахунки показали, що вологотримуючі показники даної системи, покривають середні значення припадаючої кількості опадів на даній локації [4].

Також, було надано рекомендації по встановленню акумуляційних ємностей в технічних приміщеннях для акумулювання надлишку дощової води у випадках коли рівень опадів перевищує розрахункові значення системи «Сад на даху». У подальшому зібрану воду можна буде використовувати для

технічних потреб. Розраховано потрібний об'єм накопичувальних баків (Рис.5).



**Рис. 5. Схема роботи та місця розташування накопичувальних баків для дощових стічних вод з покрівель будівель.**

Додатково надана рекомендація щодо зменшення навантаження на дощові каналізаційні системи за допомогою розміщення накопичувальних ємностей на дахах будь якого типу, навіть без впровадження систем зеленого озеленення. Це допоможе не тільки зменшити навантаження на дощові стічні каналізаційні системи, але й зберігати цінний водний ресурс та використовувати його на побутові потреби.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пінь А.М. Адаптація «зелених» технологій у концепцію розумного міста/ А.М. Пінь. – 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). Дата доступу: 06.04.2023.

2. Зелена покрівля інтенсивного типу [Електронний ресурс]/ ZinCo. – URL: <https://ecoza.gov.ua/> <https://zinco.com.ua/uk/systems/intensive/roof-garden>. – Дата доступу 25.03.2023.

3. Система управління зливовими водами [Електронний ресурс]/ ZinCo. URL: <https://zinco.com.ua/uk/systems/stormwater-management>. – Дата доступу 25.03.2023.

4. Ткаченко Т.М. Розрахунок утриманого поверхневого стоку покрівлею німецького виробника/ Т.М. Ткаченко, І.О. Прокопенко // Екологічна безпека та природокористування. – 2020. – № 3 (35). – С. 44-56.

## ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ

*Гончаренко Артем Вадимович, Волошкіна Олена Семенівна*  
*Київський національний університет будівництва та архітектури,*  
*<sup>1</sup>hosting.pat@gmail.com, <sup>2</sup>e.voloshki@gmail.com*

За даними порталу IQAir, протягом 2020-2021 рр. Київ неодноразово потрапляла у першу десятку рейтингу міст світу з найбільш забрудненою атмосферою. Якість атмосферного повітря залежить від двох основних джерел забруднення: пересувних і стаціонарних.

Забруднення атмосферного повітря міста Києва до 85% спровоковано викидами від пересувних джерел – транспорту. 15% становлять забруднення від стаціонарних джерел, зокрема промислового комплексу міста. Лише 4% забруднення від пересувних джерел припадає на авіа-, залізничний та водний транспорт. Решта – на автомобільний транспорт. Близько 70% від загальної кількості викидів автотранспортних засобів здійснюють приватні авто. За прогнозами, кількість приватних авто в столиці збільшиться на 60% до 2025 року. 90% стаціонарних джерел забруднення — підприємства енергетичної галузі (ТЕЦ-5, ТЕЦ-6, ПАТ "Київгаз", КП "Київтеплоенерго", завод "Енергія" тощо). Щороку вони продукують понад 25 тисяч тонн забруднюючих речовин та до 5 мільйонів тонн діоксиду вуглецю.

До основних забрудників повітря відносять тверді частинки пилу (PM10 і PM2.5), двоокис азоту (NO<sub>2</sub>), двоокис сірки (SO<sub>2</sub>), вуглеводні (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>), альдегіди (RCHO), оксид вуглецю (CO), важкі метали (арсен, кадмій, нікель, ртуть), формальдегід (CH<sub>2</sub>O), недиференційовані частинки та бенз(а)пірен (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>).

Пікові погіршення стану повітря ми зазвичай спостерігаємо через погодні умови. Висока вологість, відсутність вітру, температурна інверсія (підвищення температури повітря з висотою) сприяють тому, що забруднювальні речовини не розсіюються в атмосферному повітрі. Також на статистику якості повітря впливають надзвичайні явища – лісові пожежі або пилові бурі. [1]

**Вплив забруднення на здоров'я населення.** За останні 20 років у межах м. Києва за даними багаторічних метеоспостережень, концентрація діоксиду азоту зросла на 50%, а формальдегіду на 200%. Як наслідок, зростання кількості транспортних засобів у місті та, відповідно, збільшення викидів зазначених речовин в атмосферу та вторинного забруднення атмосфери внаслідок фотохімічних перетворень в повітрі, призвели до збільшення екологічних ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря міста.

За даними МОЗ, у 2020 році 78% передчасних смертей від інфаркту та інсульту в Україні спровоковані забрудненням повітря. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я Україна посідає 15-те місце у світі та п'яте в Європі за рівнем смертності від забрудненого повітря. Повітря, яким дихають кияни, вважається шкідливим для здоров'я. Основним забруднювачем є автомобільний транспорт, який викидає 90% чадного газу. Повітря, забруднене діоксидом азоту, може дратувати легені і загострювати астму, а також спровокувати інші захворювання легенів. На всіх стаціонарних станціях визначали рівні основних забруднюючих речовин — зважених речовин, діоксиду сірки, оксиду вуглецю та діоксиду азоту, а на одній — вимірювали розчинні сульфат та оксид азоту. Наведено дані про концентрацію повітря для стаціонарних постів. Середньорічні та максимальні концентрації діоксиду азоту майже на всіх роботах перевищували відповідні ГДК. [2]

**Сучасні системи моніторингу і напрямки їх удосконалення.** У місті Київ на цей час встановлено 319 станції моніторингу стану атмосферного повітря, з них 66 працює та зображені кольоровими колами на мапі. Станції моніторингу встановлено мешканцями міста, незалежними проектами, організаціями та органами місцевого самоврядування, такими як: SaveDnipro, luftdaten.info, Eco City, AirVisual, AirPol, Kyiv Smart City, ЛУН Місто, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київська міська державна адміністрація, Airly, PurpleAir тощо .

У Києві працюють 16 державних стаціонарних постів, які здійснюють моніторинг якості повітря. Проби беруться 3–4 рази на добу, але система не може інформувати населення в режимі реального часу. Наприкінці 2020 року на вулиці Вербицького, що на Харківському масиві, та на Харківському шосе було встановлено 2 автоматизовані станції, які показують якість повітря в реальному часі та на онлайн-мапі. Загалом в Києві планували встановити до 70 таких станцій.

Громадські ініціативи на відміну від державних надають дані онлайн. Такі платформи об'єднують інформацію з офіційних джерел, метеорологічні дані та здебільшого спираються на особисті датчики громадян. Останні вимірюють якість повітря за найбільш пріоритетними забруднювачами – твердими частками PM10 і PM2.5.

У разі погіршення якості повітря у Києві жителі столиці зможуть одразу отримати сповіщення про це у застосунку "Київ цифровий". Для цього потрібно зайти в налаштування додатку і дозволити сповіщення.

В більшості країн для інформування громадськості про рівень забруднення використовується стандарт AQI - air quality index (індекс якості повітря). Розрізняють кілька рівнів забруднення. Найменший, "зелений" рівень – "хороший" від 0 до 50 AQI (забруднення відсутнє або ж становить незначний

ризик для здоров'я). Найвищий, "темно-бордовий" - "важкий" до 500 AQI (небезпечний навіть для здорових людей).

Україна неспроможна системно досліджувати відповідну проблему, оскільки і досі немає єдиної системи державного моніторингу якості повітря. Окремі суб'єкти державного моніторингу збирають та використовують дані самостійно або навіть обмежують до них доступ, що порушує вимоги ст. 50 Конституції України та Орхуської Конвенції про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля. Разом із цим слідчі органи не мають змогу оперативно використовувати дані, які збирають власники даних, як то суб'єкти державного моніторингу чи суб'єкти господарювання. Це ускладнює та подовжує процес збору доказів для формування обвинувальної бази для подальших відшкодувань, у тому числі, країною агресором. Створення єдиної системи, яка надасть змогу оперативно моніторити та аналізувати якість повітря в Україні під час війни є в тому числі задачею цивільної безпеки, зважаючи на ризики та загрози, які постають перед країною від наслідків воєнних дій чи використанням ворогом хімічної зброї.

Впорядкувати законодавство щодо моніторингу довкілля через прийняття якісної редакції Проекту закону «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо державної системи моніторингу довкілля, інформації про стан довкілля (екологічної інформації) та інформаційного забезпечення управління у сфері довкілля». Агрегувати дані всіх суб'єктів державного моніторингу та створити єдиний інструмент вільного доступу до всіх даних для моніторингу, контролю, аналізу та прийняття рішень, в тому числі управлінських. Налагодити обмін даними про моніторинг якості повітря між центральними органами виконавчої влади в сфері захисту довкілля, контролю та слідства. [3]

**Взаємозв'язок воєнних дій та забруднення атмосферного повітря в м. Києві.** Для системного аналізу впливу факторів війни на стан атмосферного повітря важливо враховувати як негативні фактори – влучання ракет в нафтову інфраструктуру, пожежі на промислових та енергетичний об'єктах, пожежі в лісах тощо, так і позитивні для атмосферного повітря, але критичними для країни – зниження техногенного навантаження через системну промислову кризу, падіння ділової активності та зменшення використання автотранспорту через збільшення вартості пального та зменшення кількості населення в Україні через вимушену міграцію.

За даними Міністерства довкілля України, обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря за час війни дорівнює обсягу викидів одного металургійного підприємства за цілий рік роботи. Показники стану повітря у місті Київ у середині березня, коли навколо столиці велися активні бойові дії



вражали. Так, згідно з рейтингом IQAir, 19 березня 2022 р. Київ був на першому місці у світі за рівнем забруднення повітря, маючи індекс якості повітря 194 – нездоровий стан повітря. Водночас вже станом на 7 червня 2022 р. Київ перебуває на 78 місці у світі з індексом якості повітря 12 – хороший стан повітря. Найімовірніше, причина такого покращення полягає у відсутності бойових дій у місті та поблизу, а також у зменшенні кількості автівок через дефіцит пального. Хороший стан повітря спостерігався у Києві, коли зі столиці виїхало багато автівок, а ліси навколо ще не загорілися. Крім того, за регламентом перевірка повітря здійснюється на вміст лише певних шкідливих речовин, як-от пилу, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, діоксиду азоту та свинцю. Втім ще до початку повномасштабної війни зверталася увага на відсутність моніторингу вмісту твердих частинок ТЧ10 та ТЧ2.5., які становлять особливу небезпеку для здоров'я, адже можуть глибоко проникати у дихальні шляхи та навіть потрапляти у кровоносну систему, які є вкрай шкідливими для здоров'я. Так само певні нетипові забруднювальні речовини, що виділяються від вибухів бомб чи ракет, також не зафіксовані регламентом і не відстежуються. [4]

**Технологічні рішення зеленого будівництва і зменшення вуглецевого сліду.** Обов'язкове встановлення сонячних панелей на дахах будинків не менш 30% площі, як це, наприклад, зроблено у Берліні. При чому ця норма має стосуватись не лише нових, а й реконструйованих житлових і комерційних будівель, офісів та виробництв. В Україні грошова підтримка для встановлення сонячних панелей не передбачена. Проте існують пільги для тих, хто вирішив використовувати відновлювальну енергію. Вони передбачені митним та податковим правом і це, в основному, стосується звільнення від оподаткування за ввезення відповідного обладнання.

Водночас поштовх до будівництва більш енергоефективних будівель в останні роки може ненавмисно збільшити використання будівельних матеріалів, що виготовляються з інтенсивним викидом вуглецю, таких як бетон, сталь і скло. Тому варто було б вимірювати та оприлюднювати дані про кількість вуглецю, що потрапляє в атмосферу у процесі виробництва матеріалів, якщо виробники хочуть претендувати на певні знижки для проєктів екологічного будівництва. Зараз в країні лише формуються законодавчі вимоги до екологічної безпечності будівельних матеріалів. У правовому полі, звісно, існують закони та нормативи, які регулюють цю галузь та забороняють використання токсичних для людини матеріалів. А коли будівництво — це державне замовлення, під час тендеру мають враховувати такі додаткові характеристики матеріалів, як екологічність та кількість природних ресурсів, які були залучені до виробництва.

У світі дедалі швидше зростає інтерес до переробки будівельного сміття як до способу зменшення викидів, пов'язаних із будівництвом. Наприклад, у Данії та Німеччині існує пряма вимога у новому будівництві використовувати певний відсоток продукції з переробленого сміття. В Австрії переробляють близько 87% відходів від будівництва та зносу. Збирають відходи зазвичай оператори з утилізації та знесення безпосередньо на місці. Після кожного прильоту в Україні розбирають завали та очищують населені пункти від уламків зруйнованих об'єктів. Відходи від руйнації, як і відходи від будівництва, можна використовувати повторно не тільки під час відновлення пошкоджених об'єктів, а й під час виробництва будівельних матеріалів. Але в наявному стані, коли всі вони перемішані під завалами, вони потребують дуже ретельного сортування. Відсортовані матеріали можуть слугувати різним цілям: для будівництва доріг, засипання ям та інколи навіть для виготовлення нових будматеріалів.

Європейська Комісія пропонує переглянути стандарти якості повітря, щоб якомога більше наблизити їх до рекомендацій ВООЗ. Міста можуть сприяти досягненню нульового забруднення через: включення екологічних питань в стратегічні документи розвитку регіону/міста; просування екологічної складової у місцеві політичні процеси; розробка спеціальних стратегій/програм для охорони довкілля чи його окремих компонентів; долучення місцевих органів влади до роботи з екологічних питань на національному ; підтримка громадських ініціатив та екологічних стартапів через програми малих грантів; залучення зелених інвестицій у міста; пошук фінансових можливостей у рамках долучення України до ЄЗК; підвищення екологічної свідомості мешканців, зокрема через доручення лідерів думок до просування екологічних ідей та цінностей й залучення культурно-мистецького середовища.

Інфраструктурні рішення, зокрема: пілотні/демонстраційні проекти з переходу на ВДЕ окремих комунальних установ, наприклад, школи, лікарні, дитячі садочки; створення сталої міської мобільності через включення питань транспортної інфраструктури та розвитку безпечного, комфортного та екологічно чистого транспорту в стратегічні документи розвитку регіону/міста, плани розвитку громадського транспорту, безпечного для довкілля і комфортного для мешканців: розробку спеціальних стратегій/програм сталої мобільності, зокрема розробку планів сталої мобільності для міст (за аналогією з ЄС), підтримку і популяризація громадських ініціатив з безпеки руху в містах та розвитку велосипедного руху, створення пішохідних зон, паркувальні місця за межами центру міста, де б можна було залишити приватний автомобіль і далі добиратись громадським транспортом, діджиталізація сектору транспорту.

Озеленення міста. Чим більше стає місто, населення і машин, тим більше зелених зон, заповідників і заказників нам необхідно. Такі зони зберігають живу природу, забезпечують чистоту навколишнього середовища і допомагають зберегти унікальні види рослин і тварин. Це вже не кажучи про те, що в подібних локаціях жителі можуть гуляти, відпочивати і дихати чистим повітрям. Тому зелених зон не буває багато. З одного боку, влада надає статус ландшафтних заказників певним ділянкам, як це сталося з урочищем Церковщина, Деснянський луками і багатьма іншими. З іншого боку — унікальні зелені зони в Києві і області продовжують знищувати, незважаючи на всі офіційні постанови.

Технології уловлювання  $\text{CO}_2$  з димових газів паротурбінної ТЕС дозволяють відокремити 85-95%  $\text{CO}_2$ , що виділяється при спалюванні вугілля; інша частина буде надходити в атмосферу. Вуглекислий газ можна видобувати з топкових газів після відділення від них звичайних забруднювачів. Відокремлений  $\text{CO}_2$  стискають і транспортують до місць поховання по трубах. Це енергоємний і дорогий процес, який в Україні, звичайно, не застосовують. З технологією уловлювання та зберігання вуглекислого газу (CCS) пов'язують великі надії. Якщо буде доведена її придатність, наприклад на Дарницькій ТЕС, то вона знайде застосування і на Київських підприємствах в цілому..

Сміттєспалювальний завод "Енергія" давно не підлягав нормальній модернізації і не відповідає жодним європейським нормативам. В кожному кубометрі диму міститься 50 мг пилу, вуглекислий газ, хлор, аміак, важкі метали та інші шкідливі речовини. Влада регулярно звітує про вигоди від цього підприємства, але замовчує про неймовірну шкоду від нього. Зараз туди вкидаються величезні гроші, які нічого не змінюють в самій суті підприємства: суми збільшуються, але модернізація більше схожа на "косметичний" ремонт.

Системний підхід до вибору рішення.

Високий рівень промислового забруднення у світі змушує активно шукати економічно доцільні екологічні рішення щодо зменшення викидів шкідливих речовин у повітря. Успішні кейси та компроміси максимально можливого захисту навколишнього середовища набувають форми державного/регіонального регулювання у законах про інтегроване запобігання та зменшення промислового забруднення, стандартах, регламентах. Нещодавно Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), де беруть участь представники 35 промислово розвинених країн Північної і Південної Америки, Європи, Азіатсько-Тихоокеанського регіону, а також Європейського союзу представила напрацювання щодо підходів у визначенні найкращих доступних технологій.

Найкращі доступні технології та методи управління (НДТМ) визначаються за наступним алгоритмом: а) збір інформації щодо технологій

запобігання промислового забруднення і контролю показників викидів і рівня споживання (енергії, матеріалів тощо), яка збирається для подальшого аналізу; б) технології проходять оцінку на відповідність економічним, екологічним та соціальним критеріям; в) НДТМ і асоційовані показники ефективності їх застосування, включаючи допустимий рівень забруднення і викидів закріплюються у довідкових матеріалах; г) дозвільний орган формує умови дозволу на основі асоційованих показників ефективності НДТМ, в тому числі допустимих рівнів викидів.

Директива 2010/75/ЄС дає таке визначення НДТМ (англійською BAT, best available techniques) – це найдієвіший та найсучасніший етап у розвитку видів діяльності та методів їх провадження, що свідчить про можливість окремих технологій забезпечити основи для визначення гранично допустимих викидів та інших умов дозволів, розроблених для запобігання викидам та впливу на довкілля в цілому або, якщо це неможливо на практиці, зменшенню такого впливу.

Європейський Союз (ЄС) проводить політику запобігання та контролю промислового забруднення, засновану на НДТМ з 1996 р. Ключовими елементами для захисту повітря, води та ґрунту в ЄС є переліки найкращих доступних технологій та методів управління, застосування яких закріплено Директивою про промислові викиди (IED, ЄС, 2010). Директива встановлює основу для запобігання та контролю промислових викидів за допомогою інтегрованого дозволу, вимагаючи досягнення максимального захисту довкілля в цілому та виключаючи можливість перенесення забруднення з одного компонента довкілля в інше (вода, повітря, ґрунти).

ЄС має стандартизовану методологію для процедури відбору та оцінки НДТМ, відому як Севільський процес. Протягом декількох років робочі групи країн ЄС, що включають науковців, представників державної влади, бізнесу, асоціацій, громадськості працюють над довідковими документами з найкращих доступних технологій та методів управління (BREF – BAT Reference Document) для кожної галузі економіки, що спричиняє значне промислове забруднення.

Процедура визначення НДТМ включає наступні кроки: визначення ключових екологічних проблем для відповідного сектору економіки; вивчення технологій і методів, найбільш важливих для вирішення цих ключових питань; визначення найкращих показників екологічної результативності на основі зібраних даних в ЄС та в усьому світі; вивчення умов, за яких ці екологічні показники можуть бути досягнуті, враховуючи витрати, вплив на кожен компонент довкілля та загальні фактори, що можуть вплинути на впровадження технології; визначення НДТМ, пов'язаних з ними допустимих рівнів викидів (та інших екологічних показників результативності) і

моніторинг досягнення встановлених показників для цього сектора. Тож в Україні при системному підході до вибору рішення потрібно враховувати досвід ЄС щодо НДТМ. [6]

### ЛІТЕРАТУРА

1. Портал IQAir. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.iqair.com/ru/world-air-quality-ranking> -
2. Державна установа «Центр громадського здоров'я Міністерства охорони здоров'я України». Електронний ресурс. Режим доступу: <https://phc.org.ua/news/sercevo-sudinni-zakhvoryuvannya-golovna-prichina-smerti-ukrainciv-visnovki-z-doslidzhennya>
3. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/stvorennya-efektivnoi-sistemi-monitoringu-dovkillya-v-ukraini>
4. Державна екологічна інспекція. Електронний ресурс. Режим доступу: [www.dei.gov.ua/posts/2408](http://www.dei.gov.ua/posts/2408) -
5. BDO Canada. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://www.bdo.ca/en-ca/insights/industries/real-estate-construction/esg-construction-managing-risks-driving-profits/?utm\\_campaign=5e3950a21406fe0001eaae6c&utm\\_content=63490d2996675d00013e78a9&utm\\_medium=smarpshare&utm\\_source=linkedin](https://www.bdo.ca/en-ca/insights/industries/real-estate-construction/esg-construction-managing-risks-driving-profits/?utm_campaign=5e3950a21406fe0001eaae6c&utm_content=63490d2996675d00013e78a9&utm_medium=smarpshare&utm_source=linkedin) –
6. КМУ. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/mindovkillia-rozpochalo-dialoh-z-biznesom-shchodo-vprovadzhennia-naikrashchykh-dostupnykh-tekhnologii-ta-metodiv-upravlinnia>

## ОГЛЯД СКЛАДОВИХ ПЛАНУ ДІЙ ОРГАНІВ ВИКОНАВЧОЇ ВЛАДИ З ВІДНОВЛЕННЯ ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

*Гончаров Олексій Олегович<sup>1</sup>, Негрій Тетяна Олександрівна<sup>2</sup>*  
*Київський національний університет будівництва та архітектури*  
*<sup>1</sup>[axel.goncharov@gmail.com](mailto:axel.goncharov@gmail.com), <sup>2</sup>[tetiana.nehrii@donntu.edu.ua](mailto:tetiana.nehrii@donntu.edu.ua)*

Мета. Метою цього матеріалу є огляд плану дій органів виконавчої влади з відновлення деокупованих територій територіальних громад. Огляд запропонованого орієнтованого на відновлення підходу до ризику та безпеки, а також те, як це може виглядати на практиці. Дизайн/методологія/підхід – огляд підходів до відновлення та шляхів, якими традиційні підходи до ризику можуть перешкоджати людям на шляху до відновлення. Розгляд принципів

рекуперативно-орієнтованого підходу до безпеки. Висновки – орієнтований на відновлення підхід до ризику, заснований на спільно створених планах безпеки, які дозволяють людям робити те, що вони цінують, якомога безпечніше та спільної відповідальності за безпеку. Запропоновано чотири ключові принципи орієнтованого на відновлення підходу до сприяння безпеці, автономії та можливостям. Оригінальність/цінність – орієнтований на відновлення підхід до ризику та безпеки є центральним у розвитку практики, орієнтованої на відновлення, у межах послуг. У цьому документі описано такий підхід.

План дій органів виконавчої влади з відновлення деокупованих територій територіальних громад затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2022 р. № 1219-р і складається з 131 пунктів.

Відповідальні за виконання:

- органи місцевого самоврядування (за згодою)
- обласні військові (державні) адміністрації
- військові адміністрації населених пунктів (у разі утворення)
- Мінрегіон
- міністерства та інші центральні органи виконавчої влади
- обласні та Київська міська військові (державні) адміністрації
- підприємства, установи та організації незалежно від форми власності (за згодою)
- Уповноважений із захисту державної мови (за згодою)
- Національна поліція
- Мін'юст
- Укрдержархів
- ДСНС
- Міноборони
- Національний орган з питань протимінної діяльності
- Головне управління Національної гвардії
- СБУ (за згодою)
- Адміністрація Держприкордонслужби
- МЗС
- Держгеокадастр
- Держлісагентство
- Держводагентство
- ДАЗВ
- Державна кримінально-виконавча служба
- НСЗУ

- Міненерго
- АТ “Укрзалізниця” (за згодою)
- державні банки (за згодою)
- Національний банк (за згодою)
- Укравтодор
- власники автозаправних станцій (за згодою)
- АТ “Укрпошта” (за згодою)
- Мінсоцполітики
- Нацсоцслужба
- Пенсійний фонд України
- Мінцифри
- МКІП
- Адміністрація Держспецзв’язку
- Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах електронних комунікацій, радіочастотного спектра та надання послуг поштового зв’язку
- Національний центр оперативно-технічного управління мережами телекомунікацій (за згодою)
- Мінцифри
- Концерн радіомовлення, радіозв’язку та телебачення (за згодою)
- АТ “Національна суспільна телерадіокомпанія України” (за згодою)
- оператори систем розподілу (за згодою)
- Адміністрація Держспецзв’язку
- НКРЕКП
- Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах електронних комунікацій, радіочастотного спектра та надання послуг поштового зв’язку
- ДМС
- держателі (розпорядники) інформаційно-комунікаційних систем, електронних комунікаційних систем, публічних електронних реєстрів
- МВС
- ДРС
- Державна служба зайнятості
- органи прокуратури (за згодою)
- Координаційний центр з надання правової допомоги (за згодою)
- Держпродспоживслужба
- Держекоінспекція
- Міндовкілля



- суб'єкти господарювання, які продовжують роботу у воєнний час та яких віднесено до категорії цивільного захисту (за згодою)

- суб'єкти господарювання (крім об'єктів підвищеної небезпеки) (за згодою)

- Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (за згодою)

- МОН

- НАДС

- Український інститут національної пам'яті (за згодою)

- ДЕСС

- Мінветеранів

- Мінінфраструктури

- Адміністрація судноплавства

- Адміністрація судноплавства

- державне підприємство “Адміністрація морських портів України” (за згодою - у разі залучення до оглядів місцевими державними (військовими) адміністраціями)

- Центральна виборча комісія (за згодою) [1]

Документ визначає першочергові кроки з відновлення деокупованих територіальних громад і став результатом багатомісячної практичної роботи органів державної влади з відновлення звільнених міст і селищ. Цей документ також є важливим для запровадження в Україні елементів перехідного правосуддя, що можна охарактеризувати як комплекс заходів і механізмів, які застосовуються для виходу зі збройного конфлікту, подолання його наслідків, досягнення миру, гарантування неповторення конфлікту, розслідування найтяжчих злочинів, вчинених під час збройного конфлікту, і гарантування захисту прав людини. По-перше, у Плані визначено значну кількість завдань з відновлення діяльності органів державної влади, органів місцевого самоврядування, закладів охорони здоров'я, освіти тощо, реалізація яких є необхідною для повноцінного відновлення діяльності держави на деокупованих територіях (матеріально-технічне та ресурсне забезпечення, відновлення документів, набір персоналу і так далі). Це є одним із важливих елементів перехідного правосуддя. Зокрема, можна виокремити такі пункти (нумерація як в документі):

- Відновлення діяльності органів місцевого самоврядування.

- Внесення пропозицій Президенту України щодо утворення військових адміністрацій населених пунктів та призначення їх начальників (у разі нескликання позачергового засідання сесії відповідної сільської, селищної, міської ради та відновлення роботи ради, та/або її виконавчих органів, та/або

сільського, селищного, міського голови, а також в інших випадках, передбачених Законом України «Про правовий режим воєнного стану»).

- Відновлення діяльності територіальних органів центральних органів виконавчої влади.

По-друге, План дій містить значну кількість пунктів, реалізація яких спрямована на першочергове забезпечення гуманітарних, економічних та безпекових потреб мешканців деокупованої території (забезпечення питною водою, відновлення соціальної інфраструктури, відновлення житла, відновлення обігу національної валюти, діяльності банків, автозаправних станцій тощо). Зокрема, можна звернути увагу на такі пункти (нумерація як в документі):

- Здійснення заходів з очищення (розмінування) територій населених пунктів, об'єктів життєзабезпечення населення, гасіння пожеж, розбирання завалів тощо.

- Виявлення та позначення районів, що зазнали радіоактивного, хімічного забруднення чи біологічного зараження, інших небезпечних проявів. Здійснення комплексу заходів з метою ліквідації відповідних небезпек.

- Проведення розрахунків потреби у продуктах харчування та товарах першої необхідності для забезпечення населення деокупованих територій.

- Забезпечення питною водою шляхом відновлення централізованого питного водопостачання та централізованого водовідведення та/або нецентралізованого питного водопостачання.

- Відновлення пошкоджених об'єктів соціальної інфраструктури.

- Організація надання медичної допомоги, де заклади охорони здоров'я зруйновано та неможливо здійснити логістичне забезпечення, шляхом організації розгортання тимчасових пунктів надання медичної допомоги у непошкоджених приміщеннях.

- Організація робіт з відновлення об'єктів транспортної інфраструктури; пасажирських та вантажних перевезень залізничним, морським і внутрішнім водним транспортом. [2]

## ЛІТЕРАТУРА

1. Розпорядження від 30 грудня 2022 р. № 1219-р «Про затвердження плану дій органів виконавчої влади з відновлення деокупованих територій територіальних громад». Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-planu-dii-orhaniv-vykonavchoi-a1219r>

2. Українська Гельсінська спілка з прав людини. Аналітичний звіт. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.helsinki.org.ua/activities/analitika/>

## ІНТЕГРАЦІЯ ПРИРОДООРІЄНТОВАНИХ РІШЕНЬ В УРБАНІЗОВАНИЙ ПРОСТІР

*Горносталь Стелла Анатоліївна, Громова Анастасія Миколаївна,  
Коломієць Катерина Сергіївна<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Національний університет цивільного захисту України, м. Харків  
gornostalsa@gmail.com*

Високий рівень урбанізації разом з інтенсивним використанням природних ресурсів є причиною непоправних втрат для навколишнього середовища. Діяльність людини вже призвела до кліматичних змін, які з кожним роком стають ще помітнішими, а їх наслідки все більш негативними. Урбанізовані території дуже чутливі до таких змін. Влітку при підвищеній температурі міста стають своєрідними «тепловими островами». Суцільний асфальт та велика кількість бетонних поверхонь спочатку активно поглинають сонячну радіацію, а потім віддають її навколишньому середовищу.

Інша поширена на теперішній час проблема – екстремальні зливи. Їх наслідками стають підтоплення територій, розмив та подальший зсув ґрунту. Крім того, відбувається погіршення якості води в водних об'єктах внаслідок потрапляння великої кількості зважених часточок, хімічних речовин, які дощова вода змиває з поверхні доріг, майданчиків урбанізованої території. Враховуючи, що чиста вода з кожним роком стає все більш дефіцитною, замість того, щоб відводити дощовий стік до системи водовідведення та скидати в водойму, варто повертати його в екосистему та використовувати для утворення ставків та поливу зелених насаджень.

Крім злив та температур проблемою урбанізованих територій є шум та забруднене повітря. Ці явища негативно впливають на самопочуття людини, призводять до погіршення здоров'я, поступового зниження імунітету.

За результатами Всеукраїнського соціологічного опитування, проведеного у 2021 році організаціями Української кліматичної мережі [1], прояви зміни клімату більше відчули мешканці південного сходу України. Причому таку зміну вони спостерігають протягом останніх 10-15 років. Респонденти відмітили негативний вплив змін клімату на стан здоров'я, матеріальне становище, різні галузі господарства. Переважна більшість громадян (90-97%) вважають необхідним та важливим проводити адаптаційні заходи, які допоможуть громадам впоратися з проблемами. Серед заходів, які переважна більшість респондентів віднесла до найсуттєвіших, є збільшення площі зелених насаджень, розробка та втілення нових правил та методик озеленення населених пунктів. На рис. 1 наведено деякі результати дослідження, які свідчать, що переважна більшість громадян України вже відчуває негативний вплив зміни клімату. Але оптимізму додає те, що

респонденти налаштовані на пошук та втілення заходів щодо зниження цього впливу.



Рис. 1. **Що повинна робити держава для зниження негативного впливу зміни клімату? (за даними [1])**

Цікаво відмітити, що найбільшого схвалення серед респондентів отримали заходи спрямовані на збільшення відповідальності щодо порушення законодавства в сфері охорони природи (37%), підвищення ефективності управління лісами (47%), скорочення викидів парникових газів (46%), ведення моніторингу викидів (33%). Порівняно менший відсоток отримали заходи спрямовані на впровадження програм енергоефективності (27%), контроль кількості орних земель та осушення боліт (22%). При цьому треба відмітити, що Україна займає місце в десятці «лідерів» з найбільшою кількістю орних земель. Інтенсивне обробляння ґрунтів призводить до втрати унікального ґрунтового покриву, відновлення якого буде тривати багато часу.

Подолання перелічених проблем вже давно перестало бути примхою, його не можна відкладати на «потім», бо від своєчасності впровадження необхідних заходів залежить не тільки здоров'я та добробут людини, а взагалі її існування. Вчені та ентузіасти різних екологічних організацій давно шукають шляхи подолання кліматичної кризи. Ще з середини минулого сторіччя виникла ідея природоорієнтованих рішень (ПОР), які спираються на логіку та моделі притаманні природним екосистемам. З 2020 року ПОР є одним з інструментів Європейського зеленого курсу. В Україні можна зустріти приклади застосування ПОР, але, нажаль, вони одиничні та не мають системного застосування.

Перевагою ПОР є багатофункціональність, яка дозволяє одночасно вирішувати екологічні, рекреаційні та фінансові проблеми громад. Суттєвою перевагою ПОР є використання процесів, які притаманні природному середовищі. Втілення ПОР в урбанізований простір [2] спрямовано на адаптацію території міст та селищ до наслідків кліматичної зміни. Використання запропонованих ПОР дозволяє одночасно покращити зовнішній вигляд сучасних міст (зелені перголи, фасади, зупинки, дахи, кишенькові парки), забезпечити можливість для безпечного співіснування з тваринним світом (екодуки, екокоридори), відновлення біорізноманіття (лісосмуги, водно-болотні угіддя, заплави та меандри річок). Вони направлені на відновлення річок та їх акваторій, регулювання дощових вод.

Жодне ПОР не є стандартизованим та уніфікованим. Їх можна використовувати комплексно, або створювати власне рішення, яке враховує особливості та потреби конкретної території та громади. Тільки вдумлива адаптація відповідного рішення до місцевих умов дозволить досягти бажаних результатів щодо збереження природних ресурсів та покращення умов існування. Застосування ПОР має багато переваг, які можна розділити за сферами:

- фінансово-економічні – не потребують великих капіталовкладень на облаштування та утримання;

- рекреаційні – підвищують ефективність використання урбанізованого простору, роблять його більш сприятливим для людини та природи в цілому;

- екологічні – допомагають відновити, зберегти та покращити природне середовище; зменшують залежність від погодних умов; забезпечують ефективне використання водних ресурсів; допомагають зменшити викиди вуглекислої кислоти; знижують негативний вплив на навколишнє середовище.

Суттєві корективи в роботу по збереженню, відновленню та захисту навколишнього середовища від негативного впливу зовнішніх факторів вносять воєнні дії. Але припинити її неможна, бо від цього залежить здоров'я, благополуччя та взагалі існування майбутніх поколінь.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Зміна клімату та кліматична адаптація. Всеукраїнське соціологічне опитування та рекомендовані заходи з адаптації до зміни клімату. URL: [https://ua.boell.org/sites/default/files/2021-12/Zmina-klimaty-ta-klimatuchna-adaptacia\\_oputyvannia-UCN.pdf](https://ua.boell.org/sites/default/files/2021-12/Zmina-klimaty-ta-klimatuchna-adaptacia_oputyvannia-UCN.pdf) (дата звернення 04.04.2023).

2. Каталог природоорієнтованих рішень/ авт. кол.: М. Рябика, О. Гусакова, А. Зозуля, А. Бушовська та ін. Львів: УКМ, 2021. 116 с.

## РЕЛОКАЦІЯ ПРАЦІВНИКІВ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ І ЇЇ ВПЛИВ НА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ

*Бай Сергій Іванович, Єлісєєв Вадим Сергійович*

*Державний торговельно-економічний університет, м. Київ*

*s.bay@knu.edu.ua, v.yelisyeyev@knu.edu.ua*

Воєнний стан сейрозно змінив умови функціонування українських підприємств. Ці зміни були всеосяжними і мали серйозний вплив на усі сфери господарювання і на усі елементи господарської діяльності. Одним з ключових факторів стало фізичне переміщення людських ресурсів. За даними верховного комісара ООН з питань біженців з початку повномасштабної війни понад 9 млн людей покинуло Україну. Це свідчить про відтік економічно активного населення в цілому і зокрема про покидання країни людьми що вже задіяні у діяльності українських компаній. Дослідження групи Ernst & Young щодо стану ринку праці в Україні показало що з початком повномасштабної війни українським компаніям довелося змінити свою діяльність таким чином: 41% компаній продовжують працювати повністю, 50% – частково, 29% компаній переїхали в межах України, 19% переїхали за межі України, 15% компаніям довелося закрити офіси в окремих регіонах, 2% – повністю[2].

Факт релокації за межі України компанії або певної частини її персоналу створює нові виклики в сфері управління людськими ресурсами. Чи продовжувати контракт з працівниками, що опинилися за межами України? Як організувати взаємодію структурних підрозділів якщо співробітники знаходяться в різних країнах? Чи має сенс продовжувати діяльність в Україні якщо більшість співробітників переїхало до іншої країни? Очевидно, що ці виклики створюють проблеми для компаній і значно ускладнюють процес управління персоналом, фактично унеможлиблюючи продовження нормальної діяльності з використанням старої командно-штабної структури підприємства. В таких умовах навіть відновлення і підтримка операційної діяльності може виявитися досить складним завданням, в той час як розширення та впровадження інновацій взагалі припиняються у короткостроковій перспективі.

Разом з тим масова релокація співробітників компанії може надавати нові можливості для розвитку, за умови якщо компанія зуміє ними правильно скористатися і має накопичені ресурси які можна інвестувати в нові проекти. Прикладом такого проекту може бути географічне розширення діяльності на нові ринки. Через вимушену релокацію в новій країні опиняються досвідчені співробітники компанії, які уже являють собою злагоджену команду. На основі цієї команди можна створити нову філію компанії за кордоном, з часом доповнивши її місцевим персоналом. Особливо практичним такий підхід є для

компаній ІТ сектора. Наприклад українська компанія SoftServe в ході проведення релокації перемістила понад 1,5 тисячі фахівців до Польщі, Болгарії, Великої Британії, Італії, Німеччини та Канади. Компанія працює над проектами в галузі технологій штучного інтелекту та віртуальної реальності. За час війни команда розширила штат, найняла 80 нових співробітників та має близько 200 вакансій. Компанія Intellias За час війни збільшила штат з 2,5 тис. працівників до 3,2 тис., відкрито 10 нових офісів у Польщі, Хорватії, Іспанії, Португалії, Болгарії[3]. Крім того важливим є фактор переміщення за кордон також значної кількості простого населення, яке є покупцем товарів, або споживачем послуг компанії і таким чином створює тимчасовий попит на звичні собі товари і послуги, спрощуючи проникнення на іноземний ринок для українських компаній. Через це значна кількість українських компаній почала процес розширення на ринки країн центрально-східної Європи в 2022 році. Зокрема український поштовий сервіс Нова пошта у жовтні 2022-го відкрив у Варшаві своє перше відділення в Польщі. Станом на 30 січня 2022 року їх 18 у найбільших містах країни: Краків, Люблін, Гданськ, Вроцлав, Познань, Лодзь та Жешув. До грудня середня кількість доставок через усі польські відділення зросла до 2500 на добу. В березні компанія планує відкрити перше відділення у Литві. Також в рамках закріплення на новому ринку буде розвиватися власна авіакомпанія нової пошти, проект робота над яким завершилась фактично на початку повномасштабної війни. За словами керівного партнера консалтингової компанії «Ze Consultants» Олега Каленського, це дасть змогу новій пошті обслуговувати майже всю Європу, що поза сумнівом дозволить покращити нещодавно відвойовані позиції на ринку[4].

Іншим прикладом вдалого використання масової релокації для розвитку бізнесу є кейс інтернет-ритейлера Rozetka. Компанія також вийшла на іноземний ринок запустивши можливість замовляти доставку товарів до Польщі. Варто зазначити, що це розширення не є елементом типової стратегії, коли вхід на нові ринки здійснюється на фоні позитивної ситуації в компанії і за рахунок реінвестування надлишку прибутків. Навпаки, наразі ситуація в компанії є доволі важкою. Початок повномасштабної війни був важким ударом для компанії. 29 березня засновник компанії Владислав Чечоткін написав своїм співробітникам листа, яким повідомляв про звільнення, що за три тижні оборот компанії впав більше ніж на два порядки. З 4 млрд гривень на місяць до 23 млн грн. Понад 26 магазинів було втрачено внаслідок бойових дій. Не зважаючи на такі серйозні втрати було прийняте рішення інтенсивно розвиватися з метою компенсувати втрати за рахунок використання нових можливостей, що відкрила ситуація. І це дало результат, вже з серпня, за словами Чечоткіна, компанія щомісяця продає на таку ж суму, як і рік тому. Крім того Rozetka – один із перших ритейлерів, який почав оснащувати свої відділення

генераторами та пристроями Starlink. У дні найглибших блекаутів торговельні точки компанії ставали окремими «пунктами незламності». Вихід на ринок Польщі є логічним наступним кроком у цій рішучій стратегії, що знову доводить, що найважчі виклики і кризові ситуації також можуть слугувати трампліном для розвитку, якщо ними правильно скористатися [5].

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Щомісячний макроекономічний та монетарний огляд червень 2022 року. Київ: Націн. банк України, 2022. 39 с. URL: [https://bank.gov.ua/admin\\_uploads/article/MM\\_2022-06.pdf?v=4](https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/MM_2022-06.pdf?v=4). (дата звернення: 28.02.2023).

2. Горбановська О. Повтомасштабна війна на території України – реакції, виклики та дії бізнесу. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=oPlxvIFEUF8>. (дата звернення: 28.02.2023).

3. Як війна вплинула на українську ІТ-індустрію. *Апостроф*. URL: <https://apostrophe.ua/ua/pages/kak-vojna-povliyala-na-ukrainskuyu-itindustriyu-izmenenie-planov-relokaciya-ozhidaniya-ot-2023-goda>. (дата звернення: 28.02.2023).

4. Орел І. «Нова Пошта» летить в ЄС. *Forbes.ua*. URL: <https://forbes.ua/company/nova-poshta-letit-v-es-operator-zapuskae-vlasnu-aviakompaniyu-z-aviaparkom-radyanskikh-an-i-zbiraetsya-vidkriti-shche-chotiri-novi-kraini-30012023-11371>. (дата звернення: 28.02.2023).

5. Шаповал К. Як Rozetka лавірує між клієнтським попитом, ракетами та тиском держави. Інтерв'ю зі Владиславом Чечоткіним. *Forbes.ua*. URL: <https://forbes.ua/company/poshchastilo-shcho-raketi-ne-prileteli-do-nas-yak-rozetka-lavirue-mizh-klientskim-popitom-raketami-ta-tiskom-derzhavi-intervyu-zi-vladislavom-chechotkinim-13122022-10433>. (дата звернення: 28.02.2023).

## ОГЛЯД ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ В ГАЛУЗІ ОБЛІКУ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

*Клімова І.В, Мойсеєнко В.В.*

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
klimova.iv@knuba.edu.ua, moiseienko.vv@knuba.edu.ua*

Важливим аспектом галузі зеленого будівництва є не тільки покращення умов мікроклімату в будівлях, а і зменшення кількості парникових газів в атмосфері в результаті реалізації певних засобів та методів на відповідних об'єктах. Цей аспект, за умов впровадження в суспільстві розуміння



важливості сталого розвитку, може бути джерелом фінансування проектів зеленого будівництва. Для з'ясування цього принципово важливого питання авторами розглянуто стан законодавства України стосовно обліку викидів парникових газів. Бо, фактично, забруднювачі атмосфери можуть бути джерелом фінансування проектів, які утилізують парникові гази з атмосфери. Так, в [1] існують терміни "Поглинач" та "Джерело". "Джерело" означає будь-який процес або вид діяльності, в результаті якого в атмосферу проникають парниковий газ, аерозоль чи прекурсор парникового газу. А "Поглинач" означає будь-який процес, вид діяльності або механізм, який адсорбує парниковий газ, аерозоль або прекурсор парникового газу із атмосфери. В статті 4 [1] зазначається, що Сторони, які приєдналися до Рамкової конвенції [1] сприяють раціональному використанню поглиначів і накопичувачів усіх парникових газів, які не регулюються Монреальським протоколом, включаючи біомасу, ліси, океани та інші наземні, прибережні і морські екосистеми, а також, у відповідних випадках сприяють їх охороні і підвищенню якості і співпрацюють у цьому напрямку.

На сьогодні відомі два суспільних механізми зменшення викидів CO<sub>2</sub> – система торгівлі викидами (EU ETS, яка існує в Європейському Союзі) та податок на викиди CO<sub>2</sub>. Саме ці суспільні механізми можуть бути джерелом фінансування проектів, які зменшують теплове забруднення атмосфери. Проекти, що зменшують теплове забруднення атмосфери поділяються на два основних класи: заходи з енергоефективності (включно з відновлювальними джерелами енергії) та зелені технології (до яких відноситься зелене будівництво). Принциповою складовою системи EU ETS є перелік з понад 12000 установок, які створюють більшість викидів CO<sub>2</sub>. Бо, без цього переліку неможливо контролювати стан знаходження парникових газів і рахувати кількість парникових газів, які надходять в атмосферу!

В грудні 2019 року був прийнятий закон України [2], який визначає правові та організаційні засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів. Цей закон спрямований на виконання зобов'язань України за міжнародними договорами, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, зокрема, Угодою про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони, а також на виконання вимог Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату та Паризької угоди.

Ключовим положенням цього закону є запровадження Єдиного реєстру з моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів з установок, розташованих на території України. До парникових газів згаданий закон [2] відносить: двоокис вуглецю (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), закис азоту (N<sub>2</sub>O),

гідрофторвуглеці (ГФВ), перфторвуглеці (ПФВ), гексафторид сірки (SF<sub>6</sub>) та інші газоподібні складові атмосфери, які поглинають та випромінюють інфрачервоне випромінювання. Закон [2] розглядає відносини оператора установки, що здійснює викиди парникових газів, верифікатора та суб'єктів, що здійснюють державне управління. В результаті реалізації положень цього закону держава і суспільство отримують моніторинг викидів парникових газів на території України, імплементуючи тим самим початкову фазу світового тренду на боротьбу з глобальним потеплінням. Згідно із законом [2] інформація про кількісні та якісні показники викидів парникових газів є відкритою і доступ до неї не може бути обмежений. Закон [2] вводиться в дію з 1 січня 2021 року. Запроваджений Єдиний реєстр з моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів з установок, розташованих на території України фактично є аналогом Європейського реєстру в системі EU Emissions Trading System (EU ETS). До складу EU ETS входять більше дванадцяти тисяч підприємств, які створюють більше половини європейських викидів CO<sub>2</sub> та 40 відсотків від усіх викидів парникових газів. Загалом, п'ять секторів входять до складу EU ETS:

- енергетика: всі теплові електростанції з кумулятивною тепловою потужністю більше 20 МВт, нафтопереробні підприємства та коксові печі;
- виробництво та обробка чорних металів, в тому числі виробництво чавуну та сталі потужністю від 2,5 тон за годину;
- видобувна промисловість, що включає виробництво цементу, цегли, скла та кераміки;
- целюлозно-паперова промисловість;
- сектор авіаперевезень.

З цього переліку ми бачимо, що система торгівлі викидами, головним чином, спрямована на великі індустріальні галузі бізнесу.

Система торгівлі викидами парникових газів – це ринковий та мотиваційний інструмент, який використовується для скорочення викидів парникових газів. Він працює за принципом «обмеження та торгівля».

Для підприємства, яке генерує парникові гази, є два шляхи отримання дозволів на викиди цих парникових газів: 1) отримати дозволи від держави безкоштовно, 2) придбати їх на аукціоні у держави чи іншого підприємства, у якого залишилися невикористані дозволи на викиди парникових газів.

Сьогодні зелене будівництво розглядається в контексті сталого розвитку, як складова частина архітектурно-будівельної діяльності, яка стосується житлових та громадських будівель. І джерела фінансування в цьому випадку, фактично, залежать від побажань та мотивації забудовників. Новим поштовхом розвитку зеленого будівництва може бути можливість долучитись до процесів, які будуть відбуватися в зв'язку із запровадженням системи

торгівлі викидами парникових газів - за рахунок кількісної фіксації зменшення рівня парникових газів внаслідок реалізації об'єктів зеленого будівництва, які скорочують обсяг парникових газів в атмосфері. Якщо будуть об'єктивно фіксуватися обсяги зменшення парникових газів внаслідок реалізованих проектів зеленого будівництва, то, гіпотетично, можна продавати забруднювачам квоти, які є еквівалентом очищення атмосфери від здійснених об'єктів зеленого будівництва. Поки питання входження зеленого будівництва в Систему торгівлі викидами парникових газів не передбачено в законодавстві. Але, деякі засоби зеленого будівництва, що призводять до зменшення викидів на підприємствах, які входять до реєстру, можуть бути запропоновані таким підприємствам і можуть отримувати фінансування від цих підприємств.

Проведений авторами огляд також визначив, що окрім Закону України [3], в якому реєструються викиди та забруднювачі (включно з переліком видів діяльності, які призводять до викидів та забруднень), прийнята постанова КМУ [4], в якій визначаються види діяльності, які призводять до викидів саме парникових газів. На сьогодні до цього переліку віднесено: 1) спалювання палива в установках, загальна номінальна теплова потужність яких перевищує 20 МВт; 2) переробка нафти; 3) виробництво коксу; 4) випалювання або спікання, в тому числі агломерація металеві руди; 5) виробництво чавуну або сталі (первинна або вторинна плавка); 6) виробництво або обробка залізовмісних сплавів (у тому числі феросплавів), якщо загальна номінальна теплова потужність агрегатів із спалювання перевищує 20 МВт; 7) виробництво цементного клінкеру в обертових випалювальних печах, виробнича потужність яких перевищує 500 тонн на добу, або в інших печах, виробнича потужність яких перевищує 50 тонн на добу; 8) виробництво вапна або кальцинація доломіту або магнезиту в печах; 9) виробництво азотної кислоти; 10) виробництво аміаку.

Визначений перелік дає можливість з'ясувати які галузі будуть проводити реальну діяльність по скороченню викидів парникових газів в системі торгівлі викидами парникових газів.

**Висновки.** В Україні законодавчо відбувся перший крок до системи торгівлі квотами на викиди парникових газів. Законодавчо впроваджена система торгівлі викидами яка, на сьогодні в першу чергу, спрямована на великі індустріальні галузі бізнесу. В умовах обмеженого фінансування українська галузь зеленого будівництва має розглянути потенційними можливості свого розвитку через пряму або опосередковану участь у системі торгівлі квотами на викиди парникових газів, оскільки вже є зрозумілим, що саме ця модель впроваджується в Україні слідом за Європейським Союзом, де ця модель реально працює з 2005 року. Складність для зеленого будівництва полягає в тому, що торгівля квотами на викиди парникових газів спрямована,

в першу чергу, на визначені законодавством виробничі процеси. Але велика кількість виробничих процесів відбувається саме в будівлях. І, відповідно до цього, системи формування мікроклімату є одним із факторів, який впливає на продукування парникових газів. Тому потрібно, все ж таки з'ясувати яким чином методологія та засоби зеленого будівництва, в сукупності з іншими засобами формування мікроклімату та очищення повітря в будівлях, можуть бути застосовані у зв'язку з дуже перспективною галуззю торгівлі квотами на викиди парникових газів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату (Конвенцію ратифіковано Законом України N 435/96-ВР від 29.10.96, ВВР, 1996, N 50, ст.277 ).

2. ЗАКОН УКРАЇНИ Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2020, № 22, ст.150).

3. ЗАКОН УКРАЇНИ Про Національний реєстр викидів та перенесення забруднювачів (Закон України; Перелік від 20.09.2022 № 2614-ІХ, набрання чинності, відбудеться 08.10.2023).

4. Перелік видів діяльності, викиди парникових газів в результаті провадження яких підлягають моніторингу, звітності та верифікації. Затверджено постановою КАБІНЕТУ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ від 23 вересня 2020 р. № 880.

### СКЛАДОВІ ЕЛЕМЕНТИ ЗЕЛЕНОЇ ПОКРІВЛІ ПРИ ІНТЕНСИВНОМУ ОЗЕЛЕНЕННІ ДАХУ

*Компанєць Олена Олегівна, Швиденко Інна Миколаївна*

*<sup>1</sup>Державний біотехнологічний університет,*

*[lenu4ek322@gmail.com](mailto:lenu4ek322@gmail.com), [i.shvydenko.mikulina@gmail.com](mailto:i.shvydenko.mikulina@gmail.com)*

Озеленення дахів – термін, що позначає частково або повністю засаджені живими рослинами дахи будівель або будь-яких споруд, покриті сумішшю зі спеціальним ґрунтом, розміщеним на гідроізолюючій мембрані. Також можуть використовуватися додаткові шари, що захищають дах від коренів, дренаж і системи поливу. Існує два види озеленення дахів: інтенсивне та екстенсивне. Розглянемо інтенсивний вид озеленення [1].

Інтенсивне озеленення – це вид озеленення даху, яке призначене для рекреації. При такому озелененні на даху облаштовують рослини, доріжки та малі архітектурні форми. Даний вид є економічно затратним і вимагає високого

рівня організаційного, технічного обслуговування. Це не дивно, бо покрівля створена таким чином, що має значну вагу, але це необхідно для нормального зростання рослин. Кожен елемент покрівлі дає змогу рослинам зростати на даху в несприятливих кліматичних умовах.

Будь-яка зелена покрівля складається з декількох шарів [2]:

1. Основа (підставка). Це перший шар, який являє собою несучі конструкції даху. Це можуть бути дерев'яні лати, бетонні плити перекриття (для плоского даху), суцільна обрешітка (для скатної). Якщо плита плоска, рекомендується створення невеликого нахилу. Потрібно враховувати, що підкладка або каркас повинні бути міцним і добре захищеним від атмосферних явищ.

2. Гідроізоляційний шар. Всі рослини без винятку потребують поливу. Але такий вплив дуже шкідливий для матеріалів, з яких виробляється дах. В даному випадку використовується гідроізоляція, ґрунт огорожують від даху. Застосовуються полімерні мембрани або поліетиленова плівка. Прекрасно підійде рідка гума. Вода буде зберігатися в касетах з ґрунтом і постійно підживлювати рослини. Гідроізоляція може розташовуватися безпосередньо на покрівельному покритті.

3. Теплоізоляція. В основному, теплоізоляційний шар створюють з плит, зроблених з пробки. Використовується також екструдований пінополістирол або поліуретан у вигляді піни. Плити укласти необхідно дуже щільно. Коли верхніми шарами створюються недостатньо тиску, можна з'єднати їх, застосовуючи спеціальний клей.

4. Бар'єр для коренів. Необхідний для захисту даху від пошкоджень, що можуть нанести коріння, які ростуть вглиб. Являє собою полімерну звичайну плівку або ж фольгу. Дуже добре підходить плівка, що має металеве покриття. Вона укладається на шар теплоізоляції.

5. Дренажний шар. Він затримує певну кількість води, необхідної для життя рослин. Його основа складається з дренажно-накопичувального елемента – спеціальний шар, що складається з пластикового елемента з осередками різного розміру, який забезпечує дренаж надлишків води із субстрату, і водночас частково накопичує її, для того, щоб надалі віддати рослинам. Накопичувальна здатність 13,5 л на 1 м<sup>2</sup>. Вода повинна при цьому вільно переміщатися в бік водостоку по даху. Ще дренаж можна влаштувати з керамзиту, вибравши для застівки шару середню і велику фракцію, але можна придбати і геомати – спеціальні решітки, які нагадують мочалки і мають непогані дренажні властивості.

6. Фільтраційний шар. Необхідний для затримання непотрібних опадів. Відмінним фільтром є геотекстиль. Це тонкий, термічно скріплений, водонепроникний нетканий геотекстиль, виготовлений з безперервних 100%

поліпропіленових волокон, має високий початковий модуль пружності (жорсткість), оптимальне збільшення (не більше 55%) та високу однорідність. Така комбінація властивостей дозволяє матеріалу з високою ефективністю виконувати свої функції, такі як поділ і зміцнення, фільтрація та дренаж. Матеріал має стійкість до вологості та хімічних сполук, зокрема, до кислот і лугів. Більш того, геополотно запобігає змішуванню ґрунту і шару дренажу.

7. Родючий ґрунт. Ґрунти, що використовуються на даху, повинні відрізнятися невеликою вагою, теплоємністю, бути пористими і вологоємними. Потрібно розуміти, що склад ґрунту буде значно відрізнятися, в залежності від вибору рослин, які пропонуються для висадки. Рекомендується застосовувати легку ґрунтосуміш, що складається з нейтрального торфугрунту, дрібного керамзиту і перліту. Можна додати глину, сланець, пісок.

8. Рослини. Отже, після того, як укладені всі шари, можна висаджувати рослини. Це можуть бути багаторічні, трав'янисті, чагарникові, деревні рослини, седуми, газони, тощо. Головне щоб обрані рослини відповідали критеріям зростання на даху в несприятливих кліматичних умовах а саме: здатність витримувати прямі сонячні промені, здатність переносити підсихання крони від спекотних сильних вітрів, здатність витримувати перепади температури, здатність переносити високу сонячну радіацію, світлолюбність, відповідний тип кореневої системи (мичкувата коренева система), невибагливість до родючості ґрунту, невибагливість у догляді та ін.[3].

На (рис.1) зображено план-схему складових зеленої покрівлі.

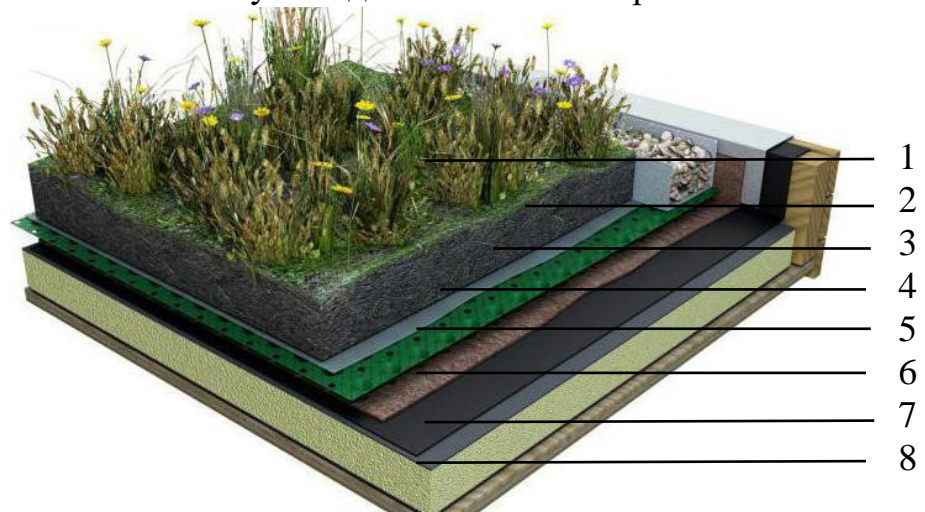


Рис. 1. Схема – план зеленої покрівлі:

1- рослини; 2- шар ґрунту; 3-фільтраційний шар; 4- дренажний шар; 5- бар'єр для коренів; 6-теплоізоляція; 7- гідроізоляція; 8- основа ( підставка)

**Висновок:** створення зеленої покрівлі складається з восьми основних складових які передбачені для облаштування рівної поверхні даху. Звичайно якщо дах має певний кут нахилу додається додатковий шар – георешітка. Укладається на фільтраційний шар. Це необхідно для того щоб затримати ґрунт і не дати йому сповзти і зіпсувати покрівлю.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Таранець Л.А. Кузьменко Т.Ю. Зовнішнє озеленення будівель: основні прийоми. Історичний досвід і сучасні тенденції розвитку архітектури, дизайну, містобудування та образотворчого мистецтва: зб. наук. праць за матеріалами Всеукр. наук. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів, м. Полтава, 20 – 22 трав. 2015 р. Полтава, 2015. С. 417-422.

2. Зелений дах, технологія влаштування трав'яної покрівлі. URL: <https://theroyalfamily.ru/uk/steny/zhivaya-krysha-zelenaya-krysha-tehnologiya-ustroistva-travyanoi-krovli-naklonnye/>

3. Новосельчук Н.Є. Озеленення штучних основ як засіб екологічного оздоровлення міського середовища. Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник. Київ, 2010. Вип. 4. С. 88-92.

## ПРИЙОМ МОДУЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ В АРХІТЕКТУРНОМУ ФОРМОУТВОРЕННІ

*Коптєва Гелена Леонідівна*

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М.*

*Бекетова, gelena1312@gmail.com*

Головною складовою екологічної інфраструктури сучасного міста є органічне поєднання архітектурних об'єктів з природними компонентами. Саме тому в архітектурному формоутворенні все частіше зустрічається проектування екологічних будівель з використанням природних компонентів. В ХХ ст. з'явилося поняття «Зелена архітектура», яка реалізує органічний підхід на основі використання природного компонента – рослинності в якості рівноправного елемента архітектурної композиції. Багато в чому саме вона повинна відповідати за створення прийнятних з екологічної точки зору умов життя в місті, що сприяє реалізації принципів гуманізації та соціальної орієнтованості середовища, підтримці балансу природних і антропогенних компонентів в містобудівному просторі.

Організації садів на дахах сприяла висока урбанізація міст, дефіцит міських територій, їхня висока вартість, а також погіршення екологічної ситуації. Влаштування сучасних садів на різноманітних штучних підставах

наряду з функціональними, технічними та естетичними задачами вирішує загальні задачі екології, збільшуючи площу озелених територій. Вплив рослинності на поліпшення екологічної ситуації в містах безперечний.

Зелена архітектура поєднує органічну теорію та екологічний напрям, а також збагачується концепцією сталого розвитку. В широкому розумінні зелена архітектура – це будівлі та споруди, які можуть мати в своїй структурі альтернативні джерела енергії, природні компоненти, природні будівельні матеріали тощо.

Використання рослин в архітектурному формоутворенні будівель і споруд набуло широкого поширення в архітектурі розвинених країн світу на державному рівні, але в Україні цей напрям лише набуває розвитку і має бути перспективним при формуванні новітніх форм в сучасному містобудуванні. Незважаючи на складність створення зеленої архітектури результат настільки позитивний, що об'єкти з використанням природних компонентів реалізуються по всьому світу.

Озеленення дахів коригує температурний режим приміщення, створює захист від ультрафіолетового випромінювання, сприяє підвищенню шумозахисних властивостей, запобігає виділенню шкідливих речовин з покрівельних матеріалів. Також озеленення використовують в якості ізоляційного матеріалу, що дозволяє знизити витрати на електроенергію. Вертикальне озеленення стін надає додатковий захисний шар між внутрішнім і зовнішнім простором. Зелені стіни сприяють розвитку екосистеми.

Таким чином, природоінтегрована архітектура – це результат поєднання екології, архітектури будівель, ландшафтної архітектури та містобудування, в основі якого лежить використання симбіозу засобів ландшафтної архітектури та прийомів сучасного формоутворення. Споруди, які запроєктовані на основі екологічних тенденцій та мають в своїй структурі рослинність, дуже популярні в сучасній архітектурі та стають проявом новітньої течії, однак впровадження природних компонентів в існуючу забудову минулих століть дає нове життя архітектурним об'єктам.

Ефективна експлуатація зеленого даху може бути додатковим місцем відпочинку, розміщення літніх кафе, майданчиків під відкритим небом. Їх слід більш активно використовувати як для цілей рекреації так і для поліпшення екологічного комфорту в містах. Сади на дахах в теперішній час дуже різноманітні по формі, архітектурно-ландшафтному оформленню, функціональному призначенню. Для їхнього створення використовуються дахи житлових будинків, супермаркетів, гаражів, складів, станцій техобслуговування, кінотеатрів, тощо.

Озеленення покрівель залежить від типу рослин, що будуть висаджені. Висота ґрунту прямо залежна від висоти рослинного покриву будь то трава,



чагарники або дерева. Шар ґрунту може досягати до 120 см. Але існують варіанти, при яких можна відмовитися від значної кількості покрівельних шарів та насипу ґрунту і використовувати лише плиту незначної товщини для створення зеленої покрівлі. Компанія Archiphyte спеціалізується не так на живих стінках, як на озелененні дахів, вона створила технологію гнучких плит [1]. Основна ідея даної технології – використання рослинності, яка не потребує ґрунту – на епіфітах. Найекономічнішим виявилось використовувати мох, вірніше цілу лінійку мохів найрізноманітніших форм і кольорів. Хоча в конструкціях Archiphyte також непогано почуваються папороті, лишайники та печіночники. Плити мають такі шари: базовий шар з гідроізолюючою поверхнею, основа на якій зафіксована трубка для крапельного поливу, рослинний покрив, сітка що фіксує рослини до пластикового шару [3]. Щоб прикріпити мох до пластикової основи, рішення обрали найпростіше. Мох притиснули до основи пластиковою сіткою. Так народилася нова розробка.

Компанія втілила новітню технологію отримавши велике замовлення на озеленення даху коледжу Пенсільванії. За рахунок покриття рослинністю будівля чудово гармонує з навколишнім середовищем. Делікатність технології та відсутність об'єму конструкції дає змогу повністю повторювати форми будинку.

Ще одним із варіантів посадки газону на фасадні поверхні є озеленення стін за допомогою моху. Для даного озеленення використовується певна субстанція, яка наноситься на стіну. За цією ж схемою можна виконувати малюнки з моху на стіні. Їх технологія досить проста: очищену до кам'яної основи стіну штукатурять тонким шаром вологої глини, в яку згодом і садять насіння. Також, незабаром стане можливим використання біобетону. Сенс цієї технології полягає в створенні бетону з фосфатом магнію, поверх якого укладаються тришарові плити, які поглинають вологу, зберігають її всередині, але не пропускають до конструктивних елементів будівлі. Протягом року після установки такі панелі обростають мохом й іншими найпростішими рослинами.

При створенні зеленої поверхні можлива установка модулів вже з пророщеними рослинами, і така стіна буде функціонувати відразу після монтажу. Технології з використанням зелених модульних плит забезпечують легкість конструкції, рослини вирощуються гідропонним шляхом. Недолік конструкції в тому, що рослинам потрібен час для того, щоб вкоренитися та прорости, отже від початку улаштування зеленої стіни до її використання може пройти кілька тижнів, місяців протягом цілого року.

Прийом модульного або комбінаторного озеленення ґрунтується на створенні певного модуля та його використанні в різних інтерпретаціях. Можливе поєднання зеленого модуля з подібними йому панелями різного розміру та певною послідовною зміною габаритів і параметрів. Це насамперед

дозволяє застосувати прийом аплікації площини на якій розташована рослинність. У зарубіжній практиці популярним стає використання логотипів з рослин або картини з моху. Також для здійснення даного прийому можна використовувати ґрунтові фітотули – створення аплікації не на поверхні, а як би в товщі скляної конструкції.

Таким чином, раціональне використання природних ресурсів є однією з найважливіших задач у галузі містобудування. Підвищення якості міського середовища пов'язане з необхідністю розробки системи природоінтегрованих заходів та принципів в архітектурному формоутворенні, що має бути частиною довгострокової програми розвитку новітніх технологій в архітектурі та містобудуванні. Інтеграція природних компонентів в структуру будівель не є новою в архітектурі, але ще ніколи природні компоненти не використовувалися так активно, створюючи новий образ сучасної архітектури.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Кузнєцова Я. Ю., Клочко Н. В. Конструктивні та життєзабезпечуючі системи реалізації вертикального озеленення в архітектурі. Архітектурний вісник КНУБА : наук.-вироб. зб. / відп. ред. П. М. Куліков. Київ : КНУБА, 2016. Випуск 8–9. С. 242–247
2. Poerschke U. Architectural Theory of Modernism: Relating Functions and Forms. Routledge, 2016. 250 p.

### ВПЛИВ «ЗЕЛЕНИХ» ПОКРІВЕЛЬ НА УПРАВЛІННЯ ДОЩОВИМИ ВОДАМИ: ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ

*Тетяна Ткаченко, Віктор Мілейковський, Марина Кравченко*  
*Київський національний університет будівництва і архітектури,*  
[tkachenko.tm@knuba.edu.ua](mailto:tkachenko.tm@knuba.edu.ua), [v\\_mil@ukr.net](mailto:v_mil@ukr.net), [marina-diek@ukr.net](mailto:marina-diek@ukr.net)

Наслідком швидкої урбанізації міста є поява низки екологічних проблем, в тому числі пошук оптимальних, стійких та економічно вигідних рішень для управління дощовими водами у високорозвинених міських районах. Це критично важлива проблема, яка має місце через негативний вплив міських дощових вод на водні та наземні екосистеми і, безпосередньо, на людину через забруднення води і повені.

Існує ряд стратегій світового масштабу, в компетентність яких входить управління дощовими стоками, такі як:

• «LID» (Low Impact Development, США) – підхід до управління поверхневими стоками, який враховує гідрологічні процеси в природі та

використовує принципи управління дощовими водами, які найбільш близькі до природних процесів.

- «SuDS» (Sustainable Drainage Systems, Великобританія) – це підхід до управління дощовими водами, який включає використання методів, що знижують обсяг дощових стоків на місці, де вони утворюються, а також забезпечують очищення води.

- «LIUDD» (Low Impact Urban Design and Development, Нова Зеландія) – система управління дощовою водою на міських територіях, зокрема, за допомогою використання технологій зберігання, затримання та очищення дощової води.

- «WSUD» (Water Sensitive Urban Design, Австралія) – це сукупність принципів, які можна застосовувати для сталого управління водними ресурсами, надаючи можливості розвитку індустрії для забезпечення більш зручних умов для життя із ефективною системою водовідведення.

Кожна стратегія має унікальні переваги та значні досягнення в області управління дощовими водами. Проте варто зазначити, що розглянуті концепції мають свої обмеження. Наприклад, їх впровадження може вимагати великих інвестицій, а також технічної та інженерної підтримки. Крім того, більшість інженерних рішень вимагають додаткового простору на периферії міських районів, який, в іншому випадку, може бути використаний для корисної інфраструктури, що робить ці технології відносно складними для впровадження.

У роботі [1] стверджується, що запровадження «зелених» конструкцій, відповідно до рекомендацій *WSUD/SuDS/LIUDD*, може бути перспективним рішенням для зменшення негативних наслідків урбанізації і, зокрема, для управління дощовими водами.

«Зелені» конструкції – це біотехнології, які поєднують в собі архітектурні конструкції та живі рослини. В залежності від розташування, конструкції можуть бути вертикальні або горизонтальні. «Зелений» дах – це один з видів «зелених» конструкцій, що являє інженерні багатошарові технології, з вегетованою верхньою поверхнею. Остання складається з субстрату та рослин.

Як показали багато авторів [2 – 5], системи «зелених» дахів пропонують рішення таких проблем, пов'язаних з управлінням дощовими водами, як: локальна утилізація стоків; зменшення обсягів стоку, за рахунок евапотранспірації з рослинності та відкритих поверхонь; затримка дощової води в ґрунті; зменшення пікових значень стоку за рахунок тимчасового зберігання води в субстраті і дренажному шарі; поліпшення якості дощових вод, які фільтруються через мембрани «зелених» дахів, а потім потрапляють в ґрунт або збирається в окремі резервуари з метою подальшого використання в технічних чи побутових цілях.

Багато науковців проводили дослідження систем «зелених» дахів в усьому світі з точки зору їх продуктивності в управлінні зливовими водами. Так, для екстенсивних «зелених» дахів (з глибиною підкладки <15 см) середня ефективність утримання дощової води оцінюється між 45% [6] і 60% [7], а сукупні річні утримання становлять близько 50% [8] і 60% [9].

Інші автори [10] розробили модель водного балансу для вивчення показників утримання дощової води «зеленою» покрівлею на основі метеорологічних даних за 11 років. Середньорічне утримання становило від 30 до 73,8%, залежно від місцевих кліматичних умов, які відіграють першочергове значення для гідрологічних характеристик «зелених» дахів.

Так, у дослідженні [11] результати показали, що середньорічне утримання стоку «зеленими» дахами в сухому континентальному кліматі Ланьчжоу становило 73,8%, що було вище, ніж у вологих кліматичних регіонах Пекіна (48,9%), Чунціна (45,2%) і Шеньчженя (30,0%).

Водоутримуюча здатність «зелених» покрівель є непостійною, і коливається від низького відсотка до 100%, що залежить від таких факторів, як ухил «зеленої» покрівлі, товщина і тип підкладкового шару, вид рослинності, а також кількість води, накопиченої в її структурі, до наступних дощових опадів [12].

Для того щоб визначити кількість відтоку дощової води з поверхні «зелених» покрівель на аналізованій ділянці, авторами [13] запропоновано наступну методику розрахунку:

$$LDR = \sum_i A_i \cdot RR_i \cdot CMC \cdot R, \text{ дм}^3/\text{день} \quad (1)$$

де:  $i$  – тип зеленого даху: 1 – екстенсивний, 2 – інтенсивний;

$A$  – поверхня покрівель заданого типу в аналізованій зоні;

$R$  – добова кількість опадів (мм/добу).

Також була запропонована формула для визначення добового навантаження відведення дощової води на аналізованій ділянці, у вигляді:

$$LD = A_R \cdot R - LDR, \text{ дм}^3/\text{день} \quad (2)$$

де:  $A_R$  – випробувальний майданчик, обладнаний каналізацією дощової води ( $\text{м}^2$ ).

За даною методикою було встановлено, що близько 44 % дощової води від проливних дощів затримується в шарах «зеленої» покрівлі, а в разі інтенсивності, що не перевищує 5 мм/добу, дощова вода повністю затримується як інтенсивними, так і екстенсивними дахами.

Згідно зі статистикою, у 2022 році більшість міст зі значною щільністю «зелених» дахів, які використовуються для управління дощовими стоками, знаходяться в Австрії, Німеччині та Швейцарії, які вперше прийняли політику впровадження та поширення цих технологій.

Щодо України, останніми роками спостерігається зростання інтересу до використання «зелених» технологій і можливостей регулювання ними дощових стоків, проте науково-технічні розробки, результати досліджень щодо їх впровадження та методики щодо розрахунку вторинного використання дощових вод на сьогодні практично відсутні.

Для того, щоб впровадження «зелених» дахів в Україні в майбутньому набувало більшої актуальності та поширення, необхідно розробити та реалізувати комплексну програму, яка б охоплювала систему заходів, запропоновану авторами і представлену на рис. 1.



Рис. 1. Рекомендована система заходів для розвитку та впровадження «зелених» дахів в Україні

Вагомий внесок у галузь досліджень «зелених» конструкцій внесла автор [15, 16], розробивши та вдосконаливши ряд методологій: оцінки рівня секвестрації CO<sub>2</sub> біомасою «зелених конструкцій»; визначення термічного опору рослинного шару та «охолоджувального ефекту»; розрахунку утриманого поверхневого стоку «зеленою» покрівлею; розрахунок об'єму резервуара на базі методики Wilo, адаптованої до кліматичних умов України.

Крім того автори Ткаченко Т.М. та Мілейковський В.О. приймають безпосередню участь у формуванні нормативної бази впровадження «зелених»

технологій в Україні, зокрема розробляють проєкт ДБНВ.2.6-\_:202\_ «Зелені» конструкції, одним із позицій якого є управління зливовими водами.

З кожним роком публікується все більше і більше статей на тему впливу «зелених» дахів на керування дощовими водами, але широких оглядів, які дають такий необхідний переріз цієї галузі досліджень і систематично подають дані та визначають існуючі прогалини, мало.

У зв'язку з цим науково-практична співпраця між науковцями, політиками та практиками в майбутньому є важливою для передачі нових знань про «зелені» технології, допомагаючи містам та міським регіонам, зокрема в Україні, розробляти відповідні стратегії їх впровадження.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Mohammad A. Alim, Aatur Rahman, Zhong Tao, Brad Garner, Robert Griffith, Mark Liebman. Green roof as an effective tool for sustainable urban development: An Australian perspective in relation to stormwater and building energy management. *Journal of Cleaner Production*. 2022. Volume 362. 132561. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132561>

2. Agnieszka Szpak, Joanna Modrzyńska, Joanna Piechowiak. Resilience of Polish cities and their rainwater management policies. *Urban Climate*. 2022. Volume 44. 101228. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101228>

3. Gilbert Osayemwenre, Otolorin Adelaja Osibote. A Review of Health Hazards Associated with Rainwater Harvested from Green, Conventional and Photovoltaic Rooftops. *International Journal of Environmental Science and Development*. 2021. Vol. 12, No. 10.

4. Sylvana Melo dos Santos, Érika Pinto Marinho, Glenda Cordeiro de Oliveira Lima, Everton Santos de Barros, Yan Ranny Machado Gomes. Green roof drained rainwater quality assessment: a physicochemical analysis from a case study in Northeastern Brazil. *Sustainable Water Resources Management*. 2022. Volume 8. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40899-022-00698-x>.

5. Procaccini G., Monticelli C. A Green Roof Case Study in the Urban Context of Milan: Integrating the Residential and Cultivation Functions for Sustainable Development. *Water*. 2021. Vol. 13(2), 137. DOI: <https://doi.org/10.3390/w13020137>

6. Jeroen Mentens, Dirk Raes, Martin Hermy. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning*. 2006. Volume 77. Issue 3. P. 217-226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.010>

7. Haowen Xie, Jun Liu, Mark Randall. Impact of structural factors on green roof runoff – A field investigation and statistical analysis. *Journal of Hydrology*.

2022. Volume 613, Part A. 128345. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128345>

8. Virginia Stovin, Simon Poë, Christian Berretta. A modelling study of long term green roof retention performance. *Journal of Environmental Management*. 2013. Volume 131. P. 206-215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.09.026>

9. Ju Young Lee, Min Jung Lee, Mooyoung Han. A pilot study to evaluate runoff quantity from green roofs. *Journal of Environmental Management*. 2015. Volume 152. P. 171-176. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.01.028>

10. Yongwei Gong, Dingkun Yin, Junqi Li et al. Performance assessment of extensive green roof runoff flow and quality control capacity based on pilot experiments. *Science of The Total Environment*. 2019. Volume 687. P. 505-515. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.100>

11. Wen Liu, Bernard A. Engel, Qi Feng, Ruolin Li. Simulating annual runoff retention performance of extensive green roofs: A comparison of four climatic regions in China. *Journal of Hydrology*. 2022. Volume 610. 127871. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127871>

12. Agnieszka Bus, Anna Szelągowska. Green Water from Green Roofs—The Ecological and Economic Effects. *Sustainability*. 2021. Vol. 13(4). 2403. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13042403>

13. Zhang Z., Szota C., Fletcher T., Williams N., Farrell C. Green roof storage capacity can be more important than evapotranspiration for retention performance. *J. Environ Management*. 2019. 232:404–412. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.070>

14. Irga P.J., Braun J.T., Douglas A.N.J., Pettit T., Fujiwara S., Burchett M.D., Torpy F.R. The distribution of green walls and green roofs throughout Australia: Do policy instruments influence the frequency of projects? *Urban Forestry & Urban Greening*. 2017. Volume 24. P. 164-174. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.03.0264>

15. Tkachenko T. The reuse of rainwater drains by using «green roofs». *USEFUL online journal. Discipline: Water Supply & Treatment*. 2019. Volume 3, Issue 1.

16. Ткаченко Т.М., Прокопенко І.О. Розрахунок утриманого поверхневого стоку покрівлю німецького виробника. Екологічна безпека та природокористування. 2020. № 3 (35). С. 44 – 56.

## МОДИФІКАЦІЯ «ЗЕЛЕНОЇ» ПОКРІВЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ЗЛИВОВИХ ВОД У МІСЬКИХ УМОВАХ

*Марина Кравченко, Тетяна Ткаченко, Віктор Мілейковський*  
*Київський національний університет будівництва і архітектури,*  
[tkachenko.tm@knuba.edu.ua](mailto:tkachenko.tm@knuba.edu.ua), [y\\_mil@ukr.net](mailto:y_mil@ukr.net), [marina-diek@ukr.net](mailto:marina-diek@ukr.net)

Внаслідок швидкої урбанізації сучасних міст, природні поверхні поступово перетворюються на непроникні території (тобто дороги, будівлі, дахи тощо), завдяки чому зменшується інфільтрація та збільшується поверхневий стік, що призводить до затоплення великих територій та виникнення явища «островів тепла» в містах.

«Зелені» дахи, які пропонують широкий спектр екологічних, соціальних та економічних переваг, у порівнянні з традиційними дахами, запроваджуються як перспективна стратегія сталого розвитку міст для вирішення глобально зростаючих проблем урбанізації та зміни клімату.

Менеджмент зливовими водами є однією з основних переваг «зелених» покрівель, які найбільше привертають увагу дослідників. Проте, однією з критичних проблем для «зелених» дахів є зниження їх продуктивності при насиченні, тобто зменшення ефективності функціонування після послідовних зливових подій. Для вирішення цієї проблеми повинна бути реалізована інноваційна технологія, заснована на принципі затримання зливових вод. Враховуючи всі переваги, які пропонує «зелений» дах, інноваційна система для затримання дощової води повинна мати два додаткових шари (наприклад, шар для зберігання води та шар для її затримання), що дозволить вирішити проблему перенасичення.

Тому сьогодні все більшого контексту серед науковців світового рівня набуває спроба вдосконалити екосистемні послуги, які надають «зелені» технології, шляхом їх інтеграції з іншими системами, тобто створення та впровадження так званих «гібридних зелених» дахів (*Hybrid Green Roofs*), до яких відносяться «зелено-блакитні» та «фіолетові» покрівлі.

«Зелено-блакитний» дах – це нове інноваційне рішення, яке має ту саму концепцію, що й «зелений» дах, але додатково поєднує сховище води нижче «зеленого» даху, здатне збирати інфільтровані опади, повільно випускаючи їх із системи, які потім повторно використовуються зеленою рослинністю даху, шляхом капілярного зрошення, що дозволяє рослинам приживлюватися в посушливий період, збільшуючи евапотранспірацію та створюючи охолоджуючий ефект [1].

Завдяки поєднанню «блакитних» дахів із «зеленими» покрівлями мембрана відокремлює резервуар для води від верхнього відсіку, куди



додаються ґрунт і рослини. Поглинаючий матеріал дозволяє корінням рослин витягувати воду з резервуара в ґрунт, а коріння з'єднують два відсіки. Поливальна трубка знаходиться в передньому лівому куті.

Потенціал управління зливовими водами як «блакитних» дахів, так і «зелених» дахів покращується за рахунок встановлення додаткових елементів для утримання, затримки та відведення стоку води [2].

Тобто, «зелено-блакитні» дахи поєднують синергетичні переваги технологій «блакитного» та «зеленого» даху, а збережена вода підтримує життєдіяльність рослин, які допомагають утримувати та видаляти зливову воду з муніципальної системи управління зливовою водою (каналізації).

Дослідження ефективності «зелено-блакитного» даху в управлінні дощовими водами є відносно новими, але ряд науковців вже отримали перші результати, які свідчать про значні переваги цих конструкцій перед іншими системами.

Так, у дослідженні [3] автори оцінювали ефективність управління стоком «блакитною» та «зелено-блакитною» покрівлею, порівнюючи дані моніторингу, виміряні на двох різних об'єктах, з контрольним дахом в столичному районі Сеула (Корея).

Результати досліджень показали, що вимірний відтік дощового стоку з «блакитного» даху становив  $0,45 \text{ дм}^3/\text{с}$  у порівнянні зі звичайним дахом, де об'єм стоку дорівнював  $1,55 \text{ дм}^3/\text{с}$ . З іншого боку, стік із «зелено-блакитної» покрівлі становив  $0,1 \text{ дм}^3/\text{с}$ , порівняно з контрольною покрівлею, де стік був  $0,3 \text{ дм}^3/\text{с}$ . Було виявлено, що «зелено-блакитний» дах є більш ефективним в утриманні дощового стоку під час довготривалих опадів, ніж «блакитний» дах.

Іншими авторами [4] вивчалась гідрологічна ефективність експериментального «зелено-блакитного» даху, яка кількісно оцінювалась за допомогою відповідних показників, заснованих на порівнянні гідрологічної ефективності системи з рівним за розмірами еталонним «сірим» дахом. Було встановлено, що у середньому, експериментальний «зелено-блакитний» дах підтримує рівень утримання дощової води біля 77% за добовою шкалою та 61% за шкалою подій, що порівнюється з типовими значеннями традиційних великих «зелених» дахів, проте ці показники можуть бути покращені з використанням «орієнтованого на утримання» управління вихідного клапану.

Крім того, концепція «зелено-блакитного» даху передбачає й такі біофізичні процеси, як затримання, зберігання, проникнення та біологічне поглинання забруднюючих речовин, що дозволяє управляти не лише кількістю, а й якістю зливових вод [5].

Традиційні «зелені» дахи забезпечують лише явище утримання. Концепція «фіолетового» та «зелено-блакитного» даху забезпечують як утримання дощової води, так і зберігання її деякий час в системі.

«Фіолетова» покрівля – це конструкція, яка включає в себе губчастий шар з гідрофільної мінеральної вати, щільний шар поліефірної тканини, і може включати або не включати додатковий стільниковий шар для збільшення обсягу дощової води, яку можна утримувати, зменшуючи тим самим піковий стік до 95 %.

«Фіолетова» покрівля концептуально і технічно відрізняється від «зеленої» покрівлі тим, що перша включає в себе низькотрансмісивний дренажний шар і зону пустих проміжків між частинками матерії, який може бути спроектований на різній глибині для тимчасового зберігання і повільного відведення води.

Макропористі шари мінеральної вати та субстрат, які є стандартними матеріалами для «зелених» покрівель, призначені для затримки води, але вони не завжди мають достатню кількість макропор, щоб забезпечити ефективний відвід води під час інтенсивних опадів. У конструкцію «фіолетового» даху додається стільниковий накопичувальний резервуар для затримання води – це шар вертикальних трубок, які на 93% складаються з макропорних порожнеч.

Три типи дахів [6], тобто традиційні, «зелені» та «фіолетові», були побудовані в Західному Сіднеї, Австралія. Ці дахи були досліджені і порівняні з точки зору зменшення пропускної здатності стоку, початкового часу стоку і часу, необхідного для відведення стоку.

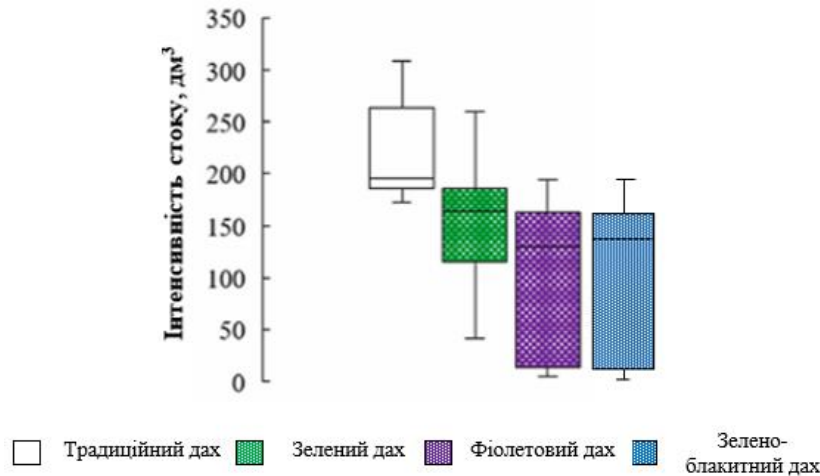
В результаті експериментальних досліджень було встановлено, що «фіолетовий» дах працював ефективніше, ніж інші покрівельні системи під час всього періоду опадів. «Фіолетовий» дах затримав початок дощового стоку на 773, 211 і 86 хв для малої, середньої і великої інтенсивності опадів, відповідно, в порівнянні з традиційним дахом, і на 110,59 і 14 хв, відповідно, в порівнянні з «зеленим» дахом.

Під час невеликої інтенсивності опадів «фіолетовий» дах у більшості випадків зберігав 100% води. Для середніх, великих і надзвичайно великих дощових подій середнє скорочення об'єму стоку «фіолетовим» дахом склало 88%, 34% і 7% та 55%, 21% і 10%, ніж у традиційних і «зелених» дахів, відповідно.

Тобто, є дві основні переваги запропонованої системи «фіолетового» даху: зменшення тиску на місцеву систему каналізації під час дощової події, затримуючи генерацію стоку, та мінімізування насичення в результаті повільного вивільнення поглиненої води, що дозволяє підготувати дах до наступної дощової події.

Різні наукові дослідження демонструють, що ступінь утримання дощових вод «зелено-блакитними» та «фіолетовими» дахами, приблизно однакова і є вищою, ніж традиційними та «зеленими» дахами, що представлено на рис. 1. Це пояснюється тим, що «зелено-блакитні» та «фіолетові» дахи мають більш

глибокі та водопоглинальні шари, що дозволяє їм затримувати велику кількість води.



**Рис. 1. Ступінь утримання дощового стоку, в залежності від інтенсивності опадів, різними типами покрівель**

Результати досліджень та їх обговорення свідчать про те, що дощову воду можна контролювати на даху різними способами: за допомогою «зелено-блакитного» даху, «зеленого» даху та «фіолетового» даху, в залежності від конфігурації покрівлі, на яку буде встановлено ту чи іншу конструкцію. Авторами запропоновано порівняльний аналіз управління дощовим стоком за допомогою традиційних дахів, «зелених» покрівель та модифікованих з іншими системами «зелених» покрівель (табл. 1).

*Таблиця 1*

**Порівняння управління дощовим стоком за допомогою різного типу покрівельних систем**

Традиційне управління зливовими водами	Управління зливовими водами з допомогою «зеленого» даху	Управління зливовими водами з допомогою модифікованих систем «зеленого» даху
Концепція: відсутність можливості збору та утримання дощового стоку на даху	Концепція: можливість часткового збору та відсутність утримання дощового стоку на даху	Концепція: можливість збору і утримання дощового стоку за допомогою спеціальних резервуарів
Основний дощовий стік надходить безпосередньо в міську систему каналізації	Частина дощового стоку поглинається рослинністю та субстратом, а частина – надходить в міську систему каналізації	Дощові стоки збираються та утримуються на даху в додаткових резервуарах для утримання дощових стоків
З результатів наукових досліджень доведено, що цей підхід не є ефективним	Аналіз наукових даних доводить, що підхід з використанням систем	Фактичний аналіз наукових даних доводить, що підхід з використанням «зелено-

для управління дощовими стоками	«зеленого» даху ефективний для управління дощовою водою	блакитного» та «фіолетового» даху ефективний для управління дощовою водою
Вартість будівництва низька, але не має переваг для управління стоком опадів	Вартість будівництва висока, але має багато переваг для управління зливовою водою	Вартість будівництва висока, але має багато переваг для управління зливовою водою
Можливість встановлення на будівлях старого покоління	Можливість встановлення на будівлях старого покоління (інтенсивні «зелені» дахи) та будівлях нового покоління (екстенсивні та інтенсивні «зелені» дахи	Можливість встановлення на будівлях нового покоління

Отже, інноваційне поєднання «зеленої» покрівлі з іншими системами може бути ефективним рішенням для управління дощовими водами в міських умовах. Вибір між ними може залежати від різних факторів, таких як ти та вік будівлі, бюджет, доступність та рівень технічної підтримки. Однак, незалежно від того, який вид даху використовується, важливо враховувати його можливості та обмеження для досягнення максимальної ефективності управління дощовими водами.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Busker T., Moel H., Haer T., Schmeits M., Bart van den Hurk, Myers K., Dirk Gijbert Cirkel, Aerts J. Blue-green roofs with forecast-based operation to reduce the impact of weather extremes. *Journal of Environmental Management*. 2022. Volume 301. 113750. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113750>
2. Sang D. Sustainable building. *Phys. Rev.* 2019. Vol. 2–6. URL: <https://www.iop.org/sites/default/files/2019-11/physics-review-article-november-2019.PDF>
3. Shafique M., Lee D., Kim R. A Field Study to Evaluate Runoff Quantity from Blue Roof and Green Blue Roof in an Urban Area. *International Journal of Control and Automation*. 2016. Vol. 9. No. 8. P.p. 59 – 68. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/ijca.2016.9.8.07>
4. Pumo D., Francipane A., Alongi F., Noto V. The potential of multilayer green roofs for stormwater management in urban area under semi-arid Mediterranean climate condition. *Journal of Environmental Management*. 2023. Volume 326, Part A. 116643. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116643>
5. Kuei-Hsien Liao, Shinuo Deng, Puay Yok Tan. Blue-Green Infrastructure: New Frontier for Sustainable Urban Stormwater Management. *Greening Cities*. 2017. P. 203–226. DOI: 10.1007/978-981-10-4113-6\_10

6. Mohammad A. Alim, Sayka Jahan, Ataur Rahman, Mohammad Ataur Rahman, Mark Liebman, Brad Garner, Robert Griffith, Merran Griffith, Zhong Tao. Experimental investigation of a multilayer detention roof for stormwater management. *Journal of Cleaner Production*. 2023. Volume 395. 136413. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136413>

## **ВПЛИВ «ЗЕЛЕНИХ» ПОКРІВЕЛЬ НА ЯКІСТЬ ДОЩОВОГО СТОКУ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

***Тетяна Ткаченко, Марина Кравченко, Леся Василенко***

*Київський національний університет будівництва і архітектури,  
[tkachenko.tm@knuba.edu.ua](mailto:tkachenko.tm@knuba.edu.ua), [marina-diek@ukr.net](mailto:marina-diek@ukr.net), [lesya.kiev@ukr.net](mailto:lesya.kiev@ukr.net)*

У спробі боротьби зі швидкою урбанізацією необхідно розробляти інноваційні технології для відновлення зелених насаджень і поліпшення якості навколишнього середовища. Встановлення «зелених» дахів є одним із варіантів, який може мінімізувати негативний вплив міського розвитку, забезпечуючи при цьому численні економічні та соціальні переваги.

Перевага «зелених» дахів в урбоценозах полягає не тільки в зниженні навантаження на міські каналізаційні системи, а і в фільтрації дощових вод. Тому важливим фактором, який часто не береться до уваги в багатьох наукових дослідженнях, опублікованих в літературі, є якість стоку з «зелених» дахів [1].

Теоретично «зелені» дахи можуть виступати в якості адсорбентів забруднювачів різної природи. Однак вони також потенційно можуть сприяти і погіршенню якості дощових вод забруднюючими речовинами, що виділяються з ґрунту, рослин та субстрату.

Дослідження, що спрямовані на оцінку якості стоку з «зелених» дахів як джерела забруднюючих речовин, мають дуже обмежену кількість наукових публікацій. Це свідчить про те, що ця тема є маловивченою і потребує подальшого розвитку із врахуванням різних факторів, таких як кліматичні умови, тип рослинності, що використовується для «зелених» покрівель, та методи очистки стоків, що виходять з них.

Так, дослідження, проведені на «зелених» дахах в Мальме, Швеція показали, що рослинні дахи виступають як джерело забруднюючих речовин, зокрема, важких металів [2].

Інше дослідження «зеленого» даху в Тарту, Естонія [3] підтвердило, що «зелена» покрівля з шаром щебеню значною мірою вплинули на якість води. Стік «зелених» дахів мав більш високі значення рН, БСК7, РМ і РО4, в порівнянні з дерновими дахами.

Протягом 9-місячного періоду моніторингу на двох «зелених» дахах, побудованих в басейні річки Нейз в Північній Кароліні, автори [4] визначили, що «зелений» дах функціонує як найкраща практика для утримання дощової води та зменшення пікового потоку. Однак дані про якість води показали, що більш високі концентрації поживних речовин були присутні в «зеленому» стоку даху, ніж в опадах і контрольному стоку даху, відповідно.

Однак більшість наукових досліджень, присвячених вивченню якості дощової води з «зелених» покрівель, вказують на те, що такі конструкції дійсно здатні покращити якість стоку шляхом зменшення концентрації забруднюючих речовин та підвищення показників водно-балансової регуляції в міських районах.

Схема циркуляції забруднюючих речовин в системі «зеленого» даху наведена авторами на рис. 1. Фактори, що впливають на якість стоку «зеленого» даху, різноманітні і включають: опади, місцеві джерела забруднення, види рослин, рештки рослинної підстилки, мертвого коріння, компоненти субстрату та глибину, якість поливної води, добрив та вік «зеленого» даху.

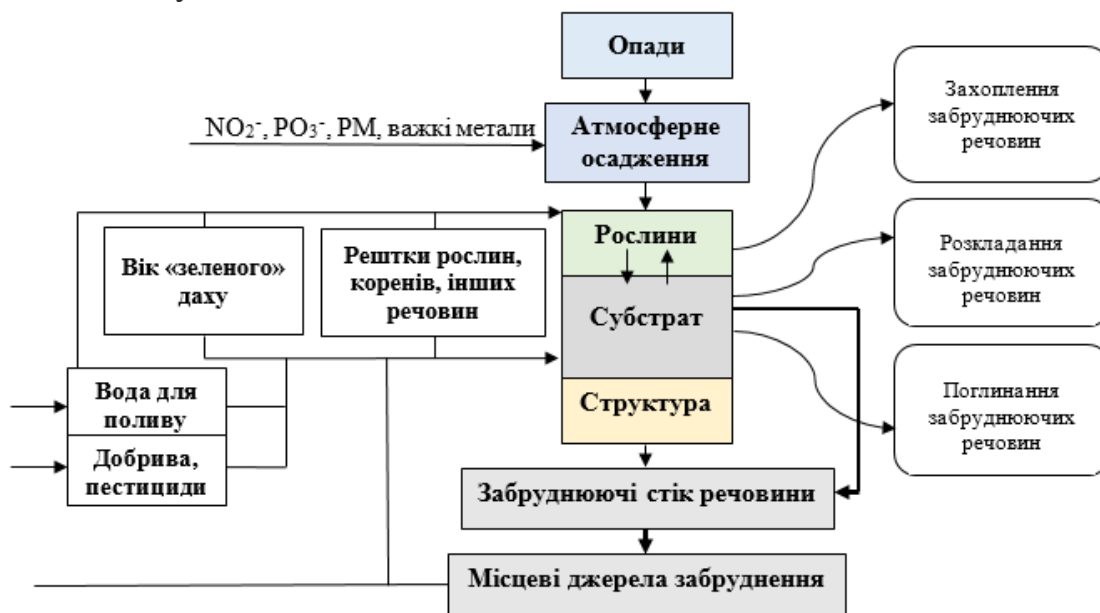


Рис. 1. Схема циркуляції забруднюючих речовин в системі «зеленого» даху

Фактори, які обґрунтовують вплив рослинної покрівлі на якість стокової води, обговорювалися в загальних рисах, а потім розглядалися дані щодо концентрації фосфору, азоту та важких металів у стоці, рН та ефекту «першого змиву». Так, в роботі [5] автори статистично синтезували вплив факторів, у

тому числі типу конструкції та гідрологічних змінних, на ефективність «зеленого» даху у різних кліматичних зонах.

У роботі [6] було досліджено п'ятнадцять зразків, зібрані з трьох ділянок збору (дощова вода, зрошення та дренаж із «зеленого» даху) у Бразилії. Отримані результати показують, що «зелена» покрівля сприяла зниженню рН дощової води. Дренажна вода «зеленого» даху мала більш високі значення каламутності за рахунок концентрацій зважених частинок. Значення вільного залишкового хлору та мікробіологічні показники відповідали стандартам, встановленим законодавством Бразилії.

Інша робота [7] зосереджена на дослідженні «зеленого» даху як модифікованого неглибокого вертикального потоку для очищення дощової води в будівлях. Для визначення оптимального вибору були протестовані різні конструктивні параметри, такі як субстрат (перліт або вермикуліт), глибина субстрату (15 см або 25 см) і види рослин (*Geranium zonale*, *Polygala myrtifolia* та *Atriplex halimus*). Крім того, застосування 40 % коефіцієнта рециркуляції було застосовано протягом останнього місяця експерименту для кількісної оцінки ефективності видалення забруднюючих речовин. Експеримент проводився протягом 12 місяців в типових середземноморських кліматичних умовах на острові Лесвос, Греція. Результати показали, що «зелені» дахи, засаджені *Atriplex halimus* і заповнені вермикулітом на 20 см, мали найкращу ефективність по відношенню до ХСК (91 %), БСК (91 %) та каламутності (93 %).

Стосовно суміші субстратів, які використовуються в «зелених» покрівлях автори [8] стверджують, що додавання 60 або 80 % компосту призводить до інтенсифікації росту рослин і врожаю плодів.

З іншого боку, деякі дослідження показали [9], що наявність органічних матеріалів у субстраті стає причиною забруднюючих речовин у стоках «зелених» дахів. Крім того, було продемонстровано, що органічні компоненти, такі як кокосовий торф, підвищують у 5,2 рази свою початкову вагу при найвищому вмісті води.

Німецькі рекомендації, розроблені для «зелених» дахів [10] вказують, що субстрат повинен містити лише 4–8 % та 6–12 % органічної речовини за об'ємом для екстенсивних та інтенсивних «зелених» дахів, відповідно.

У роботі [11] експериментально проаналізовано якість дощової води, що зливається в прототип «зеленого» даху, для цілей повторного використання. Фізико-хімічні показники, які аналізувалися, включали колірність, каламутність, рН аміаку, азоту, нітритів, нітратів, ортофосфатів, загальних коліформ та термотолерантних коліформ. Більшість оцінених параметрів були в межах допустимих значень, тоді як ортофосфатів, фекальних коліформ, колірності та каламутності не було виявлено, тому авторами зроблено

висновок, що використання «зелених» дахів демонструє потенціал та переваги як альтернативу для боротьби з водною кризою.

Ще одним важливим фактором, який слід враховувати при оцінці якості стічної дощової води, є вік (тривалість експлуатації від моменту встановлення) «зеленої» покрівлі.

Багато досліджень показали, що якість стоку «зеленого» даху містить високий рівень азоту (N) та фосфору (P). Так, автори [12] виявили, що концентрація фосфатів з «зелених» покрівель у перший рік після їх встановлення була близькою до рівнів концентрації стічних вод, але знизилася до значень, подібних до сільськогосподарських систем вже на четвертий рік експлуатації.

Найнижча якість стоку поживних речовин спостерігається на ранніх стадіях експлуатації «зелених» покрівель [13], але якість води, як правило, покращується з часом, коли субстрат і рослинність стабілізуються [14].

Цікавим є дослідження [15], в якому вивчались різні екопокрівлі («зелені», «блакитні» та «зелено-блакитні»), які забезпечували зменшення кількості забруднень у стічному водовідведенні, на відміну від традиційних дахів.

Зокрема, забруднюючі компоненти, такі як  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{DCr}$ ,  $\text{DFe}$  та  $\text{DNi}$  (розчинені хром, залізо та нікель) були виявлені у всіх типах екологічних дахів. «Блакитний» дах зменшив концентрацію розчиненого купруму ( $\text{DCu}$ ) на 21,9% і не вплинув на кумулятивне навантаження  $\text{PO}_3^-$  у стічному водовідведенні. Однак «зелений» та «зелено-блакитний» дахи були джерелами  $\text{PO}_3^-$  та  $\text{DCu}$ . Значення індексу якості стоку (RQI) для «блакитного» даху було найвищим. Значення RQI для «зеленого» даху було значно нижче, ніж у «блакитного» та «зелено-блакитного» дахів ( $P < 0,05$ ). Ці результати свідчать про те, що якість стоку з «зелено-блакитного» даху була найкращою, а додавання зберігаючого шару до «зелених» дахів може значно покращити якість дощової води.

Отже, розуміння впливу «зелених» дахів на якість стоку може допомогти в розвитку більш стійких та екологічних технологій будівництва та благоустрою міст.

В цілому, важливими еколого-економічними перевагами «зелених» дахів у сучасних урбоценозах є: зменшення кількості стічних вод за рахунок випаровування і поглинання вологи рослинами; покращення якості стічних вод за рахунок природної фільтрації; зниження навантаження на зливову каналізацію за рахунок зниження норми води потік.

З кожним роком публікується все більше і більше статей на тему «зелених» конструкцій, але широких оглядів, які дають такий необхідний переріз цієї галузі досліджень і систематично подають дані та визначають існуючі прогалини, мало.



У зв'язку з цим науково-практична співпраця між науковцями, політиками та практиками є важливою для передачі нових знань про «зелені» конструкції, допомагаючи містам та міським регіонам розробляти відповідні стратегії їх впровадження, зокрема в управлінні якістю та кількістю дощових вод.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Berndtsson C., Bengtsson L., Jinno K. Runoff water quality from intensive and extensive vegetated roofs. *Ecological Engineering*. 2009. Volume 35, Issue 3. P. 369-380. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.09.020>
2. Berndtsson J., Emilsson T., Bengtsson L. The influence of extensive vegetated roofs on runoff water quality. *Science of The Total Environment*. 2006. Volume 355, Issues 1–3. P. 48-63. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.02.035>
3. Teemusk A., Mander Ü. The Influence of Green Roofs on Runoff Water Quality: A Case Study from Estonia. *Water Resources Management*. 2011. Volume 25. P. 3699–3713.
4. Davis B., Birch G. Comparison of heavy metal loads in stormwater runoff from major and minor urban roads using pollutant yield rating curves. *Environmental Pollution*. 2010. Volume 158, Issue 8. P. 2541-2545. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.05.021>
5. Akther M., He J., Chu A., Huang J., Duin B. Van A Review of Green Roof Applications for Managing Urban Stormwater in Different Climatic Zones. *Sustainability*. 2018. Vol. 10. 2864. <https://doi.org/10.3390/su10082864>
6. Santana T., Guiselini C., Lopes Cavalcanti S. Quality of rainwater drained by a green roof in the metropolitan region of Recife, Brazil. *Journal of Water Process Engineering*. 2022. Volume 49. 102953. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102953>
7. Thomaidi V., Petousi I., Kotsia D., Kalogerakis N. Use of green roofs for greywater treatment: Role of substrate, depth, plants, and recirculation. *Science of The Total Environment*. 2022. Volume 807, Part 3. 151004. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151004>
8. Eksi M., Rowe D.B., Fernández-ca R., Cregg B.M. Effect of substrate compost percentage on green roof vegetable production. *Urban For. Urban Green*. 2015. Vol. 14. P. 315–322. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.03.006>
9. Cascone S. Green Roof Design: State of the Art on Technology and Materials. *Sustainability*. 2019. Vol. 11. 3020. <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/11/3020/htm>
10. Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofs; Landscape Development and Landscaping Research Society e.V. (FLL): Bonn, Germany, 2018.
11. Schatzmayr Welp Sá, Mohammad K. Najjar, Ahmed W.A. Hammad. Assessing rainwater quality treated via a green roof system. *Clean Technologies and*

Environmental Policy. 2022. Volume 24. P. 645–660.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-021-02144-6>

12. Lim H.S., E. Segovia, A.D. Ziegler. Water quality impacts of young green roofs in a tropical city: a case study from Singapore. *Blue-Green Syst.* 2021. Vol. 3. P. 145-163. doi: 10.2166/bgs.2021.007

13. Lim H.S. What happens to nitrogen and phosphorus nutrient contributions from green roofs as they age? A review. *Environmental Advances.* 2023. Volume 12. 100366. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2023.100366>

14. Kuoppamäki K., Setälä H., Hagner M. Nutrient dynamics and development of soil fauna in vegetated roofs with the focus on biochar amendment. *Nat.-based Solut.* 2021. Vol. 1. 100001. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2021.100001>

15. Zhang S.X., Zhang S.H., Yan J., Wang K. Effects of Green, Blue, and Blue-green Roofs on Runoff Quality. *Huan Jing ke Xue= Huanjing Kexue.* 2023, Vol. 44(1):303-311. DOI: 10.13227/j.hjcx.202203191

## **ПРОГНОЗУВАННЯ МОРОЗОСТІЙКОСТІ БЕТОНУ ПРИ РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ЗАМОРОЖУВАННЯ**

*Краснянський Григорій Юхимович, Клапченко Василь Іванович,  
Азнаурян Ірина Олександрівна*

*Київський національний університет будівництва і архітектури,  
[krasnianskyi.giu@knuba.edu.ua](mailto:krasnianskyi.giu@knuba.edu.ua), [klapchenko.vi@knuba.edu.ua](mailto:klapchenko.vi@knuba.edu.ua),  
[aznaurian.io@knuba.edu.ua](mailto:aznaurian.io@knuba.edu.ua)*

Стандартний метод визначення морозостійкості будівельних матеріалів, який базується на фіксації числа циклів поперемінного заморожування та відтавання, не завжди відповідає вимогам виробництва та має низку істотних недоліків. Прямий вимір морозостійкості матеріалів у циклах потребує спеціального обладнання та великих витрат часу (до кількох місяців), що не дозволяє ефективно керувати технологічним процесом виготовлення будівельних матеріалів із заданою морозостійкістю. Крім того, існує невідповідність умов лабораторних досліджень тим умовам, в яких знаходиться даний матеріал у реальних конструкціях та спорудах. Максимальні негативні температури, при яких експлуатуються будівельні конструкції, зазвичай відрізняються від температури  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , за якою проводяться випробування відповідно до чинного стандарту.

У роботі запропоновано методику оцінки морозостійкості бетону при реальних температурах експлуатації, яка дозволяє суттєво заощаджувати матеріальні і часові ресурси та отримувати більш повну інформацію про

поведінку матеріалу на морозі, ніж передбачено існуючими стандартами, оцінювати величини морозостійкості і управляти складом та технологією виробництва бетону для забезпечення необхідних характеристик матеріалу.

Експериментальну перевірку запропонованого способу оцінки морозостійкості бетону за різних температур заморожування проводили на зразках керамзитобетону. Виготовляли три серії зразків різної густини кількістю шість штук у кожній. У серії 1 -  $\rho_1 = 1450 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ , у серії 2 -  $\rho_2 = 1650 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ , у серії 3 -  $\rho_3 = 1960 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ .

Вимірювання морозостійкості проводили згідно з ДСТУ Б В. 2.7-47-96. Для дослідницьких цілей вимірювання морозостійкості проводили також при відмінних від стандартної температурах з діапазону від  $-5$  до  $-40$  °С.

Вимірювання рівноважних водоутримувальних характеристик експериментальних зразків керамзитобетону проводили за відомою методикою визначення ізобар адсорбції [1].

В роботі морозостійкість бетону при різних температурах заморожування оцінювали експериментально-аналітичним методом, який базується на припущенні, що морозостійкість  $F$ , виражена у кількості циклів, повинна бути обернено пропорційною обсягу замерзлої води при цій температурі:

$$F(t_2) = F(t_1) \times \frac{V(t_1)}{V(t_2)}, \quad (4)$$

де  $V(t_1)$  та  $V(t_2)$  – об'єми замерзлої води при максимальних температурах заморожування  $t_1$  та  $t_2$ .

Кількість води, що замерзла при різних температурах, однозначно визначається термодинамічними характеристиками її зв'язку у матеріалі. Необхідні для обчислення  $V(t)$  дані найпростіше розрахувати за ізобарами адсорбції парів води. Ізобара враховує зниження температури замерзання води як за рахунок кривизни меніска води в порах, так і за рахунок розчинених електролітів. Тому немає необхідності вводити будь-які поправки на зміну температури замерзання порового розчину (при невеликій його концентрації). Крім того, ізотерму або ізобару адсорбції можна вимірювати при будь-якій температурі, наприклад, при кімнатній, оскільки хімічний потенціал зв'язку води, що визначає зниження температури замерзання, практично не залежить від температури, при якій вимірюється ізобара адсорбції. Виміряні ізобари адсорбції парів води показані рисунку 1.

Об'єм замерзлої води зростає зі зростанням негативної температури, хоча і монотонно, але різко нелінійно, оскільки сама ізобара адсорбції, як правило, нелінійна. Тому зміна морозостійкості у різних температурних інтервалах

може бути суттєво різною.

Оскільки ізобара, як правило, задана графічно (вимірюється в експерименті), то записати формулу для розрахунку морозостійкості при різних температурах у загальному вигляді неможливо. Розрахунок доводиться вести послідовно визначаючи кількість замерзлої води та відповідну морозостійкість.

Оцінку морозостійкості проводили за наступною схемою. Спочатку за

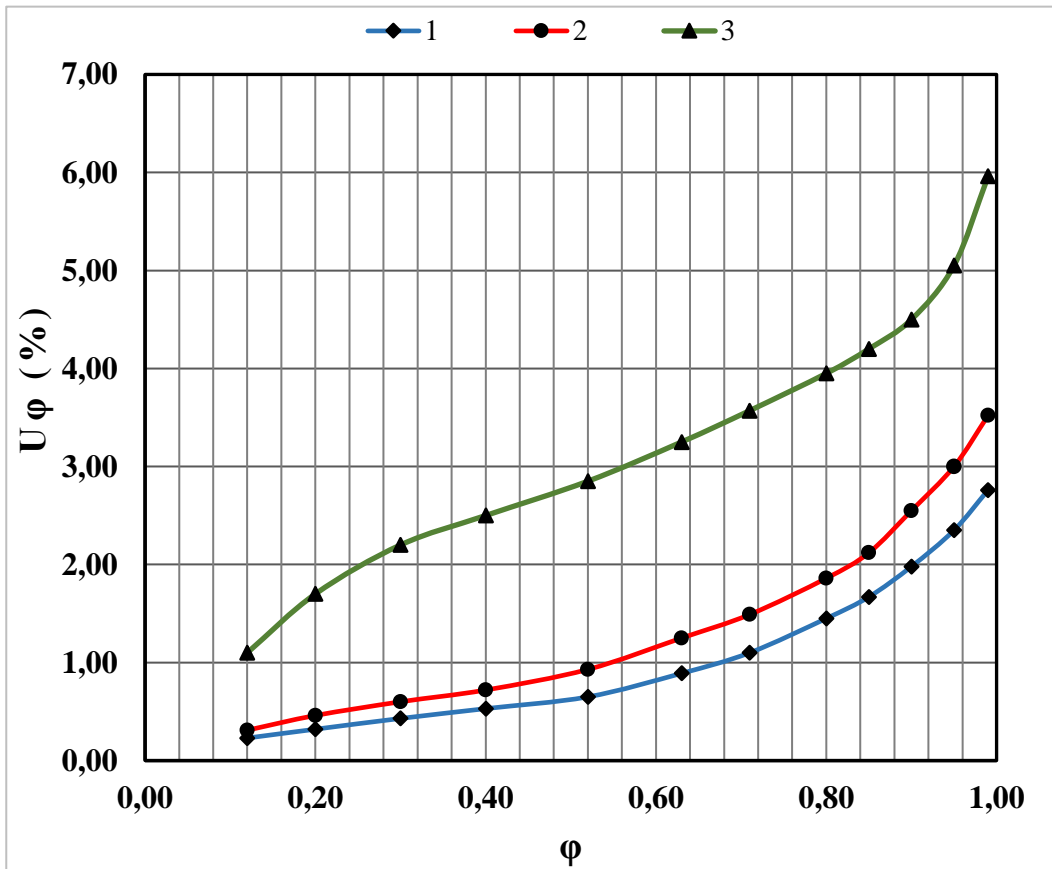


Рис.1. Ізобари адсорбції зразків керамзитобетону (нумерація кривих відповідає таблиці), точки – експериментальні значення, лінії – розраховані значення.

даними сорбційних вимірювань визначали відношення об'ємів води, що замерзає у зразку при заданих температурах t:

$$\frac{V(t_1)}{V(t_2)} = \frac{U_m - U_{\varphi 1}}{U_m - U_{\varphi 2}} \quad (5)$$

При цьому вираз для відносної вологості φ, що відповідає даній температурі замерзання води в порах матеріалу, можна отримати з рівняння Гіббса - Томсона. У разі напівсферичної границі поділу між льодом і рідиною,

що не змочує, яка знаходиться в порі радіуса  $r$ , рівняння Гіббса – Томсона для зменшення температури замерзання можна записати у вигляді [2, 3]:

$$\Delta T = T_{\infty} - T = (-T_{\infty}) \times \frac{2\sigma_{il} \times \cos\theta}{\Delta H_m \times r \times \rho_i}, \quad (6)$$

де  $T_{\infty}$  - температура плавлення вільного льоду;  $T$  - абсолютна температура плавлення льоду в порі радіуса  $r$ ;  $\sigma_{il}$  - питома поверхнева енергія на границі лід-рідина;  $\theta$  – крайовий кут (зазвичай вважається  $\theta = 180^\circ$ );  $\Delta H_m$  - питома ентальпія плавлення;  $\rho_i$  - густина льоду.

Тоді, використовуючи рівняння Оствальда – Фрейндліха:

$$\ln\varphi = \frac{2\sigma \times V_{\mu}}{RT \times r}, \quad (7)$$

де  $\sigma$  - поверхневий натяг рідини;  $V_{\mu}$  - молярний об'єм;  $R$  – газова стала, для величини відносної вологості  $\varphi$ , при якій абсолютна температура замерзання дорівнює  $T$ , отримаємо:

$$\varphi = \exp \left[ \left( \frac{1}{T_{\infty}} - \frac{1}{T} \right) \right] \times \frac{L \times \mu}{R}, \quad (8)$$

де  $\mu$  – молярна маса води.

Залежність (8) виведена у припущеннях  $\sigma = \sigma_{il}$  і  $\Delta H_m = L$ , де  $L$  - питома теплота плавлення льоду. Зазначимо, що при розрахунках відносних вологостей, що відповідають певним температурам замерзання, та об'ємів замерзлої води нехтували залежністю прихованої теплоти плавлення  $L$  від температури. І хоча в дослідженому інтервалі температур  $L$  може змінюватися в межах до 20% [4], це, як показують оцінки, не вносить істотну похибку в розрахунки.

Після обчислень об'ємів води, що замерзає у зразках при заданих температурах, за формулою (1) розраховували значення морозостійкості при різних температурах заморожування. При цьому, як базову точку обирали значення  $F$  при температурі  $-18^\circ\text{C}$ , що регламентується чинним стандартом. Розрахунок проводили для всіх зразків кожної серії. Експериментальні та розраховані значення морозостійкості зразків керамзитобетону при різних

температурах наведені на рисунку 2 та в таблиці 1.

Таблиця 1

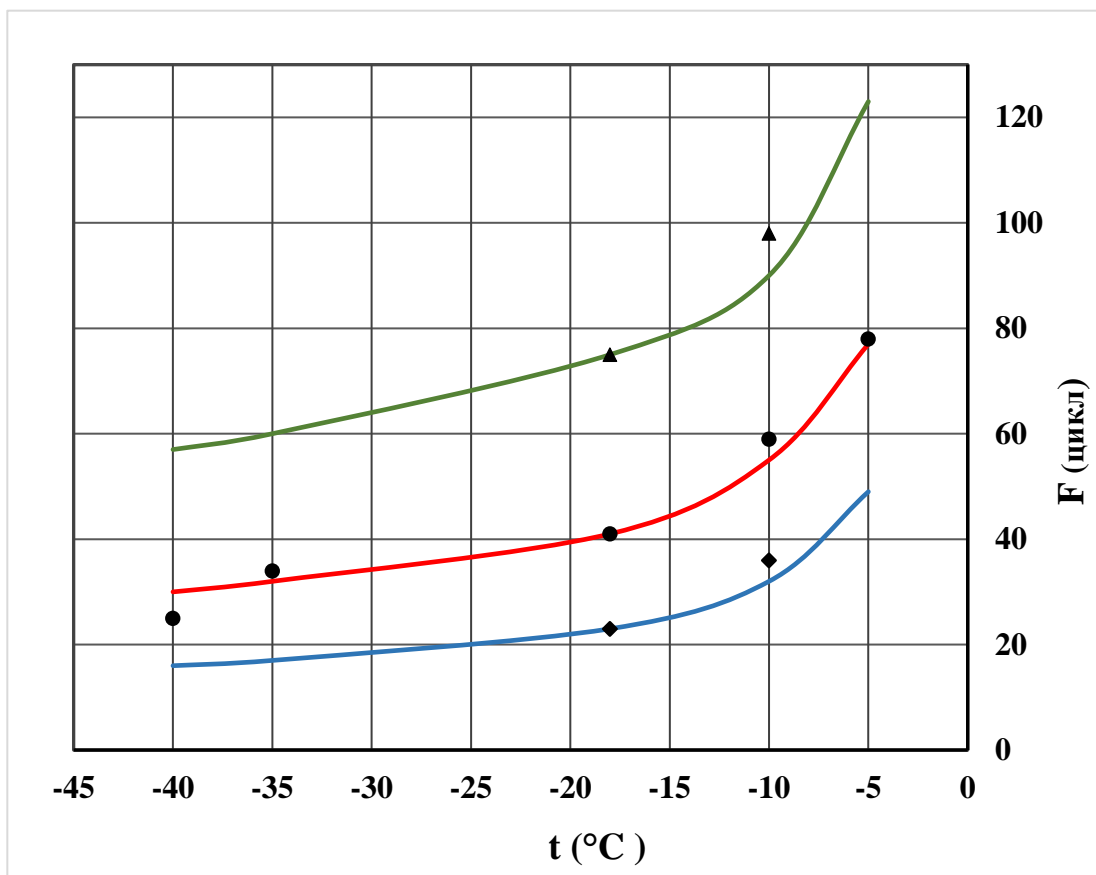


Рис. 2. Залежність морозостійкості зразків керамзитобетону від температури заморожування (нумерація кривих відповідає таблиці), точки – експериментальні значення, лінії – розраховані значення.

Експериментальні та розраховані значення морозостійкості зразків керамзитобетону за різних температур заморожування

t, °C	F, цикли – середні значення					
	серія 1 (U <sub>m</sub> =3,02%)		серія 2 (U <sub>m</sub> =4,12%)		серія 3 (U <sub>m</sub> =6,55%)	
	експ.	роз.	експ.	роз.	експ.	роз.
-5		49	78	77		123
-10	36	32	59	55	98	90
-18	23	-	41	-	75	-
-35		17	34	32		60
-40		16	25	30		57

Значення морозостійкості, що знайдені прямими вимірами та шляхом розрахунку, розрізняються для кожної серії зразків не більше, ніж експериментальні значення для кожного з шести зразків однієї серії. Ці дані підтверджують можливість використання запропонованого способу оцінки морозостійкості бетону при різних температурах заморожування і відповідно справедливості покладеної в основу розрахунку моделі.

На основі даних проведених досліджень можна розраховувати морозостійкість бетонів та інших будівельних матеріалів за будь-якої температури, використовуючи результати вимірювань при  $-18^{\circ}\text{C}$ . Такий розрахунок дозволяє суттєво економити час та витрати в порівнянні з існуючими методиками.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Gregg S.J., Sing K.S.W. Adsorption, Surface Area and Porosity. London: Academic Press. 1982. 313 p.

2. Jackson C. L., McKenna G. B. The melting behavior of organic materials confined in porous solids. *J. Chem. Phys.* – V93(12). – Dec. 1990. – p. 9002–9011. – <https://doi.org/10.1063/1.459240>.

3. Webber J.B.W., Studies of nano-structured liquids in confined geometries and at surfaces. *Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy.* – V56. – 2010. – p 78–93. – doi:10.1016/j.pnmrs.2009.09.001, PMID 20633349.

4. R. Feistel R., Wagner W., A new equation of state for H<sub>2</sub>O ice. *Ih, Journal of Physical Chemistry Reference Data.* – V35. – 2006. – p. 1021-1047.

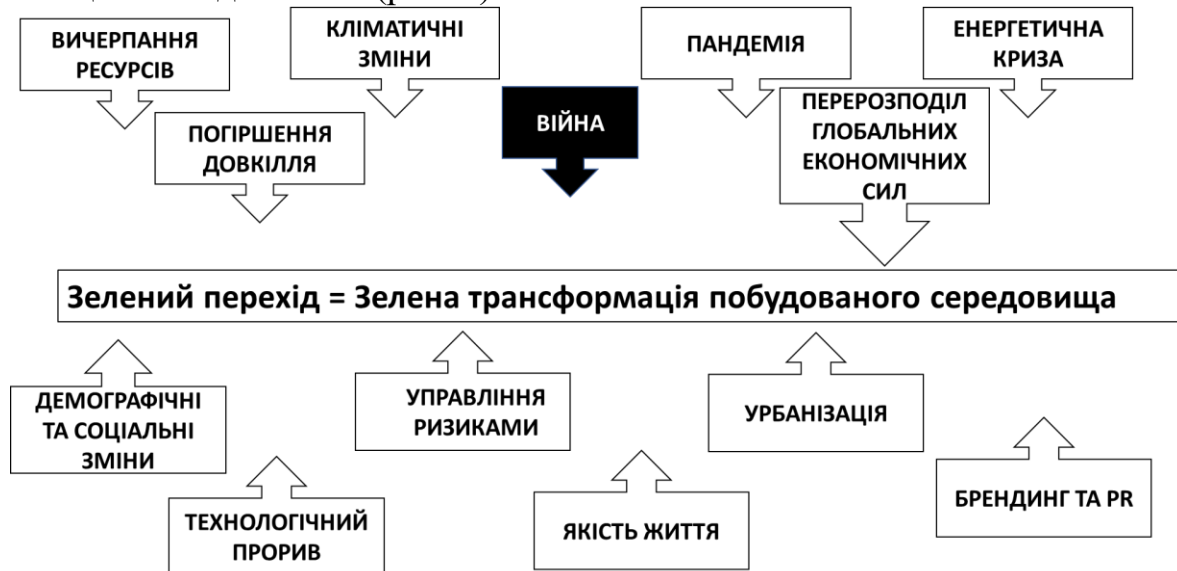
### ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ ESG У ЗЕЛЕНІЙ ВІДБУДОВІ УКРАЇНИ

*Кривомаз Тетяна Іванівна, Гамоцький Роман Олегович, Ільченко Ігор Святославович*

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
ecol@i.ua*

Російська агресія зруйнувала долі та домівки українців, проте впевненість у перемозі України настільки непохитна, що відновлення України відбувається вже зараз. Глобальні плани по відбудові нашої країни почали з'являтися ще у перші місяці війни і з кожним днем до них долучаються все більш широкі кола громадськості, організацій та країн. Ці плани можуть відрізнитися деталями та напрямками, але в усіх акцентовано увагу на переході на якісно новий рівень вимог до планування та будівництва. Широкого поширення набув вираз «зелена відбудова України», оскільки підґрунтя для цієї концепції

формувалося вже давно, а зараз вона наповнилася новим сенсом та збагатилася інноваційними деталями (рис. 1).



**Рис 1. Підґрунтя для неминучого «озеленення» будівельної галузі у повоєнній відбудові України**

Витоки концепції зеленого будівництва можна простежити від середини XIX століття. Головною метою цих ранніх розробок було покращення умов експлуатації та обслуговування будівель. А вже після першої світової війни в 1921 р. у Британії було засновано науково-дослідний центр будівництва (Building Research Establishment – BRE). Досліджувались шляхи покращення якості житла після війни, вплив опалення та теплоізоляції на якість життя та вартість енергії для пересічного громадянина, а також визначали дію англійського клімату на будівельні матеріали. У повоєнний час після другої світової війни у 1949 р. перед BRE було поставлено завдання покращити сталість будівельних ресурсів Британії з суто економічної точки зору, однак при цьому не враховувався вплив на довкілля. Сучасне поняття про зелене будівництво сформувалося в процесі екологічного руху 1960-х років і кристалізувалося під час нафтової кризи 1970-х років, яка змусила компанії з нерухомості шукати альтернативи викопному паливу внаслідок ембарго ОПЕК. У 1973 році Американський інститут архітекторів започаткував Енергетичний комітет для лобювання в уряді США принципів будівництва, які включали екологічні та енергетичні міркування. А нещодавні протипандемічні заходи, які були спрямовані на протидію COVID-19 в різних країнах світу, започаткували загальну міжнародну тенденцію «зеленого відновлення міст». Таким чином, тенденції будівництва завжди відображали здатність будівельної галузі еволюціонувати після криз та глобальних



потрясінь. Важливо визнати потенціал повоєнного відновлення, який забезпечує Україні унікальну можливість стати сучасною, інноваційною країною. Зелена відбудова України – це не просто відновлення зруйнованих будівель та інфраструктури, а відбудова з переходом на новий рівень.

Сектор будівництва та майна відіграє ключову роль у забезпеченні цілей ООН, враховуючи значні економічні, екологічні та соціальні наслідки та переваги, пов'язані з будівельними продуктами, будівлями та інфраструктурними активами протягом всього їх життєвого циклу. Втілені вуглецеві викиди є ключовою проблемою будівельної галузі, оскільки більше половини загальних викидів від усього нового глобального будівництва в період з 2020 по 2050 рр. припадатиме на втілений вуглець, за оцінками WorldGBC. У зв'язку з цим важливо, щоб інвестори і компанії усвідомлювали вплив будівельної галузі на кліматичну кризу та впроваджували чисті технології для декарбонізації виробництва будівельних матеріалів і самого процесу будівництва. Ініціативою #BuildingToCOP26 створено Консорціум за нульові викиди та стійке середовище, до складу якого входять об'єднання ООН «UN's Race to Zero», Всесвітня рада бізнесу зі сталого розвитку (World Business Council for Sustainable Development), Інститут світових ресурсів (World Resources Institute), а також провідні галузеві асоціації. Заплановано вдвічі скоротити викиди будівельного сектору до 2030 року та зробити побудоване середовище основним постачальником рішень для боротьби з кліматичною кризою.

Важливим фактором, що зміцнює підґрунтя для зеленої відбудови України, є стрімке і неминуче поширення стандартів та сертифікації з екологічних, соціальних та управлінських питань (ESG): (E) environmental – екологія, (S) social – соціальний розвиток, (G) governance – корпоративне управління. Для оцінки діяльності будь-якої компанії показники ESG так само важливі, як і традиційні фінансові дані, оскільки вони дають більш повну картину щодо ризиків і потенціалу компанії в довгостроковій перспективі. У сфері будівництва фактори ESG мають вирішальне значення для визначення загальної вартості та потенціалу об'єкта нерухомості. Цифрові технології дають змогу отримувати, інтерпретувати та застосовувати дані ESG, що стимулює процес інвестицій, оскільки допомагає інвесторам отримувати більше інформації для прийняття рішень та оцінки ризиків.

Поки що не сформовано єдиної універсальної системи стійкої звітності, але група організацій працює над розробкою ESG стандартів. До них належать CDP (Проект розкриття про викиди вуглецю), CDSB (Рада стандартів розкриття інформації про клімат), IIRC (Міжнародна рада інтегрованої звітності), GRI (Глобальна ініціатива звітування), SASB (Рада зі стандартів обліку сталого розвитку) та TCFD (Цільова група з питань розкриття

кліматичної фінансової інформації). Сформувалося два основних центра ESG-стандартизації: «континентального» (EFRAG та GRI) та «англо-американського» (Фундація МСФЗ - Міжнародні стандарти фінансової звітності, зокрема ISSB, CDSB, VRF). Наразі GRI (Global Reporting Initiative) є найбільш широко використовуваним стандартом звітності ESG у діловому світі.

У Великій Британії нові правила, які доповнюють та змінюють існуючі обов'язкові вимоги до розкриття інформації про викиди парникових газів, почали діяти ще з 1 квітня 2019 р. Провідні корпорації всього світу активізувалися у впровадженні стандартів ESG вже з 2020 р., а у листопаді 2022 р. Рада ЄС ухвалила Директиву про корпоративну звітність зі сталого розвитку (CSRD) за новою версією Європейських стандартів сталої звітності (ESRS) Європейської консультативної групи з фінансової звітності (EFRAG). Першими під дію Директиви про нефінансову звітність підпадають великі компанії зі штатом понад 500 працівників, що повинні звітувати за результатами 2024 р. З 1 січня 2025 р. Директива поширюється на компанії з більш ніж 250 працівниками та/або 40 мільйонами євро обороту та/або 20 мільйонами євро загальних активів. Малі та середні підприємства матимуть більше часу для адаптації до нових правил, оскільки вони повинні подавати звітність у 2027 р. за результатами своєї діяльності з 1 січня 2026 р. Одним з перших інструментів податкового регулювання у міжнародній торгівлі для досягнення кліматичних цілей став Механізм прикордонного вуглецевого коригування (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM). Найскладнішим елементом звітності по CBAM є оцінка і верифікація викидів парникових газів, де необхідно оцінювати не лише викиди від безпосереднього виробництва товарів, а також викиди від виробництва сировини та напівфабрикатів, використаних для їх виробництва.

Таким чином, нефінансова звітність за ESG стандартами невдовзі стане обов'язковою вимогою для ведення бізнесу, в тому числі і в Україні, яка прямує до Європейського Союзу. Декарбонізація світової економіки та ESG стандарти набувають масштабів глобального тренду, який впливатиме на всі сфери професійної діяльності. Українські компанії, які не подбають вчасно про відповідність міжнародним стандартам, ризикують втратити бізнес вже у середньостроковій перспективі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Чалий І.Г. Фантастичні інвестиції і де їх шукати. Лихоманка ESG: звітуй або загинеш / Дзеркало тижня, 06 червня, 2022 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zn.ua/ukr/business/fantastichni-investitsiji-i-de-jikh-shukati.html>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 04.04.2023.

2. Ellis M. From Green to ESG: How Data-Driven Transparency Changed Real Estate for Good: Measurabl, 2022. 194 p.

3. Ulbrich C., Van Oostrom C. A Framework for the Future of Real Estate. Geneva: World Economic Forum, 2021. 62 p.

4. Ulbrich C., Van Oostrom C. Green Building Principles: The Action Plan for Net-Zero Carbon Buildings. Geneva: World Economic Forum, 2021. 33 p.

## **СТАЛЕ БУДІВНИЦТВО В УКРАЇНІ: ВИКЛИКИ, РИЗИКИ ТА РІШЕННЯ**

*Кривошеєв Максим Олександрович<sup>1</sup>, Грищенко Роман Володимирович<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ТОВ «МК Sustainable Engineering», м. Київ Україна, [mk@mkse.com.ua](mailto:mk@mkse.com.ua)

<sup>2</sup>кафедра ТЕХТ, ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого, НУХТ МОН України

Стале будівництво є частиною нової парадигми розвитку суспільства, що отримала назву «сталій розвиток» (*Sustainability*), була розроблена за результатами аналізу причин катастрофічної деградації оточуючого природного середовища в масштабах біосфери та пошуку шляхів подолання загроз довкіллю та здоров'ю людини. Сталій розвиток визначається як форма взаємодії суспільства і природи, при якій забезпечується виживання людства та збереження навколишнього середовища, нинішні покоління забезпечують свої життєві потреби, не позбавляючи майбутні покоління, можливості, також задовольняти власні потреби [1, 2]. В Україні розуміння процесів сталого будівництва у будівельній галузі знаходиться на початковій стадії, що потребує більш широкого дослідження та вивчення.

Організація Об'єднаних Націй задекларувала своєю метою досягнення 17 цілей сталого розвитку до 2030 року. Але як кількісно оцінити наскільки досягнена та чи інша ціль у будівництві? Як порівняти створені будівлі, що розташовані в різних країнах, і тому попадають під дію різних національних будівельних регулювань, знаходяться в різних кліматичних зонах? В намаганнях знайти відповіді на ці питання в світі склалася ситуація, що інвестори, кредитори, будівельні компанії, проєктувальники, архітектори, користувачі будівель, державні агенції та інші зацікавлені сторони кількісно оцінюють досягнення ESG (Environmental, Social, and Governance) у будівництві за допомогою залучення незалежної, третьої сторони, та стандартів сталого будівництва, які ними розроблені. Найбільш відомими міжнародними стандартами або ж системами сертифікації будівельних об'єктів є BREEAM (Велика Британія), DGNB (Німеччина) та LEED (США). Існують і національні адаптації даних стандартів у де-яких країнах, використовуються і інші системи сертифікації такі як Well, Green Star, EDGE, Active House і так далі.

В Україні на початок 2023 відомі десятки сертифікованих будівель, для прикладу, у Польщі, Румунії та інших східно-європейських державах наразі наявні тисячі будівель. Час початку впровадження перших проєктів в Україні та інших сусідніх країнах приблизно співпадає, з чого можна зробити висновок, що реалізація проєктів зеленого або сталого будівництва в Україні стикнулася з труднощами. Автори на основі свого досвіду участі в сертифікаційних проєктах можуть це підтвердити, а даним оглядом спробують підсумувати джерела основних труднощів та запропонувати шляхи вирішення викликів з якими стикнулося зелене будівництво в Україні.

Початкові етапи втілення нової технології зазвичай потребують великих витрат, але з часом, коли збільшується рівень досвіду та оптимізуються процеси створення, витрати можуть зменшуватися. Отже, це ствердження відображає зв'язок між рівнем досвіду та витратами впровадження нової технології на ринку, що є одним з ключових аспектів кривої досвіду. Зазначимо, що дане явище не є наслідком ефекту масштабування і відоме, як ефект «крива досвіду» [7] або закон Гендерсона [8] та пов'язане саме з набуттям нового досвіду та нових знань учасниками створення такого продукту або послуги.

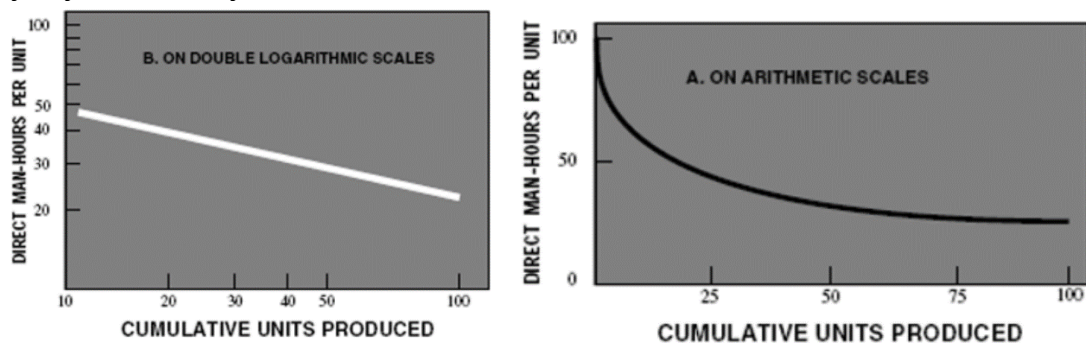


Рис 1. Залежність витрачених людино-годин (вісь Y) від кількості одиниць (вісь X) високо-технологічного продукту (літаків) в логарифмічному та звичайному масштабі [7]

У процесі своєї діяльності нами спостерігались труднощі з реалізацій наступних заходів сталого будівництва:

- Проведення енергетичного моделювання.
- Втілення практик відповідального процесу будівництва зі сторони підрядних будівельних організацій.
- Проєктуванням та створення екологічно цінних середовищ через відсутність рішень по створенню таких середовищ.
- Переробка та повторне використання будівельного сміття.
- Відсутність практики втілення системних підходів до функціональної адаптації в процесі проєктування майбутньої будівлі.

- Відсутність практики врахування впливу змін клімату в процесі проектування майбутньої будівлі.

- Врахування вимог екологічного маркування та сертифікацій під час проектування, тендерних процесів та закупівель.

- Відсутність практики розрахунку та оптимізації CO<sub>2</sub> сліду будівлі (LCA аналіз).

- Відсутність системних даних, щодо зон підтоплення з урахуванням змін клімату, що робить неможливим впровадження таких заходів у проект.

- Сектор штучного холоду на ринку України може бути вдосконалений, щоб відповідати сучасним світовим практикам та найновішим напрацюванням у створенні систем з екологічно чистими холодильними агентами.

За відсутності загально усталених практик, у будівельному середовищі замовники та виконавці або витрачають додаткові кошти на навчання, проектування та помилки при реалізації або вимушені залучати закордонних підрядників, вартість послуг яких, як правило, вище ніж у місцевих спеціалістів. В останньому випадку такий досвід все одно не стає надбанням українського професійного середовища.

Стале будівництво – це серія сталих та найкращих практик, які починаються задовго до самого етапу будівництва (на етапах планування та проектування) і тривають після того, як будівельна команда залишила об'єкт. Це процес, який охоплює проектування, будівництво та поточне технічне обслуговування того, що називають «зеленою» будівлею [3-6].

Будівництво в Україні, покладається на традиційні методи, що робить застосування сучасних світових практик більш складним і напруженим. Клієнти та основні зацікавлені сторони часто негативно сприймають впровадження інноваційних методів, що є основною перешкодою для досягнення цілей сталого будівництва, а інколи, сприймають як фінансову загрозу для своєї компанії.

Варто зазначити, що підходи сталого будівництва ще не є достатньо ефективними в Україні, і це може викликати недовіру до цього процесу з боку підрядників та інших гравців на ринку будівництва.

Виклики або проблеми, з якими стикається впровадження екологічного будівництва, широко описані у сучасних наукових статтях і їх можна розділити на п'ять різних категорій, що зазначені у таблиці 1. Також в цій таблиці нами запропоновано початкові етапи та стратегії їх вирішення.

Можливо, пройде багато часу, перш ніж усі будівельні компанії України почнуть думати про стійкість, екологічне будівництво та інтегроване проектування, але, що освіта та підготовка фахівців будівельної індустрії повинні будуть відповідати цим змінам не лише в області «високоєфективних сучасних будівель», основної рушійної сили «*Sustainability*», а також для

розширення обізнаності про сталість з метою повнішого розвитку критичної сфери сталого проектування.

Таблиця 1

**Виклики та стратегії впровадження сталого будівництва**

№	Виклики/ проблеми	Стратегія вирішення
1	Вплив на навколишнє середовище	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Впровадження дієвих систем управління відходами.</li> <li>• Використовувати екологічно чисті будівельні матеріали, які мають менший вуглецевий слід та не містять токсичних речовин;</li> <li>• Впроваджувати енергоефективні технології та системи, які дозволять зменшити використання енергії та водних ресурсів;</li> <li>• LCA як частина проектування;</li> <li>• Розробка нормативно-правових актів та ДБН, які встановлюють правила та вимоги до проектування за сучасними критеріями;</li> </ul>
2	Економічний показник/вартість	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Застосування сучасних практик ведення будівництва, що може допомогти уникнути непотрібних витрат;</li> <li>• Стимулювати використання сталих технологій та матеріалів шляхом фінансових пільг та підтримки;</li> <li>• Зменшувати витрати на будівництво та експлуатацію будівель шляхом впровадження; енергоефективних технологій та систем;</li> <li>• Розвивати ринок вторинних матеріалів та ресурсів, що дозволить зменшити витрати на будівництво.</li> </ul>
3	Здоров'я та безпека/Будівельні процеси	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Забезпечувати безпечні умови праці під час будівельних процесів;</li> <li>• Належний та відповідальний контроль по охороні праці і промислової безпеки на будівництві;</li> <li>• Забезпечувати якість будівельних конструкцій та систем, що зменшить ризик аварій та травм.</li> </ul>
4	Фізичні ресурси/Процеси проектування	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Енергомодельовання та LCA як частина проектування;</li> <li>• Використання інформаційної моделі будівлі (BIM) може допомогти зменшити витрати на фізичні ресурси та покращити процес проектування;</li> <li>• Раннє залучення всіх консультантів проєкту до процесу проектування.</li> </ul>
5	Доступ до інформації/ Освіта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Освіта та підготовка висококваліфікованих спеціалістів;</li> <li>• Включення питань сталого будівництва до навчальних планів вищих навчальних закладів, проведення курсів підвищення кваліфікації для фахівців будівельної галузі;</li> <li>• Розширення доступу до інформації про стале будівництво та його переваги;</li> <li>• Проведення інформаційних кампаній, використання соціальних медіа для поширення інформації про стале</li> </ul>

		будівництво, проведення тренінгів та семінарів для професіоналів будівельної галузі.
--	--	--

Виявлено, що виклики для реалізації цілей сталого будівництва в Україні відображають проблеми інших розвинених країн та країн що розвиваються. Низку визначених вище проблем можна вирішити за допомогою відповідального підходу до зеленого будівництва, включаючи інтегрований системний підхід, який позитивно вплине на процес проектування та будівництва, а також переосмислення того, до чого прагнуть практики сталого будівництва. Також рушійною силою будуть відповідні законодавчі рішення, які б допомогли стимулювати застосування сучасних передових практик у нових проектах та відповідні заохочувальні умови для створення сталих об'єктів. У нас є можливість вчитися на помилках розвинутих країн і нарощувати потенціал, особливо для освіти, а також у застосуванні сучасних практик і технологій, які в поєднанні з інтегрованими підходами до проектування та управління будівництвом можуть призвести до більш ефективних, доступних і стійких результатів. Виклик і можливість в обох цих випадках полягають в узгодженому прийнятті рішень, а також у використанні потенціалу та знань, щоб забезпечити наявність найбільш прийнятних стратегій для забезпечення сучасних, сталих, будівельних рішень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Kibert, C.J. and Grosskopf, K. (2005) Radical Sustainable Construction: Envisioning Next-Generation Green Buildings, White paper, Next Generation Green Buildings: The Rethinking Sustainable Construction 2006 (RSC06), Sarasota, Florida, USA, 19-22 September 2006.
2. Joshua Ayarkwa, De-Graft Joe Opoaku, Prince Antwi-Afari, Rita Yi Man Li, 2022. Sustainable building processes' challenges and strategies: The relative important index approach. Cleaner Engineering and Technology 7 (2022) 100455
3. Agyekum, K., Adinyira, E., Baiden, B., Ampratwum, G., Duah, D., 2019. Barriers to the adoption of green certification of buildings: a thematic analysis of verbatim comments from built environment professionals. J. Eng. Des. Technol. 17 (5), 1035.
4. Tam, V.W.Y., Le, K.N., Tran, C.N.N., Illankoon, I.M.C.S., 2019. A review on international ecological legislation on energy consumption: greenhouse gas emission management. International Journal of Construction Management. <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1576259>.
5. Hayles, C. S. (2003) Value management in the construction of sustainable communities, A World of Value, Hong Kong Institute of Value Management 6th Conference: Hong Kong Convention and Exhibition Centre, 26-27 November 2003.

6. Hayles, C. S. and Holdsworth, S. E. (2005) Constructing stimulus: teaching sustainability to engender change. Fabricating Sustainability: 39th Annual Conference of the Architectural Science Association, Victoria University of Wellington, New Zealand, 17 - 19 November 2005.

7. Hirschmann, Winfred B. (1964-01-01). "Profit from the Learning Curve". Harvard Business Review. No. January 1964. ISSN 0017-8012. Retrieved 2020-11-17.

8. Grant, Robert M. (2004). Contemporary strategy analysis. Blackwell publishing. ISBN 1-4051-1999-3.

## **ОПЕРАЦІЙНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ**

*Крутько Вікторія Геннадіївна, Циганков Ілля Віталійовіч,*

*Анбушинов Кирило Аркадійович*

*Київський національний університет будівництва та архітектури*

*[Vikakrytko43@gmail.com](mailto:Vikakrytko43@gmail.com), [gta339981@gmail.com](mailto:gta339981@gmail.com), [kirillanbysh123@gmail.com](mailto:kirillanbysh123@gmail.com)*

На стадії будівництва:

✓ механічне пошкодження рослинного покриву, ґрунту та спричинення ерозійних процесів внаслідок будівництва фундаментів вітротурбіни, трансформаторної підстанції і розподільчих пунктів, опор високовольтних ліній електропередачі, комунікацій тощо, а також при завезенні та тимчасовому складуванні будівельних матеріалів та запчастин;

✓ стимулювання розвитку на пошкоджених ділянках осередків поширення рослин-інтродуцентів (у тому числі карантинних видів);

✓ випадкове або аварійне забруднення вод і ґрунтів паливно-мастильними матеріалами або трансформаторними маслами під час будівництва;

✓ втрати природних територій і сільськогосподарських площ;

✓ зміна звичного вигляду ландшафту, його естетичних якостей та туристичної привабливості;

✓ забруднення атмосферного повітря викидами від будівельної техніки;

✓ унеможливлення в майбутньому археологічних вишукувань на ділянці будівництва ВЕС;

✓ фрагментація природного ландшафту та руйнування складових елементів екомережі.

Безпосередньою рушійною силою новітньої світової революції в архітектурі й будівництві стала не стільки турбота про здоров'я, скільки економічний і кліматичний чинники: щораз вищі рахунки за енергію та глобальна зміна клімату.



Будівельна галузь загалом поглинає понад третину світових природних ресурсів. Будівлі споживають 40% виробленої у світі енергії, 12% прісної води, відповідають за 40% глобальних викидів парникових газів та 40% сміття на звалищах. 90% енергії та 80% викидів газів будівлями припадає на період їх експлуатації.

Тимчасом світовий фонд будівель внаслідок прогнозованого збільшення населення планети може зрости до 2050 року на 90%.

Паризька конференція ООН з питань клімату визнала будівлі ключовим сектором, без радикальних змін у якому скоротити до 2050 року глобальні викиди вуглецю на заплановані 60% порівняно з 2012 роком буде неможливо.

Стаття 9 директиви ЄС про енергетичне функціонування будівель вимагає від країн-членів забезпечити перехід будівельної галузі на обов'язковий стандарт "будівля з майже нульовим споживанням енергії". Для нових житлових будівель — з 31 грудня 2020 року, для громадських — з 31 грудня 2018 року.

Глобальна зміна клімату вдарила бумерангом і по будівництву: будівлі перегріваються, руйнуються внаслідок лісових пожеж, ураганів, опадів, повеней, зсувів ґрунту. Не випадково в оновленій Угоді мерів, магістральній європейській ініціативі, основну мету — протидію зміні клімату — недавно доповнили нормами щодо будівель.

Операційні ризики - це ризики, пов'язані з процесом будівництва та експлуатацією будівель. Найбільш очевидні ризики пов'язані зі страхуванням будівельних робіт та безпекою працівників на будівельному майданчику. Недотримання правил безпеки може призвести до травм та смертей працівників. Також важливими є ризики, пов'язані зі зберіганням матеріалів, охороною праці та відповідністю будівельних робіт стандартам якості та безпеки.

На сьогодні в Україні ризики інвестування в будівництво житла характеризуються підвищеною складністю і їх рівень значно вище у порівнянні з інвестиціями в інші сектори економіки. Це ставить проблему управління ризиками на одне з перших місць в бізнесі на ринку будівництва. Незважаючи на важливість проблеми управління ризиками не тільки у галузі нерухомості чи будівництва, на багаторічну історію дослідження ризиків у сучасному вітчизняному та зарубіжному проектному менеджменті, на сьогодні відсутнє загальноприйняте розуміння суті ризику. Тому в статті термін «ризик реалізації інвестиційного будівельного проекту», або ризик ІСП, визначається як можливість виникнення в процесі реалізації проекту несприятливих ситуацій та наслідків. Будівництво об'єктів нерухомості, зокрема у галузі житлового будівництва, як виявили попередні дослідження, на жаль, має досить низький відсоток вдалих реалізацій подібних проектів в Україні через

ризиків, які реалізуються на певному етапі життєвого циклу проекту. У системі управління ризиками у будівництві поки що відсутні загальноприйняті методи оцінки ризиків, послідовність в роботі з ризиками, універсальна дієва методика управління ризиками, що в купі із значною актуальністю теми управління ризиками, становить значну наукову проблему у сфері управління проектами.

Якщо розглянути методи ідентифікації ризиків, виявиться безліч підходів лише до класифікації ризиків. Відповідно до поширеного в зарубіжних країнах підходу Construction Risk Management System (CRMS), запропонованого американськими аналітиками, процес ідентифікації ризиків складається з шести етапів:

- 1) виявлення невизначеностей;
- 2) складання попереднього контрольного списку;
- 3) сценарії наслідків;
- 4) відображення ризиків;
- 5) систематизований перелік ризиків;
- 6) сумарний ризик.

А. Міллс виділяє три важливі групи ризиків у будівництві – погодні умови, продуктивність праці і механізмів, якість матеріалів. Причому важливість визначається тим, що ці сфери складно підлягають контролю після здачі відповідного етапу робіт.

М. Коен і Дж. Палмер позначили такі види ризиків:

- ✓ зміни проекту і вимог до нього;
- ✓ помилки і пропуски в дизайні;
- ✓ недостатньо чітко визначення ролей і обов'язків учасників;
- ✓ недостатньо кваліфікований персонал;
- ✓ форс-мажорні ситуації;
- ✓ нові технології.

У. Шарп поділяє ризик за стадіями прояву на передопераційний і операційний. Передопераційний ризик ІСП передбачає розділення обов'язків і прав між засновниками і директорами, термінів будівництва, перевищення ліміту кошторисної вартості і ризику невчасного виконання зобов'язань інвесторами проекту. У Російських нормативних джерелах надано огляд ризиків проектів із будівництва житла, які, на їх думку, мають найбільше значення для кредиторів:

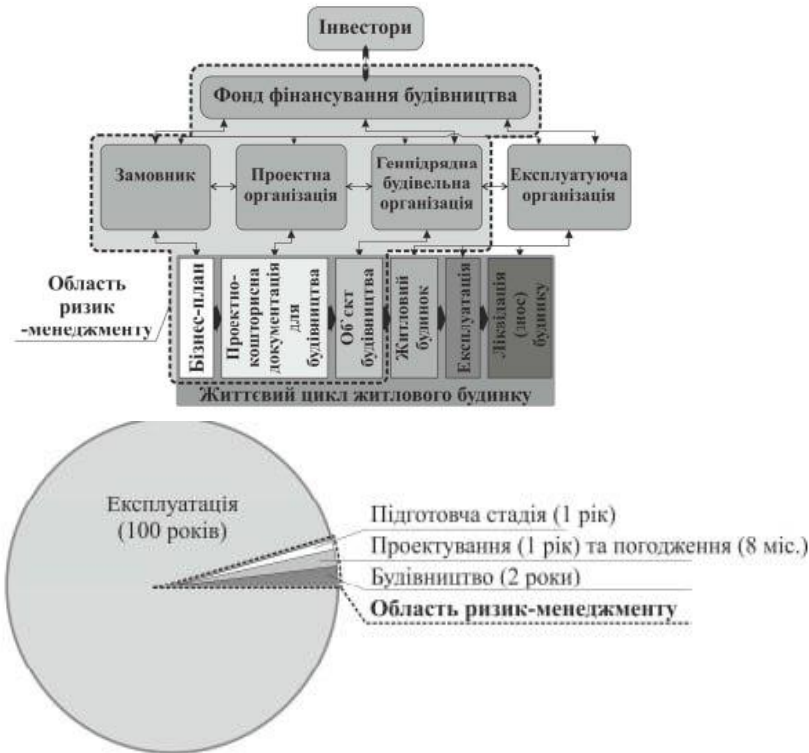
- ✓ юридичний ризик – ризик виникнення претензій на об'єкт нерухомості з боку третіх осіб;
- ✓ економічний ризик;
- ✓ ризик неефективності проекту;
- ✓ будівельний ризик – ризик виникнення збитку в ході будівництва або реконструкції об'єкта нерухомості.

Вітчизняні науковці у галузі ризиків житлового будівництва класифікують ризики за 10 показниками: за рівнем виникнення; за рівнем прогнозованості; за джерелами фінансування; за характером прояву в часі; за типами аналізу; за змістом; за методами мінімізації; за суб'єктами впливу; за характером та за розмірами втрат. За даними інших українських науковців, під час проведеного у 2011 році опитування серед співробітників підприємств будівельної галузі, діяльність яких пов'язана з питаннями ризикменеджменту в управлінні проектами, переважна кількість респондентів визначила політичні фактори; бюджетну, фінансову, податкову систему та кон'юнктуру ринку найбільш значущими зовнішніми ризиками проектів. Серед внутрішніх факторів ризику за оцінками респондентів були визначені: сфера фінансів (36%); учасники проекту (32%) і недоліки системи управління проектом (17%). Найбільш значущими для малих/середніх проектів є техніковиробничі фактори (35%), недоліки системи управління (28%) і фінансові фактори (26%). При оцінці відповідей респондентів про внутрішні фактори ризиків було відзначено деяку розбіжність у відповідях залежно від посадового статусу респондента. Зокрема, респонденти з високим посадовим статусом схильні надавати більше значення факторам управлінським, тоді як респонденти – менеджери операційного рівня більшою мірою додають значення техніко-виробничим факторам. Визначаючи зовнішні та внутрішні фактори ризику, що мають найбільшу дію на управління проектами в будівництві, респонденти визначили такими внутрішні ризики як для малих/середніх проектів (67%), так і для крупних (54%).

Деякі дослідники виділяють в окрему групу ризики неефективного та помилкового цілепокладання, пов'язані з неправильно обраними цілями проекту. Якісне цілепокладання системно знижує розпилення ресурсів, консолідує зусилля всіх співробітників підприємства на шляху реалізації місії підприємства.

Для запобігання операційним ризикам необхідно проводити систематичний моніторинг технічного стану обладнання, використовувати якісні матеріали, забезпечувати достатню підготовку робітників та вживати інших заходів, що гарантують якість будівництва та безпеку працівників.

Екологічні ризики включають в себе проблеми з використанням матеріалів, які можуть бути небезпечними для довкілля, викидами забруднюючих речовин, руйнуванням екосистем та інші. Наприклад, використання асбесту в будівництві може призвести до важких захворювань легенів у робітників та мешканців поблизу будівельних об'єктів.



Для запобігання екологічним ризикам будівельна галузь повинна дотримуватися стандартів та норм, які гарантують безпеку та охорону довкілля, використовувати екологічно чисті матеріали та технології будівництва, а також планувати будівництво з урахуванням екологічних факторів.

Усвідомлення операційних та екологічних ризиків будівельної галузі є важливим кроком у забезпеченні безпеки та сталого розвитку, а також збереження довкілля та біорізноманіття для майбутніх поколінь.

Висновуючи з розгляду теми "Операційні та екологічні ризики будівельної галузі", можна зробити висновок, що ці ризики мають серйозний вплив на безпеку та довкілля. Недостатня координація між різними етапами будівельного процесу, порушення правил безпеки та використання небезпечних матеріалів можуть призвести до непередбачуваних витрат та ризикування життям людей. З іншого боку, екологічні ризики можуть створювати загрозу для природного середовища та здоров'я людей.

Для зменшення ризиків в будівельній галузі необхідно вживати заходів з планування, контролювання якості робіт та стеження за дотриманням правил безпеки. Використання більш екологічно чистих матеріалів та зменшення викидів забруднюючих речовин допоможуть зменшити негативний вплив на довкілля.

Отже, бережливе відношення до природи та відповідальність за безпеку людей є невід'ємною частиною успішного будівництва. Застосування

принципів сталого розвитку та здорового глобального середовища має бути підставою для будівництва в майбутньому.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Стаття: "ОПТИМІЗАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ"
2. ESG у будівництві: "Управління ризиками та отримання прибутку"
3. Вікіпедія: "Екологічні ризики будівництва"
4. Азарова Ірина Борисівна «УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЕКТІВ У ГАЛУЗІ ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВ»

## ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ

*Кузьмішина Раїса Сергіївна*

*Київський національний університет будівництва та архітектури*

*kuzmishuna02raisa@gmail.com*

До початку повномасштабного вторгнення військових сил РФ на територію нашої країни більшість громадян навіть не цікавилися наявністю укриттів в містах, але наразі підвали стали чи не єдиним варіантом порятунку цивільного населення. Переважна більшість наявних об'єктів перебувають в неприйнятному стані. Звичайно ж, останні кілька десятиліть цивільне будівництво країни не було розраховано на реалії війни, тому більшість будівель не мають бомбосховищ, як таких. Житлові будинки, об'єкти інфраструктури в яких передбачені підвальні приміщення можуть слугувати тимчасовим укриттям, але вони не можуть забезпечити нормальних умов перебування в них протягом кількох діб.

Низька якість повітря у підвальних приміщеннях становить загрозу для здоров'я і життя людей, тому що існуюча в них вентиляція спрямована не на підтримку життя людей, а на дотримання санітарних умов. Підвальне приміщення обладнане вентиляцією для запобігання утворенню надмірної вологості, а як слідство розвитку плісняви та появи грибку, які згубно впливають на цілісність усєї споруди та на здоров'я, самопочуття людей, які знаходяться у приміщенні. Надходження чистого повітря в укриття – це головний фактор виживання. Хоча не менш важливим є захист від впливу хімічних, радіаційних, біологічних забрудників.

Військові дії в містах України змусили переосмислити принципи спорудження нових будинків. Саме тому, відбудову міст планують здійснювати за принципом тих житлових будівель, які нині є в Ізраїлі. У Ізраїля та України різний воєнний досвід, але, можливо, варто звернути увагу на

іноземну архітектуру у питаннях захисту цивільного населення. В країні ухвалено закон про цивільну оборону, тому у кожному житловому будинку обов'язково має розташовуватись підземне сховище. До ухвалення цього закону укриття були спільними і знаходилися у підвалах громадських будівель. На 2017 рік в Ізраїлі нараховувалося понад мільйон підземних бомбосховищ, при тому, що населення країни складає трохи більше ніж 8 мільйонів мешканців.

Саме те, що в Ізраїлі кожен житловий будинок повинен мати підземне укриття було вирішено у 1993 році. Виникла потреба у сховищах, до яких можна дістатися дуже швидко і називаються такі сховища мамадами, тобто захищене приміщення. Їх почали створювати, аби люди могли не бігти на вулицю, щоб потрапити до бомбосховища, а буквально пройти до сусідньої захищеної кімнати. Зараз, в мирний час, ізраїльтяни використовують їх як звичайні житлові приміщення. В багатоповерхових будинках такі сховища розташовуються на кожному поверсі для користування кількох сімей, їх розташовують одне над іншим для підвищення стійкості. Громадські будівлі також повинні мати такі приміщення на кожному поверсі де є люди. Без наявності мамада міська влада не дасть дозволу на будівництво або не введе споруду в експлуатацію. Крім того, сходові клітки в ізраїльських будинках завжди роблять укріпленими і з бетону, щоб там теж можна було сховатися або щоб безпечніше спускатися до загального укриття.

Оскільки у будинках до 1991 року не було мамадів, старі об'єкти в Ізраїлі реконструюють. Бомбосховища в Ізраїлі настільки поширені, що архітектори вже замислюються над тим, як зробити їх екологічними. «Укріплення не є „зеленою“ архітектурою, бо укриття — це багато бетону, виробництво й утилізація якого шкодить навколишньому середовищу, — каже ізраїльський архітектор Хошеа Крупп. — Тож ми використовуємо дорожчий екологічний бетон та відновлювальні джерела енергії, щоб зробити будівлі загалом більш „зеленими“».[1].

Проте український конструктор Дмитро Макагон вважає, що Україна не має спиратися на ізраїльський архітектурний досвід: російські обстріли сильніші, а боєприпаси — потужніші, ніж ті, які використовують проти Ізраїля. Доцільніше, зазначає він, було б переоблаштувати старі бомбосховища, зробивши їх комфортними, та створити нові.[1].

Також у 60-ті роки ХХ століття, під час Холодної війни, Швейцарія стала однією із перших країн, які на федеральному рівні законодавчо передбачили обов'язкове будівництво ядерних бункерів. Відповідне законодавство на той момент зобов'язувало власника будинку чи житлової споруди, де кількість кімнат більш ніж вісім, відводити частину площі під бункер, який би слугував сховищем на випадок ядерного конфлікту.

Законодавство Сінгапуру встановлює декілька видів обов'язкових для містобудування укриттів: приватні укриття, поверхові укриття (ті що знаходяться в багатоповерхових будинках), громадські укриття, імпровізовані укриття.

У Фінляндії обов'язки та повноваження з будівництва та утримання бомбосховищ та інших видів цивільно-захисних укриттів чи споруд закріплено за Міністерством внутрішніх справ. Однак цим обов'язком також обтяжені забудовники приватних осель площею понад 1 200 м<sup>2</sup> та об'єктів розміром більш ніж 3 000 м<sup>2</sup>. Приватні будинки у Фінляндії площею менш ніж 1 200 м<sup>2</sup> здебільшого не мають укриттів [2].

Бомбосховища мають бути розрахованими на постійне перебування людей в них протягом 2 діб. Відповідно, вентиляція бомбосховища повинна забезпечувати приплив чистого повітря і відведення відпрацьованого протягом цього часу. Закриті укриття обов'язково облаштовуються системою фільтрації повітря, щоб уникнути потрапляння ззовні радіаційного пилу, біологічних аерозолів, отруйних речовин. Розрахунок вентиляції проводять з урахуванням багатьох чинників, серед яких і кількість людей, і розташування, і технічні особливості споруди. Зокрема, враховують те, чи приміщення використовується виключно, як бомбосховище, чи в мирний час воно слугує для інших потреб. Під час ведення бойових діє існує великий ризик знеструмлення будівель і навіть цілих міст, тому вентиляція у бомбосховищі облаштовується з використанням механічних припливних і припливно-витяжних систем. В окремих випадках доцільне спорудження укриттів з можливістю повної ізоляції від доступу повітря з вулиці. В такому разі система має забезпечувати регенерацію внутрішнього повітря протягом 6 годин. Такі системи очищують повітря від монооксиду вуглецю (CO) і діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>) та підтримують оптимальний склад повітря: концентрація CO<sub>2</sub> до 3%, кисню – до 17%, CO – до 30 мг/м<sup>3</sup>. [3]. Проблема посилюється тим, що майже у всіх укриттях відсутня можливість здійснити механічне провітрювання. Існують рекуператори, які зберігають до 96% енерговитрат, пов'язаних з вентиляцією приміщень. Вентиляція з рекуперацією тепла витяжного повітря дозволяє повертати частину теплової енергії витяжного повітря, та додатково економити на нагріві припливного повітря.

Як зазначалось вище, бомбосховища можуть бути облаштовані альтернативними видами енергозабезпечення. Такі системи можуть забезпечити резервне джерело електроживлення у надзвичайних ситуаціях і слугувати екологічним джерелом енергії при постійній експлуатації всієї будівлі. Не менш важливим є система резервної фільтрації води.

У бомбосховищах навіть можна вирощувати рослини. Українська компанія вирощує свіжу зелень у підвальному приміщенні у зв'язку з тим, що

приміщення та обладнання були пошкоджені. У Дніпрі фермер Віктор Шулешко відновив свій зруйнований російськими військами бізнес. Він мав вертикальну ферму поряд з дніпровським аеропортом, який рік тому обстрілювали ракетами війська рф. Фахівець зазначив, що створена його командою вертикальна ферма-лабораторія розміщується у приміщенні, яке має по підлозі 300 кв.м. Висота стелі досягає 5 м. Приміщення розбите на зони вирощування, кожна з яких характеризується власним мікрокліматом [4].

“Своєю чергою, система вирощування розбита на модулі: стелаж має 4 рівні та загальну площу 16 кв.м. Таких модулів ми маємо 13 (208 кв.м). Кожен із них має свій бак, автоматичну систему коригування живильного розчину, автоматику управління 24 спектрами системи освітлення. Такий підхід дозволяє експериментувати з розчинами, що живлять (звертаючись до різних виробників, концентрацій, органічних добрив) системою освітлення (спектром, інтенсивністю) та мікрокліматом для отримання максимального результату по виходу продукції з квадратного метра площі вирощування, при цьому знизивши операційні витрати”, – зазначив Шулешко.[4]. Для підвищення показників виробництва на фермі використовується система освітлення, її ефективність – понад 200 лм/вт. Це робить цю систему висвітлення найпродуктивнішою в Україні.

Станом на кінець грудня 2022 року в Україні було 21 097 захисних споруд, з них понад 5,5 тисяч – сховища, майже 15,5 тисяч – протирадіаційні укриття.[5]. У якості бомбосховищ та споруд подвійного призначення використовують цокольні та підвальні приміщення, підземні автопаркінги, підземні переходи, метрополітен тощо (табл. 1).

*Таблиця 1*

**Наявні захисні споруди у містах України**

№	Місто	Кількість бомбосховищ	Кількість споруд подвійного призначення (приблизно)
1	Київ	514	4400
2	Одеса	353	800
3	Харків	300	4500
4	Запоріжжя	273	3000
5	Дніпро	181	3000
6	Рівне	197	2200
7	Чернівці	135	<1000
8	Луцьк	101	<1000
9	Суми	120	<1000
10	Львів	70	6000



Враховуючи вищевикладену інформацію, можна зробити кілька висновків стосовно бомбосховищ в Україні. Більшість укриттів та бомбосховищ не відповідають вимогам і стандартам, як мінімум у вже наявних підвальних приміщеннях необхідно подбати про вентиляційну систему, яка буде забезпечувати циркуляцію повітря при якому люди зможуть знаходитись там впродовж двох діб. При будівництві чи відбудові інфраструктури, як приватних будинків, так і споруд загального громадського користування необхідно враховувати безпечну площу, яка відповідатиме статусу укриття, як в країнах, які вже запровадили це на законодавчому рівні. Що до того, як же все таки «зелене» або ж екологічне будівництво можна поєднати з бомбосховищами, то все просто. "Зелені" будівлі мають низку переваг порівняно з традиційним будівництвом. Серед екологічних — скорочення споживання ресурсів, нижчий рівень забруднення повітря й води, менша кількість сміття. Згідно з ним, продукт наприкінці життєвого циклу переробляють в інший продукт, тож у підсумку нема відходів — так, як це відбувається в живій природі. Це означає, що "зелену" будівлю після завершення терміну служби не будуть зносити, а розберуть на частини. Ці деталі використають для нового будівництва. Як було сказано вище, самі бомбосховища не є «зеленою» архітектурою, проте можна використовувати дорожчий екологічний бетон та відновлювальні джерела енергії аби хоча б мінімізувати негативний вплив на оточуюче середовище. Нові ж будівлі можна проектувати з альтернативними джерелами енергії, та резервною фільтраційною системою водних ресурсів. Необхідністю є якісна система вентиляції, що є не менш важливо для збереження здорової екологічної атмосфери в закритому приміщенні з людьми. А для підприємців, які займаються фермерством вертикальні ферми-лабораторії з власним мікрокліматом є перспективним рішенням в сучасних умовах.

Враховуючи емоціональний стан людей, які знаходяться під час повітряних тривог у бомбосховищах, «зелені» вертикальні ферми — лабораторії, якими можливо обладнати сховища будуть сприятливо діяти на психологічний стан людини наскільки це можливо в ситуації воєнного положення в країні.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Касьянова Д. «За кам'яною стіною: Як в Ізраїлі будують укриття» - стаття 11.04.2022 - <https://birdinflight.com/architectura-uk/20220411-mamad.html>
2. Ватутіна Л., Воротніков М. —« Бомбосховища та містобудування: міжнародний досвід» – стаття 17.06.2022 - <https://pravo.ua/bomb-oskhovyshcha-ta-mistobuduvannia-mizhnarodnyi-dosvid/>

3. «Вентиляція бомбосховищ» - інформаційне джерело - <https://prana.ua/ventyliatsiia-bomboskhovyshch/?gclid=Cj0KCQjwz6ShBh>

4. Інформаційний портал «Landlord» - стаття 01.01.2023- <https://landlord.ua./news/>

## **ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

*Лепська Любов Анатоліївна*

*Київський національний університет будівництва і архітектури  
lyuba-lepskaya@ukr.net*

Вперше умова сталого розвитку економіки була сформульована Джоном Хартвіком у 70-х роках минулого століття – вона свідчить, що сталий розвиток можна забезпечити, інвестуючи всю ренту від природних ресурсів, що визначається як різниця між ринковою ціною ресурсу та граничними витратами його видобутку у відтворений капітал. Одне з прийнятих визначень сталого розвитку - «розвиток, який здатний забезпечити потреби сьогодення і не ставить під загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби у будівництві та використанні нерухомості». Стійкий розвиток прагне інтегрувати пріоритети економічної, екологічної та соціальної сфер у їхній раціональній взаємодії [3]. З точки зору розвитку будівництва особливої уваги заслуговує Ціль № 11 Порядку денного ООН в галузі сталого розвитку на період до 2030 року «Забезпечення відкритості, безпеки, життєстійкості та екологічної стійкості міст та населених пунктів». Це зумовлено збільшенням масштабів будівництва та зростанням населення в містах, а також тим, що квартали нової забудови далеко не завжди відповідають вимогам комфортного проживання в них, наприклад, через відсутність необхідної соціальної інфраструктури або непродумані варіанти транспортної доступності. Останнім часом проблемою сталого розвитку зацікавилися архітектори та інженери-проектувальники. Збереження екологічно чистого навколишнього середовища значною мірою залежить від того, як будівництво надалі активно впливатиме на живу природу або, навпаки, співіснуватиме з нею в гармонії та сприятиме її процвітанню. Дедалі більше уваги звертається на екологічний аспект при проектуванні, створенні та експлуатації нерухомості. Основною складовою проектування сучасних будівель є розуміння того, що комфорт перебування людини вдома, на робочому місці та в громадських місцях безпосередньо залежить від якості довкілля. Провідне становище архітектури та будівництва 21 століття - природа не пасивний фон нашої діяльності: в результаті людської

діяльності може бути створено нове природне середовище, що має більш високі комфортні показники для містобудування і є водночас енергетичним джерелом для систем кліматизації будівель.

У контексті «зеленого» будівництва європейськими країнами широко використовується ідеологія «пасивного дому», що частково пояснюється реалізацією відповідної директиви щодо енергетичних показників у будівництві (Energy Performance of Buildings Directive), прийнятої країнами ЄС, яка передбачає наближення всіх нових будівель до енергетичної нейтральності - за оцінками експертів, саме будівлі мають першість із споживання енергії. Так, 85% енергоспоживання посідає обігрів і охолодження, а 15% - електроенергія (переважно освітлення) [1]. Істотний вплив на споживання енергії мають, головним чином, стінові матеріали, перекриття, двері та вікна, а також вентиляція.

Є безліч способів, що дозволяють синтезувати архітектуру будинків з природою - такими є зелені сади на дахах будівель та вертикальні системи озеленення, а також вертикальне озеленення фасадів. Однією з переваг вертикального озеленення є те, що воно допомагає знизити витрати на електроенергію. Як внутрішні, так і зовнішні вертикальні сади допомагають охолоджувати повітря у літні місяці. Процес відомий як евапотранспірація, тобто коли вода переноситься з поверхні землі в атмосферу шляхом випаровування та транспірації. Зовнішні вертикальні стіни можуть допомогти знизити температуру поверхні стіни на п'ятнадцять градусів. В результаті відбувається значна економія енергії та зниження витрат на кондиціонування повітря.

Втім, для сталого розвитку обмежуватися лише енергоефективністю було б неправильно. Сама концепція має на увазі підвищення якості життя людей з мінімальними збитками для навколишнього середовища. Наприклад, для 828-метрової вежі «Бурдж-Халіфа» в Дубаї розроблено систему збору конденсату від кондиціонерів, що дозволяє отримувати прісну воду, причому обсяги одержуваної води вражають — до 40 млн л на рік і понад 100 000 л на добу — особливо для регіону де запаси прісної води вкрай обмежені.

Зелені будівлі є основою ЦСР. Конкретний внесок зеленого будівництва у 17 ЦСР можна кількісно проаналізувати за допомогою аналітичного процесу ієрархії [3]. Можна назвати цілі сталого розвитку, пов'язані з навколишнім середовищем і стійкістю в більш загальному плані:

Ціль 3: Міцне здоров'я та добробут. По-перше, зелені будівлі – це здорові будівлі. І оскільки люди проводять приблизно 85-95% свого часу вдома, вони займають ключову позицію для забезпечення дотримання цієї ЦСР.

Ціль 6: Чиста вода та санітарія. Будівництво має величезний вплив на чисту воду та санітарію. Експлуатація будівель, включаючи озеленення,

становить приблизно 12% від загального використання води лише в США. Однак найкращі практики сталого будівництва та зеленого будівництва економлять такі ресурси, як вода. Наприклад, належна сантехніка та поводження з відходами можуть мати великий вплив на доступність чистої води.

Ціль 7: Доступна та чиста енергія. За даними Міністерства енергетики США, на будівельний сектор припадає близько 76% використання електроенергії [2]. До 2030 року різні технології можуть скоротити споживання енергії будівлями більш ніж на 20%, але можлива набагато більша економія. Знову ж таки, зелені будівлі знаходяться в авангарді досягнення цієї ЦСР.

Ціль 8: Гідна праця та економічне зростання. Зелене будівництво може прискорити економічне зростання, особливо місцевої економіки, і створити робочі місця багатьма способами. Насправді будівництво, як правило, є найбільшим внеском у будь-яку економіку. Наприклад, малий і середній бізнес задіяний на кожному етапі життєвого циклу будівлі, а екологічні технології та будівельні матеріали, розроблені та виготовлені на місцевому рівні, можуть сприяти зростанню кількості робочих місць.

Ціль 9: Промисловість, інновації та інфраструктура. Будівництво та нерухомість є одними з найбільших галузей у світі. Зелене будівництво може стати катализатором інновацій на десятиліття вперед, це майбутнє сталого життя.

Ціль 11: Сталі міста та громади. Зелені будівлі є ключовими для сталих міст і громад. Ця ЦСР допомагає боротися зі зміною клімату та підготуватися до швидкого зростання міст.

Ціль 12: Відповідальне споживання та виробництво. У зелених будівлях використовуються циклічні принципи, що означає, що ресурси не витрачаються даремно. Крім того, зелені будівлі побудовані таким чином, щоб бути стійкими та служити десятиліттями.

Ціль 13: Кліматичні дії. Зрозуміло, що зелені будівлі є центральною частиною боротьби зі зміною клімату. Зрештою, конструкції та будівлі разом є одними з найбільших виробників викидів CO<sub>2</sub>. Практика показує, що послуги енергетичного моделювання можуть допомогти заощадити понад 100 000 000 кіловат-годин. Цього достатньо, щоб забезпечити енергією понад 14 000 будинків або заощадити 44 000 тонн CO<sub>2</sub> [1].

Ціль 15: Життя на суші. Зелені будівлі можна використовувати для захисту лісів, збереження водних ресурсів і збільшення біорізноманіття. Зрештою, від використовуваних будівельних матеріалів залежить, наскільки сталими є будівлі. Завдяки найкращим практикам екологічного будівництва в будівлях використовують матеріали з відповідальних джерел, зменшують споживання води та поважають біорізноманіття та навколишнє середовище.

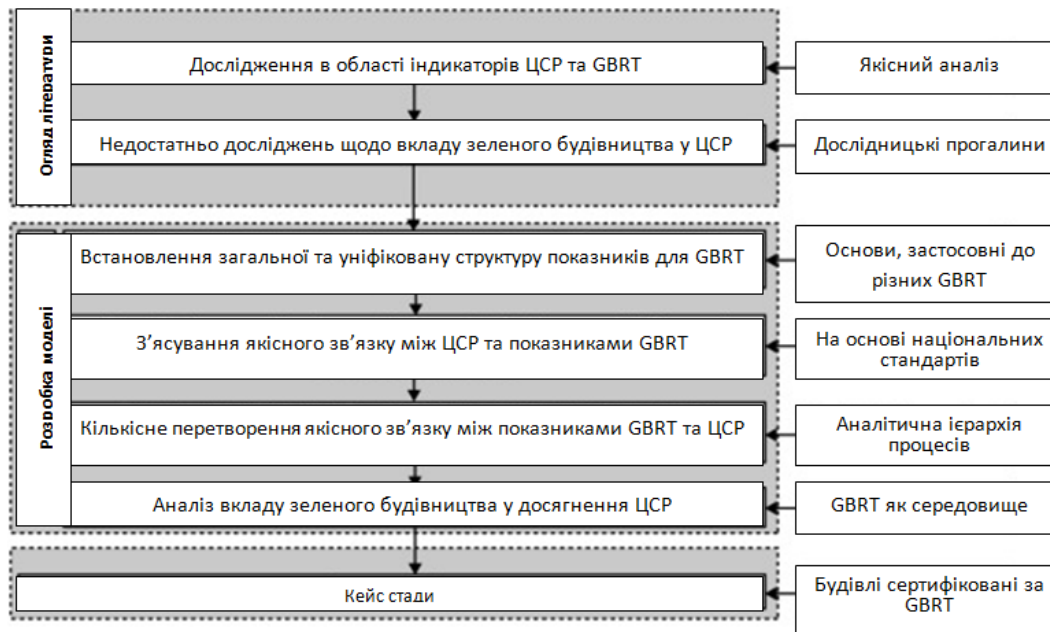
Ціль 17: Партнерство для досягнення цілей. Зелені будівлі допомагають створювати міцні та глобальні партнерства для досягнення ЦСР. Наприклад, Світовий альянс з питань будівництва будівель та споруд (Global Alliance for Buildings and Construction) є лише одним із прикладів такого партнерства.

Хоча поняття сталого будівництва (sustainable building, SB) та зеленого будівництва (green building, GB) споріднені і часто вживані як взаємозамінні, вони не ідентичні [3]. Перший приділяє більше уваги економічній та соціальній стійкості, ніж другий, який, перш за все, стосується впливу будівель на навколишнє середовище. Крім того, «зелене будівництво» має кілька визначень, більшість з яких підкреслюють його вимоги щодо збереження ресурсів, захисту навколишнього середовища та зменшення забруднення на кожному етапі будівництва.

Розуміння взаємозв'язку між ЦСР і конкретними секторами, такими як будівельна галузь, має важливе значення для розробки відповідної політики та інформування громадськості. Вкрай необхідно розробити підходи до трансформації ЦСР із глобального рівня на локальний та рівень конкретних проектів [3]. Однак результати оцінки за допомогою інструментів рейтингу «зелених» будівель (GBRT) відображають лише ступінь «зеленості» конкретної будівлі та не надають інформації, безпосередньо пов'язаної з ЦСР. Поточний суттєвий розрив між стійкою ефективністю будівлі та ЦСР призвело до відсутності систематизованих знань про внесок зеленого будівництва у ЦСР. Задачі сьогодення щодо наукового обґрунтування ролі та вкладу зеленого будівництва у досягнення цілей сталого розвитку можна схематично зобразити наступним чином (див. Рис. 1).

Попит на зелене будівництво в розвинених країнах однаково обумовлений як цінами на енергоносії, так і законодавчими актами. У той же час на ринках, що розвиваються, для девелопера вибір на користь «зелених» технологій продиктований в першу чергу забезпеченням конкурентних переваг проекту. Наявність «зеленого» сертифіката у такому разі виступає гарантом якості проекту, який має міжнародне визнання.

Зелене будівництво базується на прагматичному підході. Насамперед необхідно знайти реальну вигоду від використання ідей зеленого будівництва. Популярність технологій будівництва «зелених» будівель збільшується з кожним роком. В Україні дедалі частіше говорять про необхідність запровадження «зелених» технологій. Однак для розвитку «зеленого» будівництва інвесторам потрібний чинник мотивації. У цьому полягає головна проблема. Розвиток «зеленого» будівництва має підтримуватись на державному рівні.



**Рис. 1. Дослідницька методологія для наукового обґрунтування ролі та вкладу зеленого будівництва у досягнення цілей сталого розвитку**

Так, наприклад, Дубай планує до 2030 року заощадити близько 10 млрд. дирхамів (понад 2,7 млрд. доларів) за рахунок розвитку зеленого будівництва. «Зелені» будівельні норми та технічні характеристики є частиною проекту розвитку зеленого будівництва в Дубаї. Вони також є частиною Стратегічного плану Дубая, який реалізовує дубайське управління води та електроенергії (Dewa) спільно з муніципалітетом міста. «Зелені» будівельні норми та правила з 2014 року є обов'язковими для виконання приватними та державними забудовниками у Дубаї. Тепер принципи екологічного будівництва вже застосовуються в еміраті при будівництві нових будівель і максимально вводяться в побудованих раніше приміщеннях.

Яскравий зелений фасад головного офісу Міністерства енергетики Малайзії різко виділяє будівлю на тлі навколишніх будівель урядового кварталу. «Діамант» унікальний не лише зовнішнім виглядом: завдяки втіленню найсміливіших ідей екологічно сталого будівництва річне питоме споживання енергії в чотири рази менше за значення енергоспоживання для типової офісної будівлі в Малайзії. Сама форма діаманта - це оптимальний варіант архітектурної концепції для даного кліматичного регіону, якщо необхідно знизити енергоспоживання інженерними системами. «Діамант» став чудовим прикладом застосування на практиці енергозберігаючих технологій. Примітно, що додаткові інвестиції в енергетично ефективні рішення збільшили бюджет проекту лише на 6%. Після завершення будівництва та публікації

даних про об'єкт кількість зелених будівель, сертифікованих за національним стандартом GBI, різко збільшилася. За останні кілька років сертифікацію в Малайзії пройшли будівлі загальною площею понад 4,6 млн. м<sup>2</sup> [2].

Цілком очевидно, що при екологічному аналізі будівель на першому місці стоїть захист клімату. Ця тема все частіше порушується у сфері будівництва та нерухомості. Однак соціокультурні та економічні фактори становлять не меншу важливість. Стійке будівництво «не працює» без систематичного планування. При цьому діє наступний принцип: чим раніше будуть визначені цілі сталого розвитку забудовниками та проектувальниками, тим менше зусиль та витрат буде потрібно.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Dykstra A. Green construction: An introduction to a changing industry. Santa Rosa: Kirshner Books, 2022. 336 p.

2. Kibert C. Sustainable construction: Green building design and delivery. Hoboken: Wiley, 2022. 656 p.

3. Wen, B., Musa, S. N., Onn, C. C., Ramesh, S., Liang, L., Wang, W., & Ma, K. The role and contribution of green buildings on sustainable development goals. *Building and Environment*. 2020. No. 185. 107091. doi:10.1016/j.buildenv.2020.1070

### РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ПРИ ОЗЕЛЕНЕННІ ДАХІВ БУДИНКІВ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

*Літвак Ольга Анатоліївна, Данілова Олена Олександрівна*

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
[olya.litvak@gmail.com](mailto:olya.litvak@gmail.com), [lenadanilova2017@gmail.com](mailto:lenadanilova2017@gmail.com)*

Зростаючий інтерес до високоефективних, екологічних будівель впливає на методи проектування та архітектурну практику, а також на стандарти в будівельній галузі. Такі фактори, як глобальне потепління, зростання населення, забруднення довкілля, скорочення біорізноманіття, сприяють розвитку зеленого будівництва. Виникає потреба в будівельних конструкціях, які мають позитивний вплив на стан навколишнього середовища. Таким елементом може стати зелена покрівля, інтегрована як у систему будівлі, так і в урбоекосистему.

Застосування зелених дахів може пом'якшити ефект теплового острова в містах і зробити позитивний внесок в регулювання температури повітря. Острови тепла виникають у середовищах, де міські температури завжди вищі, ніж температури навколишнього середовища. При цьому виникає підвищений

ризик фотохімічних реакцій поллютантів із утворенням теплових хвиль, які спричиняють тепловий стрес у міських жителів [1]. Це не тільки призводить до дискомфорту, підвищеного споживання енергії при кондиціонуванні повітря та аналогічних технологій, а також до проблем зі здоров'ям населення. Негативний вплив міських островів тепла значно вищий для людей похилого віку та хворих людей.

Для раціонального планування міського простору та запобігання підвищенню температури атмосферного повітря, значна увага приділяється розвитку зелених зон, здатних блокувати або поглинати сонячну радіацію. Там, де вільний простір у містах обмежений, а озеленення не передбачалося при початковому плануванні та будівництві, зелені дахи стають ідеальним рішенням.

В існуючій практиці зеленого будівництва, залежно від потреби рослин, що висаджуються, у догляді, а також допустимих навантажень на конструкцію, розрізняють два основних типи зелених дахів:

- з інтенсивним озелененням (передбачає використання широкого асортименту рослин, зокрема трав'янистих рослин, чагарничків і дерев, які потребують необхідних умов зростання і догляду);

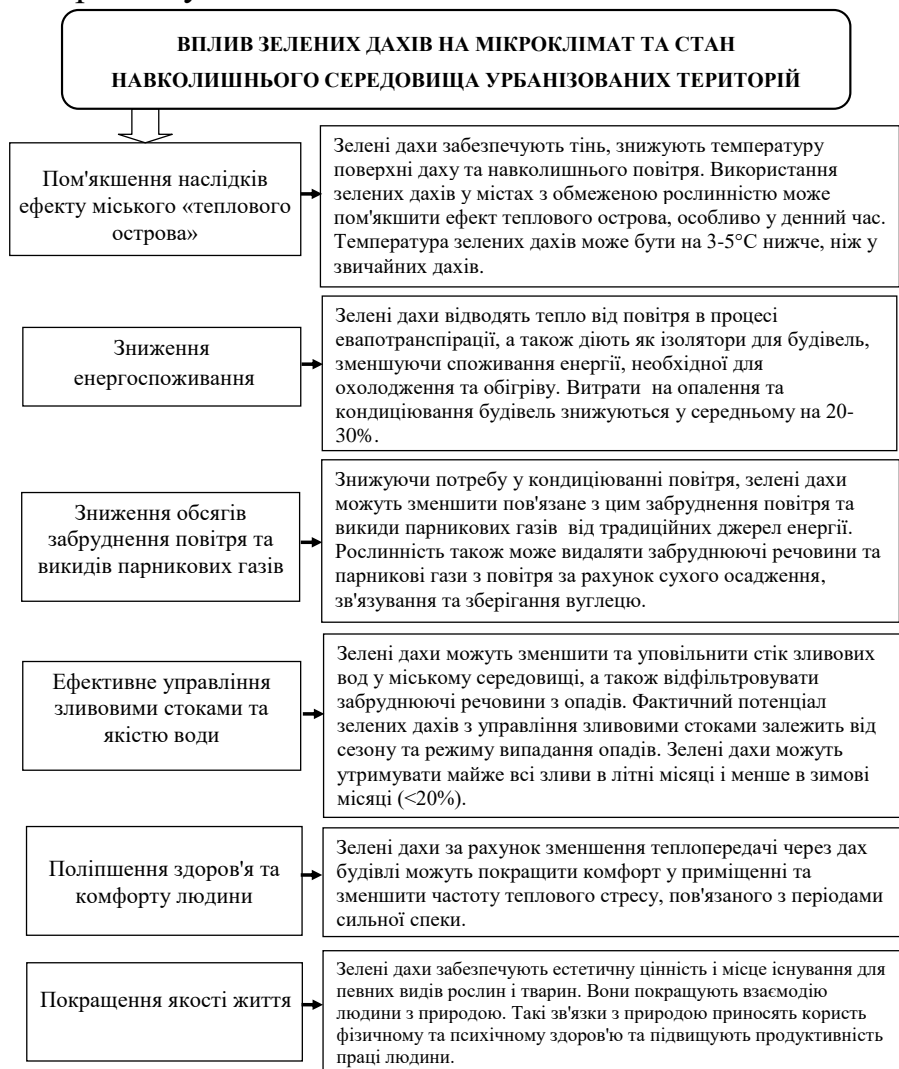
- з екстенсивним озелененням (передбачається використання обмеженого асортименту рослин, маловимогливих до умов зростання і догляду; доступ людей на такий дах обмежений, з огляду на знижені навантаження на несучі конструкції споруди, допускається влаштування не озелених ділянок) [2].

Типи рослинності мають помітний вплив на охолодження зеленого даху та тепловий комфорт. Інтенсивні зелені дахи значно перевершують екстенсивні щодо ефектів охолодження як на рівні даху, так і на рівні вулиці. Охолоджуючий ефект густих дерев висотою 6 м приблизно вдвічі вищий, ніж у густих трав заввишки 3 см. Контраст ефектів охолодження між двома типами зелених дахів особливо помітний, в основному через ефекти крони дерев, які утворюють тінь [3].

Отже, зелений дах з деревами ефективніший, ніж зелений дах із травою, та забезпечує кращі умови теплового комфорту в міських мікрокліматах. Зелені дахи можуть створювати прохолодні зони різних розмірів, форм, орієнтацій. Пов'язаний з цим ефект охолодження має тенденцію поширюватися за межі зелених насаджень на відносно невелику територію в межах мікрорайону міста. Форма прохолодних зон залежить від щільності забудови, схеми розташування та геометрії будівель у поєднанні з дорогами. Вони утворюють невеликі, приблизно круглі та досить чітко окреслені «прохолодні острівці». Ефект окремих прохолодних острівців має тенденцію поширюватися від ядра зеленого даху на кілька метрів від периферії [4].



Попередні дослідження доводять, що протяжність і розмір зеленого даху мають важливий вплив на мікроклімат міста [5, 6]. Застосування зелених дахів на невеликих територіях (міських кварталах) мало впливає на тепловий комфорт всієї території міста. Щоб отримати вигоду з охолоджуючого ефекту зелених дахів та зменшити тепло у масштабах міського мікроклімату, необхідно використовувати зелені дахи на великих площах.



**Рис. 1. Вплив зелених дахів на регулювання мікроклімату та стан навколишнього середовища урбанізованих територій**

Треба зазначити, що підбір рослин при озелененні дахів має відповідати низці критеріїв. Рослини повинні мати невелику мичкувату кореневу систему, не вимагати ретельного догляду, мати високу морозостійкість і посухостійкість, вітростійкість, бути світлолюбними, і досить декоративними. Під час вибору асортименту перевагу віддають невибагливим і витривалим рослинам – невисоким або карликовим формам дерев і чагарників,

невибагливим ліанам, низькорослим посухостійким і морозостійким травам, частіше – сукулентам і ґрунтопокривним рослинам.

Зелені дахи як інструмент регулювання параметрів міського мікроклімату мають також низку супутніх переваг та позитивних впливів на навколишнє середовище (рис. 1). Зелені дахи природним чином зберігають дощову воду і за допомогою вологи, що випаровується, захищають поверхню від пилу і нагрівання. Озеленення збільшує термін використання гідроізоляції даху завдяки захисту від природного впливу [7]. Кожний зелений дах формує певний біоценоз. Виникає новий життєвий простір для фауни і флори, що виробляє кисень і поглинає вуглекислий газ. Окрім естетичної привабливості та екологічних властивостей озеленені дахи ще й покращують теплоізоляцію та шумоізоляцію будівлі, а також подовжують термін її експлуатації.

До недоліків зелених дахів можна віднести те, що далеко не всі люди здатні добре переносити висоту, а також те, що на висоті людина може піддатися сильнішому випромінюванню як сонячному, так і тепловому, та значно сильнішим вітровим навантаженням. Для підвищення безпеки передбачаються високі парапети і надійні огорожі, встановлення сонячних тентів, висаджування високих дерев.

Таким чином, зелені дахи є одним із аспектів багатогранної стратегії управління міським мікрокліматом та оптимізації міських просторів. Немає універсального підходу до проектування зелених дахів, і вони повинні бути спроектовані відповідно до типу будівлі, для якої вони призначені, конкретних кліматичних характеристик навколишньої місцевості, таких як сонячна радіація, земний покрив, вітер та інші фактори.

Все вищезазначене відображає великий потенціал зелених дахів у забезпеченні оздоровлення мікроклімату урбанізованих територій та створенні комфортних місць відпочинку на свіжому повітрі для покращення здоров'я та якості життя міського населення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ткаченко Т.М., Ткаченко О.А. Сучасний стан використання «зелених конструкцій» в урбоценозах. *Збірник наукових праць ДонНАБА*. 2019. № 1(15). С. 3–30.
2. Gunawardena K.R., Wells M.J., Kershaw T., Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Science of the Total Environment*. 2017. 584-585. P. 1040–1055.
3. Peng Lilliana L.H., Jim C.Y. Green-Roof Effects on Neighborhood Microclimate and Human Thermal Sensation. *Energies*. 2013. № 6. P.598–618.

4. Dwivedi A., Mohan B.K. Impact of green roof on micro climate to reduce Urban Heat Island. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 2018.Vol.10, P. 56–69.

5. Umberto Berardi U. The outdoor microclimate benefits and energy saving resulting from green roofs retrofits. *Energy and Buildings*. 2016. Vol. 121. P. 217-229.

6. Using Green Roofs to Reduce Heat Islands. US Environmental Protection Agency. URL: <https://www.epa.gov/heatislands/using-green-roofs-reduce-heat-islands>

7. Крайниковець О.В., Дідик В.В., Максим'юк Т.М., Сади на дахах. *Архітектура*. 2012. № 728. С. 119–125.

## **ВИКОРИСТАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ В КОНЦЕПЦІЇ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ**

*Лобойченко Валентина Михайлівна<sup>1</sup>, Груздова Валерія Олександрівна<sup>2</sup>, Колошко Ювіта Вікторівна<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Луцький національний технічний університет, [vloboichm@gmail.com](mailto:vloboichm@gmail.com)

<sup>2</sup>Національний університет цивільного захисту України, [leragruzdova1401@gmail.com](mailto:leragruzdova1401@gmail.com), [yuvita.75@ukr.net](mailto:yuvita.75@ukr.net)

Військовий конфлікт в Україні, спричинений озброєною агресією сусідньої держави, призвів до катастрофічних змін на території нашої держави, в українському і світовому суспільстві в цілому. Враховуючи вищу пріоритетність цінності людського життя, не можна не відзначити також значні матеріальні, економічні та екологічні збитки, знищення цілих галузей економічної діяльності, пошкодження інфраструктури населених пунктів, руйнацію міст та природних об'єктів в Україні.

Окремим питанням, яке також потребує нагального вирішення, є знищення біорізноманіття внаслідок бойових дій, фізичне ураження ґрунтів, рослинного та тваринного світу, забруднення території та акваторії нашої держави хімічними сполуками, які потрапляють в довкілля в результаті вибухів боєприпасів та, як наслідок, подальших пожеж [1].

В містах та інших населених пунктах, що знаходяться під систематичними та масованими обстрілами, додатково постає проблема ліквідації наслідків руйнування та пошкодження будівель, важливим елементом вирішення якої є поводження з відходами руйнації. Так, Міндовкілля зазначає, що на листопад 2022 р. лише на деокупованих територіях Київської, Сумської та Чернігівської областей було накопичено 15,2 млрд т. відходів внаслідок руйнування будівель

та споруд [2]. При тому, що Харківська, Донецька, Запорізька, Луганська, Херсонська області також потерпають від обстрілів російських агресорів і на території цих регіонів міститься значна кількість відходів руйнації.

Враховуючи масштабність ситуації з утворенням цих відходів, наприкінці 2022 р. Кабмін затвердив «Порядок поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків» [3], який регламентує особливості екологічно безпечного збирання, перевезення, сортування, зберігання, оброблення (перероблення), утилізації, видалення, знешкодження і захоронення таких відходів. В залежності від виду компонентів відходів (деревина, скло, цегла, бетон, металоконструкції тощо) зазначаються можливі шляхи повторного використання компонентів відходів (виготовлення деревостружкових плит, заповнювачів для бетону, як сировина для укріплення доріг, в металургійному виробництві тощо). Цей «Порядок...» також визначає особливості вторинного використання відходів руйнації. Так, згідно з цим документом в лютому 2023 р. Київська область почала облаштувати місця тимчасового складування для сортування та вторинної переробки таких відходів [4], в Харкові здійснюють їх подрібнення та переробку, що на первинному етапі передбачає використання гідромолоту для зменшення розміру уламків будівель та споруд [5].

Враховуючи актуальність проблеми поводження з відходами зруйнованих споруд, в роботі запропоновано подальше екологічнобезпечне застосування будівельних відходів, що утворились внаслідок руйнації споруд. Запропоноване рішення також відповідає сучасним ресурсозберігаючим та енергозберігаючим тенденціям залучення відходів у вторинний обіг.

Так, в процесі подальшої відбудови держави вирішення логістичних питань з доставкою товарів, матеріалів обов'язково потребуватиме наявності якісних шляхів їх доставлення. Відновлення зруйнованих автодоріг є первинною ланкою забезпечення необхідного рівня автотрафіку.

Зокрема, отримані при сортуванні відходів руйнації будівельні відходи можна використовувати в процесі виготовлення покриття доріг [3]. Як первинний етап, в роботі оцінено потенційні розміри автомобільного полотна за умови переробки будівельних відходів у щебінь [6] з урахуванням щільності цих відходів та за різних типів автодоріг (дво-, чотириполосна автодорога). Зазначений підхід дозволить свідомо планувати розподіл коштів, аргументовано залучати інвесторів та ефективно використовувати робочі та матеріальні ресурси.

Невирішеними наразі питаннями, що також потребують термінового розв'язання, залишається оцінка вартості відходів руйнації – безпосередньо, в грошовому еквіваленті, чи загальна, що враховує залучення всіх ресурсів для

їх отримання (людські та матеріальні ресурси, витрати на перевезення та сортування тощо), необхідність достатньої кількості сортувального та дробильного обладнання, наявність кваліфікованої робочої сили та джерел фінансування всіх цих видів діяльності, регламентацію особливостей документообігу, точного визначення собівартості робіт із будівництва автошляхів та низка інших.

Подальше дослідження базується на концепції створення всеукраїнської он-лайн платформи поводження з відходами руйнації [7] в межах політики цифровізації послуг, що впроваджується нашою державою. Зокрема, передбачається в режимі реального часу забезпечення швидкої взаємодії між всіма учасниками ринку поводження з будівельними відходами, залученими до відбудови держави. Ця платформа може мати вид додатку в смартфоні та(або) розташовуватись на веб-ресурсі, мати платний чи безкоштовний доступ, містити розподіл за категоріями будівельних відходів та інші опції.

Таким чином, проведене дослідження показало можливість застосування відходів руйнації для будівництва нових автошляхів в процесі післявоєнного відновлення України як екологічного енерго- та ресурсозберігаючого способу вторинної переробки відходів. Як наступний етап дослідження запропоновано концепцію он-лайн платформи поводження з відходами руйнації, що передбачає залучення цифрового інструментарію для ефективного поводження з цими відходами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Савчук Р.О., Бобок Я.В., н.к. Лобойченко В.М. Аналіз стану знешкодження вибухонебезпечних предметів як складова забезпечення цивільної безпеки території України під час військових дій 2022 р. Студентський науковий вісник. Сер. економічні та гуманітарні науки. Наук. збірник. 2022. № 46 (Випуск 2). С. 181-190.

2. Відходи війни в Україні вже набули таких масштабів, яких на Європейському континенті не існувало з часів Другої світової війни. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 10.11.2022 р. <https://www.kmu.gov.ua/news/vidhodi-vijni-v-ukrayini-vzhe-nabuli-takih-masshtabiv-yakih-na-yevropejskomu-kontinenti-ne-isnuvalo-z-chasiv-drugoyi-svitovoyi-vijni>.

3. Про затвердження Порядку поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України. Постанова КМУ від 27 вересня 2022 р. № 1073. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text>.

4. Міндовкілля: Відходи руйнації в Україні вже можна порівняти з кількістю твердих побутових відходів, що в середньому утворюються в країні за рік. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 10.02.2023 р. <https://www.kmu.gov.ua/news/mindovkillia-vidkhody-ruinatsii-v-ukraini-vzhe-mozhna-porivniaty-z-kilkistiu-tverdykh-pobutovykh-vidkhodiv-shcho-v-serednomu-utvoriuiutsia-v-kraini-za-rik>.

5. У Харкові переробляють відходи руйнацій. 23.02. 2023. <https://www.city.kharkiv.ua/uk/news/-53227.html>.

6. Лобойченко В.М., Бондаренко А.Ю., Груздова В.О., Стрілець В.В., Колошко Ю.В. Забезпечення еколого-енергетичної безпеки в повоєнній Україні як складова морської безпеки країн Балто-Чорноморського регіону. II International scientific conference «Maritime security of the Baltic-Black sea region: challenges and threats»: conference proceedings, (December 23, 2022, Odessa, Ukraine). Riga, Latvia : «Baltija Publishing», p. 145 – 148.

7. Попович О.Р., Захарко Я.М., Мальований М.С. Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів. Вісник Національного університету «Львівська політехніка», Серія «Теорія і практика будівництва», 2013, № 755. С. 321–324.

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕКОМЕНДОВАНОЇ ВООЗ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ В ОФІСНИХ ПРИМІЩЕННЯХ З ІСНЮЮЧОЮ СИСТЕМОЮ ВЕНТИЛЯЦІЇ.**

*Макаренко Любов Ігорівна, Приймак Олександр Вікторович  
Київський національний університет будівництва та архітектури  
2222555@ukr.net, 02opriymak@gmail.com*

Вимоги до якості повітря, при організації систем вентиляції, поступово набувають рис «стандартного пакету» для створення безпечного повітряного середовища в умовах щільної забудови густонаселених міст.

Не дивлячись на достатньо невеликий часовий проміжок розвитку питання «якості повітря» в Україні, «географія» застосування цих вимог не обмежена містами: мешканці котеджних забудов за межами міста, так само переймаються якістю повітря в своїх оселях, як і мешканці великих індустріальних міст.

І якщо на етапі проектування (при наявності чіткого технічного завдання та інших вимог) достатньо просто передбачити встановлення, як необхідного обладнання для очищення повітря, так і, скорегувати підбір вентиляційного обладнання з огляду на забезпечення коректної роботи фільтраційного обладнання (наприклад, підбір вентилятора з урахуванням тиску, який буде

створювати фільтрувальний елемент), а також заздалегідь узгодити розміщення даного обладнання та передбачити зручний доступ до нього для постійного планового сервісу. То в умовах функціонуючої будівлі, в більшості випадків, є достатньо обмежені можливості втручатися в роботу вже існуючих систем, без внесення значних змін їх конструктивної будови, наслідком яких можуть бути зміни не лише системи вентиляції, а наприклад, і системи електропостачання чи водопостачання та каналізації.

Основною вимогою є отримання можливості відслідковування та впливу на параметри внутрішнього повітряного середовища в приміщеннях з існуючими інженерними мережами без значних капітальних вкладень, не тільки на модернізацію цих інженерних мереж, а й, капітальних вкладень в ремонт всієї будівлі, такі як, виділення нових технічних приміщень для розміщення додаткової кліматичної техніки, яка б надала змогу контролювати необхідні показники.

Перелік застосувань, які можна використати для рішення поставлених питань, залежить лише від власних побажань замовника (наприклад, побажання прибрати запах тютюну чи знизити концентрацію алергенів від домашніх тварин ) та вихідними параметрами зовнішнього та внутрішнього повітряного середовища.

В методичних рекомендація Центру з контролю та профілактики захворювань у США (CDC) наведена «піраміда інфекційного контролю», що включає в себе методи боротьби з повітряним забруднювачем, таким як COVID-19, від найбільш ефективних, а саме усунення забруднення (або патогену), інженерний контроль (розділення людей та патогенів), адміністративний контроль (інструктаж людей) та персональні засоби захисту (використання масок, халатів, рукавичок тощо).

Одним з найефективнішим способів вважається усунення патогену від місць постійного перебування людей. Тож, яким чином можна забезпечити цю умову ?

Найкращі результати по вловлюванню з повітря часток різних фракцій показали рециркуляційні агрегати з HEPA-фільтрами [1], [2], [3], [4]. Використання портативних повітроочищувачів з фільтрами HEPA, дозволяє вирішити питання:

- 1) тимчасової рециркуляція повітря в приміщеннях без загальнообмінної вентиляції (наприклад, під час ремонту загальнообмінної системи вентиляції),
- 2) додаткової системи рециркуляції повітря з фільтрацією повітря, для створення необхідної кратності повітрообміну в приміщеннях;
- 3) забезпечення підвищеної ефективності очищення повітря.

Але це обладнання не задовольняє вимоги щодо нормативної санітарної кількості свіжого повітря. Тож, в приміщеннях з постійним перебуванням

людей необхідно організувати загальнообмінну вентиляцію з розрахунку на санітарну норму свіжого повітря для дихання людей в поєднанні з вказаними очисними системами.

Фільтри, що використовуються в системах вентиляції та кондиціонування (G4-F9) мають низьку ефективність очищення. Навіть HEPA-фільтри класу H11-H13 не затримують частки менші 3мкм, до яких входять і мікроорганізми. На ефективність фільтрації повітроочисником впливають як його конструкція, так і підбір секцій фільтрації та умови використання повітроочисника виходячи з фізичних параметрів оточуючого повітряного середовища та фізичного розташування згідно геометричних параметрів приміщень, які він обслуговуються.

В дослідженні Сао та ін.[5] проведено порівняння систем для очищення повітря в приміщенні об'ємом 185,5м<sup>3</sup>, а саме: припливна установка з фільтром MERV 15 (ефективність очищення часток 0,3-1,0мкм до 94%) потужністю 500м<sup>3</sup>/годину (0,142 м<sup>3</sup>/с) може зменшити кількість частинок у приміщенні на 56,5% за перші 15 хвилин роботи; фанкойл з повітряним фільтром MERV 13 (ефективність очищення часток 0,3-1,0мкм до 75%) потужністю 1274,4 м<sup>3</sup>/годину (0,354 м<sup>3</sup>/с) може зменшити кількість частинок у приміщенні на 75,1% за перші 15 хвилин роботи та переносний повітроочисник типу Oreck AirInstinct (модель AIR108) оснащений високоефективним фільтром твердих частинок повітря HEPA (ефективність очищення часток 0,3-1,0мкм до 99,97%) концентрація частинок може бути зменшена на 41,8%, 59,0%, 79,7% і 90,0% для сценаріїв з одним очисником, двома очисниками, чотирма очисниками та шістьма очисниками відповідно. Це дослідження показує, що навіть якщо кімната не має системи припливної вентиляції або внутрішнього блоку кондиціонера з системою фільтрації, концентрацію частинок у приміщенні все одно можна досить швидко зменшити, розмістивши достатню кількість переносних повітроочисників з фільтрами HEPA.

Результати роботи Jones та ін.[6] виявили, що заміна фільтрів з MERV 8 на MERV 14 або 15 мало більший вплив на зниження рівня PM<sub>2,5</sub> у приміщенні, ніж регулювання кратності зовнішнього повітря. У цій роботі виміряли PM<sub>2,5</sub> у приміщенні безперервно протягом одного року в 37 міських комерційних офісах з механічною або змішаною вентиляцією в Китаї, Індії, Великобританії та США. У цьому аналізі фільтри MERV 13–14 і фільтри MERV 15+ зменшили вміст PM<sub>2,5</sub> у приміщенні на 30,9% і 39,4% відповідно порівняно з фільтрами MERV 7–12, тоді як вплив швидкості повітрообміну (кратність зросла з 1,0 год<sup>-1</sup> до 2,4 год<sup>-1</sup> до 5,4 год<sup>-1</sup>) коливалась від 13,6% до 30,0%. Для офісних будівель в звіті №23 ЄСА (Європейська спільна дія щодо «Міського повітря, внутрішнього середовища та впливу на людину»)[7] пропонують рівень вентиляції, який підтримується на рівні та вище 10 л/с на



людину ( $36\text{м}^3/\text{годину}$ ), як такий, що в середньому призведе до значного зменшення у мешканців симптомів «хвороби будівлі» і покращення якості повітря. Для інженера-проектувальника рекомендують використовувати витрату свіжого повітря в офісному приміщенні на людину з розрахунку  $q_v = 12,5$  л/с на людину ( $45\text{м}^3/\text{годину}$ ), якщо немає можливості вимірювати дані концентрації  $\text{CO}_2$  в приміщеннях. Що узгоджується з даними додатку X, ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» при застосуванні мінімальних розрахункових коефіцієнтів -  $40\text{м}^3/\text{годину}$  на людину.

Тож, виходячи з усього наведеного вище, можна зробити висновок, що необхідною умовою створення якості повітря в приміщеннях є поєднання визначеної кількості свіжого повітря, як санітарної норми для дихання, та застосування фільтрів класу HEPA (або MERV) для ефективного очищення повітря в системах вентиляції.

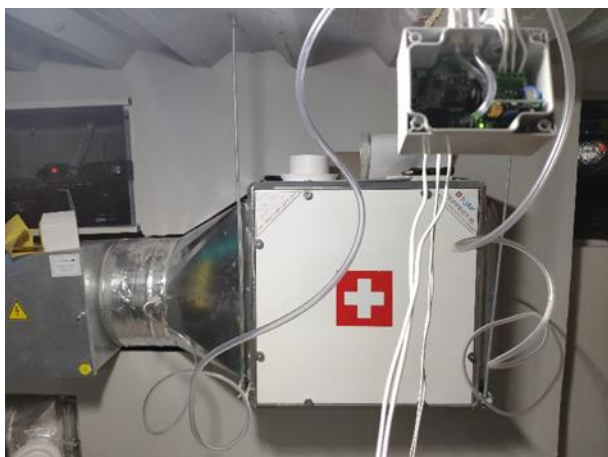
В цій якості розглядали каналний очищувач повітря IQAir Perfect 16[8].

Виміри проводилися на першому поверсі будівлі м. Київ в офісних приміщеннях, для яких встановлена припливно-витяжна система вентиляції потужністю  $1000\text{м}^3/\text{годину}$  з розрахунковим вільним тиском (на мережу повітроводів)  $300\text{Па}$  з фільтрами класу – G4. Для вимірювання даних використовувалися такі прилади: датчик перепаду тиску SPS-G-2КО;анемометр ET-965;датчик частинок Particle Scan Lite, IQAir. Serial nr.:2005.30837. Flow  $0,025$  cfm;

На припливному повітроводі по руху повітря після припливно-витяжної установки змонтовано каналний очищувач повітря IQAir Perfect 16. Рис.1 . Заявлені виробником параметри очищення:  $>95\%$  для часток  $0,3\text{мкм}$  і  $\geq 75\%$  для частинок  $0,03\text{мкм}$  і більше. Площа фільтруючого матеріалу в перерізі –  $16\text{м}^2$ . Мінімальний показник ефективності – MERV16 (відповідник типу фільтру класу HEPA H11).

Вимірювання проводилися 20.11.23 при внутрішній температурі  $+21,2\text{C}$ , відносній вологості в приміщенні  $32\%$  при ввімкненій системі вентиляції до установки фільтру (для отримання вихідної інформації щодо стану інженерних систем та чистоти повітря в приміщеннях ) та 13.02.23 при внутрішній температурі  $+21,5\text{C}$ , відносній вологості в приміщенні  $28\%$  з діючою системою вентиляції з фільтром Perfect 16 (система проробила більше півроку після переобладнання). Перед замірами 13.02.23 було проведено сервісне обслуговування і всі фільтри були замінені на нові. Рис.2

Результати натурних вимірів кількості повітря, що надходить до приміщень від діючої вентиляції в порівнянні з необхідною кількістю повітря згідно норм вказано в таблиці 1. Окремо, в таблиці 1 вказано мінімальні значення повітрообміну для якісного очищення приміщень згідно рекомендацій для встановлення високоефективних фільтрів.



**Рис.1. Вбудований фільтр Perfect 16 в існуючу систему повітропроводів припливно-витяжної системи з під'єднаним датчиком перепаду тиску SPS-G-2КО**



**Рис.2. Брудний фільтр (термін використання 1 місяць) та чистий фільтр G4**

*Таблиця 1.*

**Повітрообмін для приміщень з припливно-витяжною вентиляцією з вбудованим фільтром Perfect 16 ID-2225 з фільтрувальною вкладкою MERV16**

№ п/п	Призначення приміщення	Об'єм приміщення, м <sup>3</sup>	Повітрообмін при механічній вентиляції, м <sup>3</sup> /годину				Мінімальний повітрообмін для ефективного очищення повітря за допомогою фільтру IQAir Perfect 16	
			приплив	викид	Кратність, год <sup>-1</sup>	Кратність, год <sup>-1</sup>	Кількість повітря, м <sup>3</sup> /годину	
№1	Рецепція	154	норма*	120	120	0,7	2...6	308...924
			фактичний	110	90			
№4	Кабінет директора	138	норма*	180	180	1,5	2...6	276...828
			фактичний	201	197			
№7	Кабінет директора	194	норма*	180	180	1,1	2...6	388...1164
			фактичний	209	215			

*\* (при тiп. 40м<sup>3</sup>/годину на 1 працюючого, а в кабiнетах директора при тiп. 180м<sup>3</sup>/годину) згiдно Додатку X, ДБН ДБН В.2.5-67:2013.*

Проведений аналіз якості повітря на забруднення зваженими частками до 0,3мкм і більше до та після модернізації зведено в таблицю 2.

Таблиця 2.

**Показники очищення повітря з 20.11.21 по 13.02.23 до та після модернізації системи вентиляції фільтром Perfect 16 ID-2225 з фільтрувальною вкладкою MERV16**

Призначення приміщення	Аналіз якості повітря	Аналіз якості повітря	Рівень зниження забруднення повітря в заданому об'ємі приміщення
	Дата 20.11.2021	Дата 13.02.2023	13.02.2023
	одиниць в м <sup>3</sup>	одиниць в м <sup>3</sup>	%
Рецепція	286599	67827	76,3
Кабінет №4	62904	18339	70,8
Кабінет №7	51049	12267	76,0

Як видно з порівняння, повітрообмін в приміщеннях не досягає рекомендованої мінімальної кратності 2..6. Наявна кратність в приміщеннях від 0,7 до 1,5 крат. Але навіть при таких значеннях кратності повітрообміну, фільтр встановлений на систему вентиляції за 6 місяців дозволив зменшити кількість забруднювачів в приміщеннях на 70..76%.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Offermann, F.J., Sextro, R.G., Fisk, W.J., Grimsrud, D.T., Nazaroff, W.W., Nero, A.V., Revzan, K.L. and Yater, J. (1985). Control of respirable particles in indoor air with portable air cleaners, *Atmos. Environ.*, 19, 1761–1771.
2. Christopherson, D. A., Yao, W. C., Lu, M., Vijayakumar, R., and Sedaghat, A. R. (2020). High-Efficiency Particulate Air Filters in the Era of COVID-19: Function and Efficacy. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 163 (6), 1153–1155. doi:10.1177/0194599820941838.
3. Kelly, F.J, Fussell, J.C, Improving indoor air quality, health and performance within environments where people live, travel, learn and work, *Atmospheric Environment*, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.11.058>. 2018.
4. Mudiya, Pavan Kumar, "Experimental Testing and Performance Analysis of "Room Air Cleaners"" (2008). ETD Archive. 427. <https://engagedscholarship.csuohio.edu/etdarchive/427>.
5. Cao, Q., Kuehn, T.H., Kim, S.C., Ou, Q., Pei, C., Pui, D.Y.H. (2021). An Experimentally Validated Analytical Model for Aerosol Number Concentration Reduction in Classrooms. *Aerosol Air Qual. Res.* 21, 210038. <https://doi.org/10.4209/aaqr.210038>

6. Emily R. Jones , Jose Guillermo Cedeno Laurent , Anna S. Young , Piers MacNaughton , Brent A. Coull , John D. Spengler , Joseph G. Allen. The effects of ventilation and filtration on indoor PM2.5 in office buildings in four countries. *Building and Environment* 2021. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107975>.

7. Ventilation, Good Indoor Air Quality and Rational Use of Energy, Report No 23. EUR 20741 EN. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. ECA (European Collaborative Action on, “Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure”). ISBN 92-894-5664-7. © European Communities, 2003. [https://www.aivc.org/sites/default/files/members\\_area/medias/pdf/Inive/ECA/ECA\\_Report23.pdf](https://www.aivc.org/sites/default/files/members_area/medias/pdf/Inive/ECA/ECA_Report23.pdf)

8. Сайт IQAir . © 2022 IQAir. <https://www.iqair.com>1. Андріяш В. Державна етнополітика України в умовах глобалізації. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 328 с.

2. Краснова М. В. Договори в екологічному праві України : навч. посіб. / Київ. нац. ун-т ім.Тараса Шевченка. Київ : Алерта, 2012. 216 с.

## **ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗТАШУВАННЯ ГЕЛІОПРИЙМАЧІВ НА ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ ЗЕЛЕНИХ БУДІВЕЛЬ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД В УКРАЇНІ**

***Мартинов Вячеслав Леонідович<sup>1</sup>, Чирва Тетяна Володимирівна<sup>1</sup>  
Мельник Мирослава Володимирівна<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>*Київський національний університет будівництва та архітектури,*

<sup>2</sup>*Національний авіаційний університет*

[arx.martynov@gmail.com](mailto:arx.martynov@gmail.com), [tetyana.chyrva@gmail.com](mailto:tetyana.chyrva@gmail.com)

Україні важливо впроваджувати європейські підходи до стратегічного планування та реалізації державної політики в сфері енергоефективності та будівництва, та розвивати нові сектори проектування для розвитку екологічного будівництва. Після перемоги у війні, Україна має шанс відбудувати громадські та житлові будівлі за новими принципами зеленого будівництва.

Один із принципів зеленого будівництва є:

- використання відновлюваних джерел енергії у тому числі використання екологічно чистої відновлювальної сонячної енергії (геліосистем), що перетворюють енергію сонця в теплову та електричну енергію для енергозабезпечення будівель;

- врахування впливу на навколишнє середовище при проектуванні, будівництві та експлуатації, та інше.

**Аналіз попередніх досліджень.** У напрямку використання геліосистем було проведено ряд досліджень.

Так, у дослідженнях [1-3] та його послідовників розглядаються питання розрахунку геометричної форми сонячних концентраторів і різних типів геліоприймачів. Дисертація [4,5] присвячена розвитку теорії геометричного моделювання відбиваючих поверхонь за допомогою розробки способу просторового моделювання відбитого потоку на основі плоскої задачі апарата відбиття та алгоритмів геометричного моделювання параметрів форми і положення елементів концентраторів для плоских колекторів. Також створено теоретичну базу запропонованого способу просторового моделювання відбитого потоку на основі плоскої задачі.

У дисертації [6] запропоновано форму дискретного приймача сонячного концентратора, яка забезпечує рівномірний розподіл на ньому сонячної енергії при відображенні променів. Створено геометричну модель, наведено аналітичний опис дискретного відбивача сонячних концентраторів з фотоелектричними перетвореннями, що забезпечує рівномірний розподіл енергії на приймач сонячної батареї. Запропоновано форму дискретного приймача, яка надає рівномірний розподіл на приймачі сонячної батареї потоку променів, заломлених плоско-опуклою лінзою, що виготовляється на основі поверхні обертання.

Прагнення підвищення періоду опромінення сонячними променями привело до створення, крім стаціонарних – дискретно-слідкуючих і слідкуючих геліоприймачів.

У роботі [7] розроблено спосіб визначення оптимального часу зміни орієнтації окремого розташування від будівлі дискретно-слідкуючого геліоприймача.

У роботі [8] розроблено нову конструкцію циліндричного сонячного колектора з концентраторами енергії, яка підвищує ефективність роботи до 80 %, і не потребує установки механізмів стеження за сонцем.

Питання визначення оптимального кута нахилу геліоприймачів у природно-кліматичних умовах України розглядається у роботі [9]. Так, оптимізація орієнтації геліоприймача здійснюється за умови отримання максимальної кількості сонячної енергії за рік з урахуванням хмарності.

У роботі [10] доведено, що збільшення коефіцієнта корисної дії (ККД) геліоприймача фотоелектричного модуля (ФЕМ) можливе без збільшення його площі. А використання пристроїв стеження покращує продуктивність ФЕМ до 40 відсотків на добу.

У роботі [11] проаналізувати та визначити напрями формування проектних рішень висотних будівель для підвищення ефективності інтегрованих в них систем отримання сонячної енергії.

Питання оптимального розташування геліоприймачів (рис.1) на огорожувальних конструкціях зелених будівель, з визначенням площі та рівня перетвореної сонячної енергії в теплову та електричну в їх роботах не розглядалося.



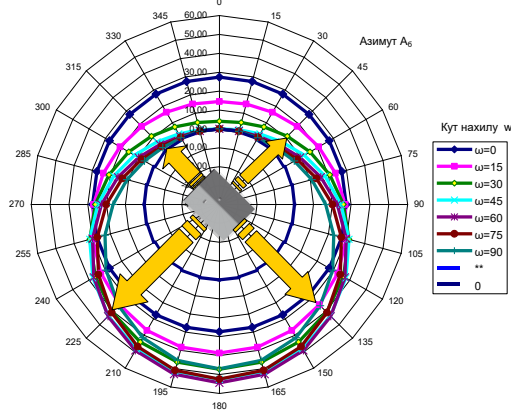
Рис. 1. Сонячний колектор, фотоелектричний модуль, вакуумний колектор

Існуючі способи визначення оптимальних параметрів орієнтації (азимута  $A_{\sigma}$  та кута нахилу  $\omega$ ) площі геліоприймачів  $S$ , рівня перетвореної сонячної енергії в теплову та електричну вимагають значного часу та рівня спеціаліста-проектувальника для отримання параметрів для різних типів геліосистем (площинних колекторів, вакуумних колекторів, фотоелектричних модулів).

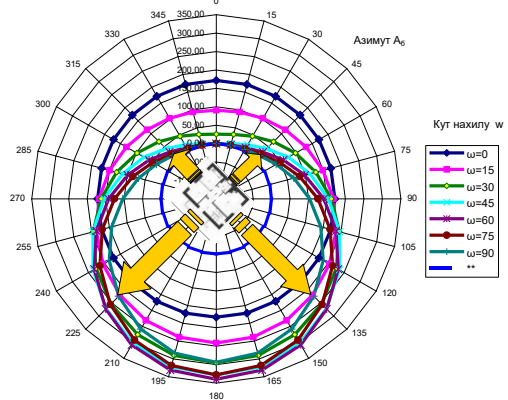
**Мета дослідження.** Розробити графічні та аналітичні способи швидкого визначення параметрів геліоприймачів при проектуванні зелених будівель з вирішенням задач визначення оптимальних параметрів орієнтації ( $A_{\sigma}$ ,  $\omega$ ), площі  $S$  різних типів геліоприймачів за різних умов .

**Ход досліджень.** Для швидкого проектування зелених будівель розроблено графічні та аналітичні способи вирішення задач визначення оптимальних параметрів орієнтації азимута та кута нахилу ( $A_{\sigma}$ ,  $\omega$ ), різних типів геліоприймачів (деякі з них наведено на рис.2), кількості надходження та перетвореної сонячної енергії (в електричну та теплову енергію), площі та місця розташування геліоприймачів на огорожувальних конструкціях будівель, для отримання визначеної кількості енергії та інше.

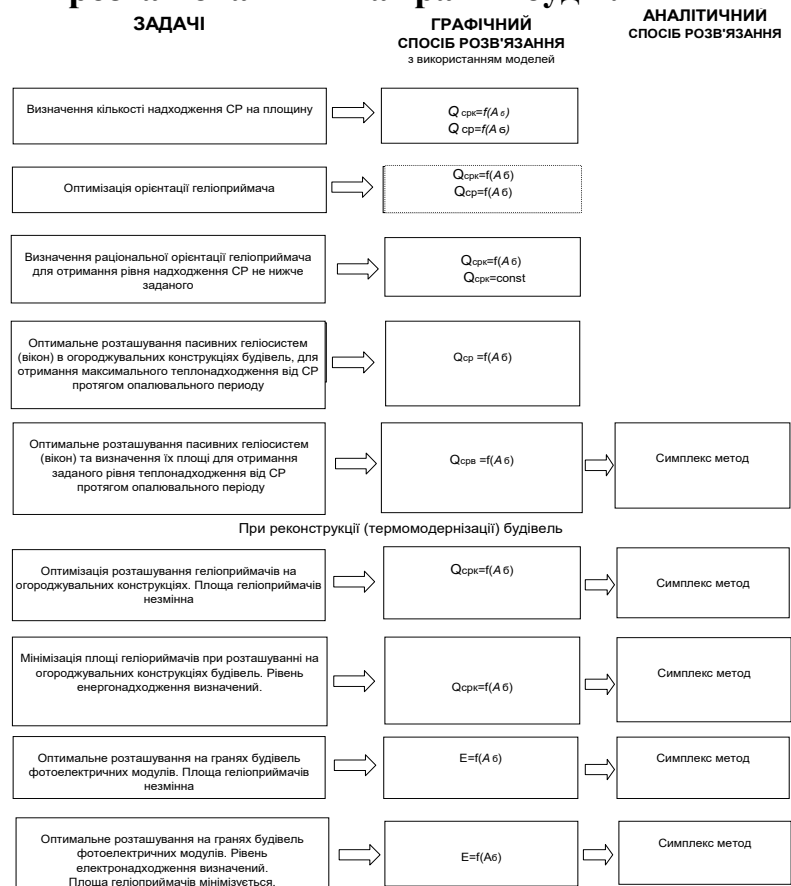
Вироблення електроенергії фотоелектричним модулем залежно від просторової орієнтації за опалювальний період для 50 град Пн.Ш.  
 $E=f(A_0)$  при  $w = \text{const}$  (кВт год/м<sup>2</sup>)



Залежність надходження СР на площину геліоприймача від просторової орієнтації за опалювальний період для 50 град Пн.Ш.  
 $Q=f(A_0)$  при  $w = \text{const}$



**Рис. 2. Графічні моделі з визначення рівня надходження та перетворення енергії фотоелектричними модулями, та колекторами розташованими на гранях будівлі**



**Рис. 3. Способи розв'язання задач з оптимізації розташування геліоприймачів і фотоелектричних модулів на зелених будівлях**



Розглянуто ряд задач (рис.3), що виникають при новому будівництві. Для їх розв'язання розроблено пакет прикладних програм *HELIOOPT*, що утворює графічні моделі різних типів. Суміщуючи план будівлі з графічною моделлю визначаються оптимальні показники геліосистем.

Досліджено ряд задач, що виникають при реконструкції (термомодернізації будівель) та розроблено графічні та математичні моделі (з цільовою функцією) та аналітичний спосіб їх розв'язання використовуючи симплекс метод.

**Висновки.** Розроблено графічні та аналітичні способи (рис.3) та пакет прикладних програм *HELIOOPT* вирішення задач визначення оптимальних параметрів орієнтації різних типів геліосистем ( азимута та кута нахилу) при проектуванні зелених будівель, кількості надходження та перетвореної сонячної енергії (в електричну та теплову енергію), площі та місця розташування геліоприймачів для отримання визначеної кількості енергії та інше. Це підвищить швидкість та спростить проектування зелених будівель.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дворецкий А.Т. Геометрическое моделирование отраженных энергетических потоков в гелиотехнике: дисс.... доктора техн. наук: 05.01.01/ Дворецкий Александр Тимофеевич. – Симферополь, 2001. – 325 с.

2. Дворецкий А.Т. Геометрическое моделирование отражающих поверхностей с учётом главных кривизн/ А.Т. Дворецкий// Зб. наук. праць Київського національного університету технологій та дизайну (спецвипуск): геометрич. та комп'ют. моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн: доповіді 2-ї Кримської наук.-практ. конференції, Сімферополь-Новий Світ, 19–23 вер. 2005 р. – К.: КНУТД, 2005. –С. 11–14.

3. Дворецкий А.Т. Концепция освещения помещений жилых и общественных зальных залов отраженным светом/ А.Т. Дворецкий, О.И. Головченко// Прикл. геометрия та інж. графіка: міжвід. наук.-техн. зб. – К. : КНУБА, 2006. – Вип. 78. – С. 216–222.

4. Митрофанова С.О. Геометричне моделювання відбиваючих поверхонь у плоских сонячних колекторах з елементами концентраторами: дис.канд. техн. наук 05.01.01/ Митрофанова Світлана Олексіївна. – Сімферополь, 2008. – 184с.

5. Митрофанова С.А. Аналитическое описание поверхности отраженных лучей для концентраторов в виде поверхностей вращения/ С.А. Митрофанова// Сборник научных трудов II научно-практической конференции [«Геометрическое и компьютерное моделирование: энергосбережение, экология, дизайн»]. – К.: ДОП КНУТД, 2005. – С. 136–141.



6. Воскресенська С.М. Моделювання потоків відбитих і заломлених сонячних променів при рівномірному розподілі енергії стосовно створення фотоелектричних систем: дис. канд. техн. наук.: 05.01.01/ Воскресенська Світлана Миколаївна. – Сімферополь, 2012. – 192 с.

7. Шнерх О.А. Підвищення ефективності геліосистем теплопостачання дискретною орієнтацією сонячних колекторів: дис. канд. техн. наук: 11.00.11/ Шнерх О.А. – К., 1994. – 166 с. – Бібліогр.: С. 141–153.

8. Паламарчук О.Ю. Підвищення ефективності використання сонячної енергії за допомогою колекторів з концентраторами: дис. канд. техн. наук: 05.23.03/ Паламарчук Оксана Юріївна; Харківський державний університет будівництва та архітектури. – Х., 2007. – 161 с. – Бібліогр.: с. 141–153.

9. Диб М.З. Определение оптимального угла наклона гелиоприемников на Украине/ М.З. Диб// Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво) /– К.: ДП НДІБК, 2013. – Вип. 77. – С. 217–221.

10. Конеченков А.Е. Фотоэнергетика/ А.Е. Конеченков// Электропанорама. – К., 2002. – № 3. – С. 49–50.

11. Кривенко О.В., Сингаєнко О.І. Оптимізація процесу проектування висотних будівель з інтегрованими геліосистемами/ О.В.Кривенко, О.І. Сингаєнко// Містобудування та територіальне планування: міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць. – К. :КНУБА, 2022. – Вип. 81. – С. 208–218.

## **ПЕРСПЕКТИВНИЙ ВЕКТОР РЕАЛІЗАЦІЇ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ ФОТОВОЛЬТАЇЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ КОНЦЕПЦІЇ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА**

*Метеленко Наталя Георгіївна, Оглобліна Вікторія Олександрівна*

*Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потєбні*

*Запорізького національного університету,*

*natalia.metelenko@gmail.com, va.oglodlina@gmail.com*

Інвестиції завжди були основним інструментом розвитку не тільки окремих підприємств та проектів, але й економіки в цілому. Вплив інвестицій можна побачити на усіх рівнях фінансово-економічної системи, і особливо у сферах, для яких характерні технічний прогрес та інновації. Сонячна енергетика, як напрямок, інтенсивно зростає у всьому світі, що спричинено вже не тільки екологічними викликами, але й значною рентабельністю такого виробництва, та наявністю величезної кількості урядових та міжнародних програм підтримки відновлюваних джерел енергії (далі – ВДЕ) в багатьох

країнах. Україна не тільки не стала виключенням, але має усі шанси стати лідером у цій галузі, використавши свій природно-технічний потенціал. Сприятливі географічні, кліматичні, технологічні, економічні та кадрові умови України приваблюють все більше ресурсів та інвесторів на національний енергетичний ринок, який стає все більш доступним та зрозумілим для європейських інвесторів. Такі умови одночасно потребують інноваційних підходів до інвестування та сприяють їх появі.

Одним із сучасних інноваційних підходів до енергетичного проекту є Перший український муніципальний Енергетичний кооператив «Сонячне Місто» (далі – ЕК «Сонячне місто»), який знаходиться у місті Славутич Київської області. Підприємство було засновано у 2018-му році як експериментальна форма енергетичного підприємства малої потужності, що дозволяло запроваджувати у ньому європейські цінності енергокооперації. За організаційною формою «Сонячне Місто» – це споживче товариство – добровільне об'єднання громадян для спільного ведення господарської діяльності з метою поліпшення свого економічного та соціального стану, що здійснює торговельну, заготівельну, виробничу та іншу діяльність, не заборонену чинним законодавством України, сприяє соціальному і культурному розвитку, бере участь у міжнародному кооперативному русі [1].

ЕК «Сонячне місто» було засновано вітчизняними енергетичними активістами, професіоналами та Комунальним підприємством «Агенція Регіонального Розвитку» Славутицької міської ради. Ключовим вектором розвитку ЕК «Сонячне місто» є встановлення сонячних електростанцій на дахах муніципальних будівель і продаж електроенергії за «зеленим тарифом», що дозволить повернути початкові інвестиції членам кооперативу та отримати чистий прибуток за кілька років.

Впродовж 2019 – 2020 рр. технічна команда енергетичного кооперативу проводила активну роботу по легалізації своєї діяльності та у лютому 2020 року отримала ліцензію на право провадження господарської діяльності з виробництва електричної енергії. Наприкінці 2020 року ЕК «сонячне місто» посів перше місце в конкурсі «Кращі практики місцевого самоврядування» від Міністерства розвитку громад і територій, який Мінрегіон вже сьомий рік поспіль проводить у партнерстві з Програмою Ради Європи «Децентралізація і реформа місцевого самоврядування в Україні». Проєкт із назвою «Створення муніципального енергокооперативу у Славутичі для будівництва сонячної електростанції шляхом спільнокошту місцевих мешканців» – яскравий приклад для використання позитивного досвіду роботи із новими проєктами, ідеями, поштовх до руху вперед [2]; Безумовно, після 24.02.2022 р. ситуація змінилась і сьогодні кооперативу необхідно максимально зберегти майнові цінності.

Інвестиційний проєкт фотовольтаїчної генерації України, характеризується такими техніко-економічними особливостями. В управлінні кооперативу знаходиться три дахові фотовольтаїчні електростанції, загальною встановленою потужністю у 200 кВт/год, які розташовані у місті Славутич Київської області та розміщені на дахах муніципальних будівель. Майно кооперативу розділено на 210 не виділених паїв, якими володіють члени ЕК «Сонячне місто», із розрахунку мінімум один пай на людину. За придбаний пай у власності кожен член кооперативу отримує дивіденди за умови відповідного рішення про розподіл прибутків шляхом загального голосування. Головною метою реалізації проєкту було впровадження європейських та світових цінностей енергетичної кооперації в Україні, через запуск першого працюючого енергетичного кооперативу, умовно в форматі MVP (мінімально працюючого продукту). Цілі проєкту мають яскраво виражений європейський вектор – популяризація сонячної енергетики як інвестиційно привабливого напрямку, розвиток мікроінвестування в енергетичній сфері України, запуск кейсу «доступних зелених технологій» у бізнесі. У якості бізнес-моделі було обрано «зелений тариф», як найбільш зрозумілу потенційним інвесторам та найменш ризиковану модель, яка являє собою економічний механізм винагороди за генерацію електроенергії із відновлюваних джерел енергії.

Місцем для реалізації проєкту було обрано наймолодше місто України Славутич, а передумовами цього рішення були такі: велика кількість кваліфікованих енергетиків та суміжних кадрів, що могли б долучитися до встановлення, налагодження та підключення енергетичних установок; розташування у регіоні із низькою густиною розміщення сонячних електростанцій (СЕС) та відсутністю великих виробників електроенергії, що дозволило б бути конкурентоспроможним, навіть у разі впровадження ринкових енергетичних аукціонів для усіх «гравців» ринку, без урахування типів енергетичних установок; прозорість і відкритість місцевої влади для потенціальних інвесторів, готовність до діалогу та взаємодії.

Для встановлення фотовольтаїчних установок було обрано чотири дахи муніципальних будівель на центральній площі міста, проте через питання власності, а саме наявності «виділеної частки» в одній з будівель, команда проєкту була змушена відмовитись від однієї з будівель, зупинившись на наступних об'єктах: БК «Енергія», ТЦ «Люкс» та БЦ «Мінськ». Завдяки активній участі місцевої влади, обрані для реалізації проєкту дахи були надані за мінімальною ціною. Загалом було встановлено 720 фотовольтаїчних панелей із середньою потужністю 270 Вт на трикутних кріпленнях аби забезпечити необхідний кут нахилу на плоских дахах будівель. Баланс встановленої потужності по будівлях виглядає наступним чином: БК «Енергія»–120 кВт, ТЦ «Люкс» та БЦ «Мінськ» по 40 кВт відповідно. Доречі,

вже у листопаді 2022 р., продовження дії проєкту у м. Славутич дозволило енергетично забезпечити пункт незламності у БК «Енергія» саме завдяки встановленим сонячним панелям.

Формою інвестування для проєкту було обрано Equity Crowdfunding [3], або акціонерний краудфандинг – одна з найбільш інноваційних форм краудфандингу, де в якості винагороди інвестор отримує частину власності, акції підприємства, дивіденди, право голосування на загальних зборах акціонерів, тощо. Він включає публічну пропозицію і продаж цінних паперів, або їх еквівалентів, що представляють частку у власному капіталі об'єктів інвестицій з використанням спеціалізованих ресурсів. Інноваційність акціонерного краудфандингу полягає в тому, що доступ до інвестування надається усім бажаючим, а не тільки «кваліфікованим» (які мають певний рівень доходу, добробуту, досвіду у фінансовій індустрії та ін.) відповідно до законодавства. Це дозволило значно пришвидшити процес збору інвестицій, без необхідності проведення високовартісних процедур реєстрації випусків у регуляторів для інвесторів. Важливо зазначити, що через свою інноваційність, проєкт привернув до себе значну увагу ще до початку краудфандингової кампанії, про що свідчать результати внутрішнього дослідження структури членства кооперативу.

Ключові фінансові показники Енергокооперативу «Сонячне Місто» представлені у табл. 1 [1]. В категорію капітальних витрат, тобто загальних фінансових вкладень в проєкт, які враховуються як початкова інвестиція, потрапляють закупівля обладнання та витратних матеріалів, логістика, адміністративні та банківські комісії, промо-кампанія, тощо. Найбільшою статтею витрат є обладнання, а саме фотовольтаїчні панелі, інвертори, облікове обладнання, кріплення тощо. Це пояснюється специфікою галузі сонячної енергетики та проєкту «Сонячне Місто» як такого, в якому головний актив та основний майновий засіб кооперативу це енергогенеруюча установка, обладнання для якої відповідно становить більшу частину бюджету.

*Таблиця 1*

**Ключові фінансові показники Енергокооперативу «Сонячне Місто»**

Показник	Parameter	Unit	Value
Капітальні витрати	CAPEX	EUR	175 513
Операційний прибуток 10 років	EBITDA	EUR	289 426
Рентабельність операційної діяльності	EBITDA margin	%	80,45%
Прибуток після оподаткування 10 років	Equity before distribution	EUR	266 351
Середня прибутковість проєкту	Profitability	%	74,03%
Коефіцієнт повернення інвестицій	ROE	%	15,20%

Накопичений грошовий потік за 10 р.	NCF	EUR	€159 991,5
Виплати місту на міські проекти (10 р.)	-	EUR	13 318
Чиста приведена вартість	NPV (d.Rate4%)	EUR	€272 638,54
Внутрішня норма рентабельності	IRR	%	11%
Термін окупності проекту (з дисконтуванням)	DPP (d.rate 4%)	years	7

Наступною категорією витрат є витрати на встановлення обладнання, що прямим чином пов'язано із закупівлею обладнання. Тобто, загалом, створення енергогенеруючої установки становить 90,56% вартості проекту. Слід зауважити, що завдяки завчасному плануванню проекту та довготривалим професійним взаємовідносинам із постачальниками обладнання для сонячних електростанцій, логістичні витрати у проекті складають лише 2,93%, тобто абсолютну норму для проектів сонячної енергетики, де типово на логістику виділяється 3 – 5% від загальної вартості проекту. Проектні роботи склали 2,51% від загального бюджету, включно із послугами авторського та технічного нагляду завдяки наявності в команді проекту професійних інженерів-енергетиків та за умов підтримки місцевої влади. Також, певний обсяг витрат був спрямований на промо-кампанію задля підвищення впізнаваності проекту, а відповідно й збільшення кількості інвестицій (1,84%); адміністративні витрат – 1,09%.

Надважливим ключовим фінансовим показником інвестиційного проекту енергокооперативу «Сонячне Місто» (м.Славутич) є EBITDA за 10 років у розмірі 289 426 євро. EBITDA, або прибуток до вирахування відсотків, податків, та амортизації, є показником загальних фінансових результатів компанії, який використовується як альтернатива чистому прибутку. На нашу переконливу думку це більш точний показник корпоративної діяльності, оскільки він може показати прибутки до впливу бухгалтерських та фінансових відрахувань. Виходячи з показників табл. 1 зрозуміло, що за умови дії «зеленого тарифу» протягом 10 років із моменту введення сонячних електростанцій в експлуатацію, EBITDA – це показник прибутковості на початкових умовах. Не менш важливим показником є EBITDA margin – показник ефективності, який вимірює прибутковість компанії від операцій по відношенню до її доходу. Ми бачимо, що у «Сонячного Міста» цей показник достань великий і сягає 80,45%.

Усі генеруючі потужності Енергокооперативу «Сонячне місто», не дивлячись на повномасштабне вторгнення російських загарбників на суверенну територію України 24.02.2022 р., були встановлені, підключені та

запущені в комерційну генерацію в червні 2022 року. Завдяки впровадженню на етапі запуску інвестиційного проєкту європейського досвіду, цінностей та підходів, професійній команді проєкту вдалось створити новий для України інвестиційний продукт та успішний кейс мікроінвестування, а відкритість і підтримка місцевої влади надала впевненості не тільки у мирний час, а і у важкі часи війни, яка триває досі. Але згуртованість професіоналів і влади – запорука перемоги не лише на «полі бою», а і в економіці, яку нам доведеться відновлювати, починаючи вже сьогодні. Так, життєстверджуючою для м. Славутич та ЕК «Сонячне місто» є новина, що запропонований проєкт відновлення територіальної громади м. Славутич 15.03.2023 р. був обраний для участі програмі «Акселератор цифрової стійкості «Громада 4.0», яка розроблена міжнародною організацією SocialBoost, в партнерстві з Міністерством цифрової трансформації України та за підтримки Програми ULEAD з Європою / ULEAD with Europe [4]. Програма допоможе теперішнім і майбутнім лідерам цифрової трансформації сформувавши концепції та запусити діджитал-проєкти, засновані на актуальних потребах мешканців регіону. Ми впевнені, що виробнича, фінансова, комерційна, безпекова стійкість започаткованої та впровадженої програми ЕК «Сонячне місто» втілиться у життя на наступному етапі розвитку цієї територіальної громади.

Таким чином, зрозуміло, що прагнучи до Європи, варто звернути увагу на досвід розвинених країн, які переорієнтують свою енергетику на альтернативні джерела енергії; вони є екологічно чистими, що актуально в умовах погіршення клімату, а в Україні – ще і в умовах руйнування екосистеми в результаті повномасштабної війни, яку розв'язала російська влада.

## ЛІТЕРАТУРА

1. «Сонячне місто» Славутич. URL: <https://solartown.com.ua/about/> (дата звернення 19.03.2023).
2. У Мінрегіоні назвали переможців конкурсу «Кращі практики місцевого самоврядування» 2020 року. URL: <https://decentralization.gov.ua/news/12876> (дата звернення 19.03.2023).
3. Equity Crowdfunding. URL: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/valuation/equity-crowdfunding/> (дата звернення 19.03.2023).
4. Славутич візьме участь у міжнародній програмі «Громада 4.0». URL: [https://slavutich.cn.ua/news/novosti\\_slavuticha\\_i\\_regiona/21435-slavutich-sered-vosmi-gromad-kiyivshini-jaki-vizmut-uchasti-v-programi-gromada-40.html](https://slavutich.cn.ua/news/novosti_slavuticha_i_regiona/21435-slavutich-sered-vosmi-gromad-kiyivshini-jaki-vizmut-uchasti-v-programi-gromada-40.html) (дата звернення 19.03.2023).

## **РОЗУМНЕ ЕКО-МІСТО ЯК ЧИННИК УПРОВАДЖЕННЯ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

*Нікітенко Віталіна Олександрівна<sup>1</sup>, Воронкова Валентина Григорівна<sup>2</sup>,  
Олексенко Роман Іванович<sup>3</sup>*

*<sup>1,2</sup> Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні Запорізького національного університету*

*<sup>3</sup>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного (м. Запоріжжя)*

*valentinavoronkova236@gmail.com, vitalina2006@ukr.net, roman.xdsl@ukr.net*

Розумне еко-місто - це місто, орієнтоване на людей, інноваційне місто, місто, інтегроване з природою, екологічно стійке місто та розумний екологічний міський мозок, що підтримується інформаційними технологіями нового покоління. Будівництво розумного еко-міста стало можливим рішенням проблем стійкості, спричинених стрімкою урбанізацією і вважаються необхідними для сталого майбутнього. Незважаючи на його недавню популярність, література виявляє брак концептуальної ясності терміну «розумне еко-місто» через велику кількість існуючих визначень. Ці визначення оцінюються відповідно до виміру стійкості (екологічного, економічного чи соціального), який розглядається кожним, і пріоритету, який вони надають концепції сталості. Воно має і може бути не лише екологічним містом, а й стійким, в основі якого гармонійне співіснування міського розвитку та природи. Ці окремо розглянуті аспекти стійкості виявляють спільні та відмінні риси визначення «розумного еко-міста» з певними обмеженнями. Здається, це обмеження пов'язане зі специфікою відповідної доступності інформації, спотворенням і існуючою міською структурою. Розумний екологічний міський мозок пропонує найкращий розумний план управління міським будівництвом еко-міста, а також формулює надзвичайні заходи та плани реагування на раптові лиха, екологічного відновлення, управління ресурсами та екологічної безпеки.

Розумне еко-місто - це повне застосування нового покоління цифрових технологій у всіх сферах розвитку міст та управління ними. Світовий банк визначає «еко-місто» як місто, яке підвищує добробут громадян і суспільства за допомогою інтегрованого міського планування та управління, а також використання активів, що забезпечують екосистему. Вживання та розвиток міської екосистеми залежить від життєздатності її системи життєзабезпечення, включаючи пропускну спроможність регіональної екологічної інфраструктури (світла, тепла, води, клімату, ґрунту, організмів тощо), потужності екологічної служби функцій і речовинного обміну.

1. Це місто екологічного здоров'я, яке забезпечує здорові екосистеми (включаючи біорізноманіття), здорові громади, здоровий економічний розвиток і розвиток міського простору.

2. Місто з гарною екологією, яке спрямоване на те, щоб місто не створювало більше відходів, ніж воно може поглинути або переробити для нових цілей, не було токсичним для екосистеми міста та природних ресурсів.

3. Зелене та низьковуглецеве місто.

Розумне креативне еко-місто – це екологічна система, яка потребує енергії для зростання, має бути містом з низьким вмістом вуглецю та його нейтральним викидом.

4. Ресурсозберігаюче місто, яке залежить від економічного використання та захисту ресурсів.

5. Стійке місто, яке не перевищує екологічну пропускну спроможність, а споживання ним відновлюваних ресурсів не перевищує альтернативних джерел.

Розумне еко-місто – це місто, яке прагне стати розумнішим, стійкішим, ефективнішим, справедливішим і зручнішим для життя.

Різноманіття визначень розумного еко-міста включає в себе елементи, які має містити місто, щоб вважатися розумним еко-містом, які ресурси воно має використовувати, які характеристики має представляти, а також його цілі, завдання та масштаби. Незважаючи на те, що термін «розумне еко-місто» використовується все частіше, розпливчастість визначення розумного еко-міста спантеличує політиків у містах, які працюють над розробкою державної політики, щоб забезпечити перехід до розумного еко-міста.

Політики вважають цю зміну важливою та знайшли відображення у формулюванні 11-ї Цілі сталого розвитку ООН (ЦСР), яка спрямована на те, щоб зробити міста інклюзивними, безпечними, стійкими та сталими. Оскільки важливість розумних еко-міст продовжує зростати, плутанина щодо їхніх визначень викликає дедалі більше занепокоєння, що впливає на суспільний інтерес і створення цінності.

Таким чином, Організація Об'єднаних Націй уточнила сферу розширення сталого розвитку, що бере участь у визначенні розумного еко-міста, ґрунтуючись на кореляції між Ціллю сталого розвитку 11 Цілей сталого розвитку та розумним еко-містом. Ця концептуальна ясність не тільки має вирішальне значення для прогресу в практичній площині, але має цінність у процесі прийняття рішень на рівні урядів і держав.

Розумне еко-місто включає розумну мережу охорони здоров'я, яка має включати три елементи: зв'язок, дані та уряд. Уряди, які використовують пристрої для збору та обміну даними, можуть планувати та швидко приймати рішення для захисту здоров'я громадян, особливо під час великих глобальних



криз. Розумні еко-здорові міста вимагають різних рішень для міських і сільських районів.

Розумне екологічно здорове місто зосереджується на розумній охороні здоров'я, розумній медичній допомозі, розумній громадській охороні здоров'я та розумних державних послугах. Використання цифрових і мобільних технологій створює розумні рішення в галузі охорони здоров'я для людей, які живуть у міських центрах. Уніфікована система охорони здоров'я, збір і обмін даними, аналіз і дослідницькі практики відкривають нову еру у вирішенні сучасних проблем охорони здоров'я, що пов'язано з впровадженням цифрових технологій.

Розумне еко-місто – це місто, орієнтоване на людей, інноваційне місто, екологічно стійке місто та стійкий «розумний екологічний міський мозок», що підтримується новим поколінням інформаційних технологій. Впровадженню мозку розумного екологічного міста можна сприяти за допомогою таких заходів:

1) створити чотири розумні платформи, а саме: розумна платформа екосистеми вододілу, розумна платформа екологічного середовища вододілу, розумна платформа міської екологічної інфраструктури, міська екологічна розумна платформа з низьким вмістом вуглецю;

2) створити відповідні чотири моделі через створення чотирьох розумних платформ, а саме імітаційна модель екосистеми вододілу, імітаційна модель екологічного середовища вододілу, імітаційна модель міської екологічної інфраструктури, імітаційна модель міської зеленої низьковуглецевої системи;

3) впровадження розумної системи моніторингу та моніторингу у режимі реального часу та динамічного відстеження, що досягаються за допомогою інтелектуального моніторингу та методів моніторингу, таких як онлайн-моніторинг атмосфери, онлайн-моніторинг якості води, (інфрачервоні) датчики, мережеві інструменти, мережеве обладнання для моніторингу;

4) використання програмного забезпечення інформаційно-обчислювальної системи для задоволення вимог чотирьох інтелектуальних платформ для просторових даних і моделювання екологічного простору. Необхідно створити застосування DEM для створення цифрових топографічних карт, цифрових моделей поверхні (DSM) для ландшафтного моделювання, міського моделювання та візуалізації, цифрових моделей рельєфу (DTM) для землекористування;

5) створення інтелектуальної екологічної хмарної бази даних за допомогою аналізу, інтерпретації та аналізу цифрової інформації супутникових зображень, зображень дистанційного зондування та аерофотознімків. Платформа служби хмарних даних включає оцінку даних,

оцінку ризиків і захист даних. Через ці розумні платформи «розумний екологічний міський мозок» еко-міста пропонує найкращий розумний план управління міським будівництвом, формулює надзвичайні заходи та плани реагування для реагування міста на раптові лиха, екологічного відновлення, управління ресурсами та екологічної безпеки.

Розумне еко-місто – це побудови придатного для життя середовища, розробленого відповідно до екологічних принципів, який полягає у використанні нового покоління цифрових технологій для реформування умов життя в усіх сферах життя міста, щоб досягти більшої ефективності, гармонії, зручності та стійкості.

Нове покоління цифрових технологій полягає у використанні хмарних обчислень, великих даних, соціальних мереж та комплексних методів інтеграції для розумного проектування та управління будівлями, рослинністю, дорогами, землею та середовищем проживання у містах. Використовуючи переваги розумного смарт-туризму, можна задовольняти різноманітні потреби за допомогою інтелектуального обладнання, яке значною мірою порушує традиційні методи управління містами та ефективно будує розумне місто в діджитал-еру.

Розумне еко-місто включає скоординований розвиток суспільства, економіки та природи, ефективне використання матеріалів, енергії та інформації, повна інтеграція технологій, культури, ландшафту, повний потенціал людини і природи.

Розумне еко-місто – це інтенсивне і придатне для життя місто зі здоровим тілом і розумом, стійкою екологією і гармонією, це не лише компонент навколишнього середовища, а й носій соціальних та економічних ресурсів, включаючи природні екологічні елементи, такі як ґрунт, вода, клімат, організми та мінерали, соціальні та економічні елементи, такі як населення, капітал, технології, праці та ринків. Тому її розглядають як земельну еколого-економічну систему, утворену зв'язком земельної екологічної системи та земельної економічної системи у часі та просторі.

Еко-місто - це місто, яке прагне максимально зменшити попит на енергію, воду, їжу та інші предмети першої необхідності, а також зменшує викиди відпрацьованого тепла, вуглекислого газу, метану та стічних вод якомога більше. Ця концепція була запропонована під час дослідницького процесу програми «Людина і біосфера (МАБ)», ініційованої ЮНЕСКО в 1970-х рр. Як тільки вона з'явилася, вона відразу ж отримала широкий резонанс у всьому світі. Найважливішою ознакою еко-міста є те, що 100% будівель мають відповідати стандартам зелених будівель.

Еко-місто - це високорозвинена економіка, процвітаюче суспільство, люди, які живуть і працюють у мирі та задоволенні, екологія, яка підтримує

високий ступінь гармонії. Міське середовище та середовище проживання еко-міста є чистим, красивим, комфортним, безпечним, з низьким рівнем безробіття та надійною системою соціального забезпечення.

Домінуюче становище, повна інтеграція технології та природи, максимізація людської творчості та продуктивності сприяє покращенню стабільності, координації та сталого розвитку штучної складової екологічної системи міста цивілізація.

Штучна комбінована екосистема еко-міста– це суспільство-економіка-природа, яка передбачає узгоджений розвиток суспільства, економіки та природи та загальну екологізацію штучної комбінованої екосистеми. Зокрема, соціальна екологія проявляється в тому, що люди мають усвідомлену екологічну свідомість та екологічні цінності, що якість населення, якість життя та рівень здоров'я сумісні з соціальним прогресом та економічним розвитком, існує гарантія рівності, свободи.

Екологія економіки еко-міста проявляється у прийнятті моделей сталого розвитку виробництва, споживання, транспорту та житла, реалізації чистого виробництва та цивілізованого споживання, а також у просуванні екологічних галузей промисловості та технологій екологічної інженерії. Для економічного зростання розумного еко-міста слід приділяти увагу не тільки зростанню кількості, але й прагнути до покращення якості, регенерації та комплексного використання ресурсів, економії енергії, підвищення коефіцієнта використання теплової енергії, зниження коефіцієнта використання викопного палива, досліджувати та розробляти альтернативні джерела енергії, виступати за енергійне використання природних джерел енергії. Екологія навколишнього середовища еко-міста проявляється у тому, що розвиток ґрунтується на охороні природи і узгоджується з його пропускнуою здатністю.

Розумне еко-місто має відповідати наступним критеріям:

1) широко застосовувати екологічні принципи для планування та будівництва міст із розумною міською структурою та скоординованими функціями;

2) захищати та ефективно використовувати всі природні ресурси та енергію, раціоналізувати промислову структуру та реалізувати чисте виробництво;

3) прийняти модель розвитку сталого споживання з високим рівнем переробки матеріалів та енергії;

4) удосконалювати інфраструктуру, а також високу якість життя;

5) поєднувати штучне середовище з природним середовищем;

6) захищати та успадковувати культурну спадщину, поважати різноманітні культурні та життєві особливості жителів;

7) покращувати фізичне та психічне здоров'я населення міста, екологічну свідомість та мораль;

8) створити повну та динамічну систему управління екологічним регулюванням та прийняття рішень.

Розумне еко-місто як цілісність керується наступними характеристиками: гармонія, ефективність, стійкість, цілісність, регіональність, розумна структура та гармонійні відносини. Еко-місто має створювати середовище, яке відповідає потребам людської еволюції з культурною атмосферою та гармонією.

Розумне екологічне місто керується ідеєю сталого розвитку, враховуючи різні періоди, простори, раціональний розподіл ресурсів, справедливо задовольняючи потреби сучасних людей і майбутніх поколінь з точки зору розвитку та збереження навколишнього середовища. У широкому розумінні для досягнення цієї мети має зміцнити співпрацю, обмінюватися технологіями та ресурсами, сформувані взаємовигідну мережеву систему та встановити глобальну екологічну рівновагу. Еко-місто є ідеальною моделлю міста, в якому технології і природа повністю інтегровані, людська креативність і продуктивність максимізуються, а фізичні можливості жителів, психічне здоров'я та якість навколишнього середовища покращуються. Максимальний захист, ефективне використання матеріалів, енергії та інформації, а також добродійний цикл екології.

З екологічної точки зору розумне еко-місто - це екологічна система, головним тілом якої є людина, і складна екологічна система, що складається з трьох підсистем: суспільства, економіки та природи. Для цього слід удосконалити функції здорового екологічного обслуговування, щоб міська поверхня була на 100% водонепроникною та зеленою, дах і фасад були зеленими, зелені зони також мали функцію водно-болотних угідь, водно-болотні угіддя виконували функцію екологічного водопостачання та дренажу, що свідчить про розвиток зеленого будівництва.

Таким чином, еко-місто повинно відповідати екологічному праву, бути міською екологічною системою з розумною структурою, ефективним функціонуванням і гармонійним взаємозв'язком. Розумна структура еко-міста стосується помірної щільності населення, розумного землекористування, хорошої якості навколишнього середовища, достатньої системи зелених насаджень, досконалої інфраструктури та ефективного природного захисту, оптимального розподілу ресурсів.

Головне завдання розумних еко-міст - створити відкриту, здорову та безпечну цифрову екологію, для чого підтримувати технологічні прориви, сприяти координації ланцюга цифрової промисловості та досягти інноваційного розвитку еко-міст в умовах технологічних проривів. Концепція

розумного еко-міста як чинник упровадження зеленого будівництва та цифрових технологій повинна бути сумісною з існуючими цифровими технологіями та стандартами, націленими на зелене будівництво, цифрові інновації (5G, штучний інтелект), проривні технології.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Воронкова В.Г., Нікітенко В.О. Філософія цифрової людини і цифрового суспільства: теорія і практика : монографія. Львів-Торунь : Liha-Pres, 2022. 460 с.

### **РОЛЬ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА У СТИМУЛЮВАННІ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ**

*Новосьолова Олена Сергіївна, Голова Анастасія В'ячеславівна*

*Херсонський національний технічний університет*

*novoselova27@gmail.com*

За останнє десятиліття вплив будівельної індустрії на суспільство зріс експоненціально. Швидка еволюція будівництва продемонструвала появу рішень для боротьби з негативним впливом галузі на навколишнє середовище. Яскравим прикладом є розвиток зеленого будівництва.

Будівельний сектор створює досить великий відсоток світових відходів. За даними Управління з охорони навколишнього середовища (EPA), лише будівельна галузь США становить 25% непромислових відходів, які щорічно утворюються, або 160 мільйонів тонн у цифрах. В іншому дослідженні Ради з екологічного будівництва США галузь займає 40% світового споживання енергії [1].

«Зелене» будівництво спрямоване на зменшення загального впливу архітектурного середовища на здоров'я людини та природне середовище шляхом ефективнішого використання електроенергії, води та інших ресурсів. «Зелені» будівлі сприяють захисту здоров'я своїх мешканців, а також підвищенню їх продуктивності, дозволяють зменшити обсяги відходів, забруднення та погіршення навколишнього середовища, що у свою чергу, позитивно впливає на здоров'я та комфорт мешканців. Згідно з дослідженнями, краща якість повітря в приміщенні (низька концентрація CO<sub>2</sub> і забруднюючих речовин і висока швидкість вентиляції) може призвести до підвищення продуктивності до 8%.

З'являється все більше доказів того, що стійкі будівлі забезпечують фінансову винагороду для власників, операторів і мешканців будівель. Практика показує, що оренда зелених будівель дорожча. Дослідники з

Маастрихтського університету виявили, що енергоефективні будівлі Energy Star мають на три відсотки вищі ставки, якщо порівнювати із договорами оренди, що які не мають Energy Star [2]. Орендарі більше цікавляться «зеленими» будівлями.

Зелене будівництво вимагає спільних зусиль між архітекторами, інженерами та підрядниками, щоб спільно створити архітектурне середовище, яке зосереджується на відновлюваних джерелах енергії, стійких матеріалах, збереженні води, розвитку території та якості навколишнього середовища в приміщенні.

Екологічний дизайн і будівництво допомагають значно скоротити витрати на електроенергію, воду та систему опалення, вентиляції та кондиціонування, а також покращити середовище в приміщенні. Саме ці фактори стали причиною популярності зеленої архітектури. Інвесторів, підрядників та орендарів приваблює зелене будівництво, а тому дослідимо деякі економічні переваги переходу на екологічно чисте будівництво.

Лідерство в енергетичному та екологічному проектуванні, більш відоме як LEED, є найвідомішою системою сертифікації екологічного будівництва у світі. LEED дотримується стандартної метрики для всіх типів і етапів будівель, включаючи будівництво, інтер'єр, експлуатацію та технічне обслуговування, а також ядро та оболонку.

Наприклад, Шанхайська вежа в Китаї є однією з найвеличніших будівель у світі, будучи другою за висотою вежею на 2073 футів. Тим не менш, йому все ще вдається відповідати стандартам будівлі, сертифікованої LEED. Він використовує пасивне охолодження через прозору навісну стіну, яка утворює буфер захопленого повітря. Його фасад також інтегрував 270 вітрових турбін, які живлять зовнішнє освітлення. Усі ці властивості забезпечують значне зниження енерговитрат будівлі.

Як показав попередній приклад, сталий розвиток має потенціал не лише через екологічні переваги, але й на інших фронтах. Це прокладає шлях для більш продуктивних громад та економічного прогресу. Отже, визначимо основні переваги зелених будівель у різних аспектах.

1. Мінімізація забруднення та навантаження на ресурси. Основна мета зелених будівель — подолати шкідливий вплив будівельної індустрії на клімат і навколишнє середовище, зокрема забруднення та виснаження ресурсів. Завдяки своїй філософії компанія значно мінімізує утворення відходів і викиди парникових газів. За даними Програми ООН з навколишнього середовища, до 2050 року скорочення викидів може досягти 84 гігатон вуглекислого газу. Використання сировини та спільних природних ресурсів також зведено до мінімуму, що зменшує навантаження на екологію.

2. Менше витрат на технічне обслуговування та будівництво. Після таких вигод для навколишнього середовища слідуватимуть інші, наприклад, економічні вигоди. Багато хто припускає, що будівництво зеленого будинку дорожче, ніж здається, але дослідження показують, що його ціна порівнянна зі звичайними методами. Це досягається за допомогою вдалих дизайнерських рішень, управління проектами та інших економічно ефективних стратегій. Наприклад, повторне використання та переробка матеріалів може скоротити ваші витрати. Навіть такі конструктивні втручання, як пасивне охолодження та природне освітлення, можуть значно знизити експлуатаційні витрати.

3. Енергоефективність. Новіші технології та функції вимагатимуть від вас більшого бюджету на початку, але переваги та заощадження будуть значно більші в довгостроковій перспективі. Сонячні фотоелектричні системи стали помітно доступнішими за останні роки. Це універсальна технологія, застосовна як у великих, так і в малих розробках. Якщо у вас встановлено достатню кількість панелей, це може покрити все споживання електроенергії. Ці рішення є не тільки екологічно вигідними, але й значно зменшують експлуатаційні витрати, оскільки невідновлювані джерела енергії дорожчі.

4. Ефективність використання води. Ще одним природним ресурсом, який економлять методи зеленого будівництва, є вода. Одним із способів є використання альтернативних джерел, таких як дощова вода. Деякі великі комерційні установи використовують сіру воду для унітазів у громадських туалетах. Ще один спосіб досягти цього - включити у свою розробку очисні споруди для повторного використання води.

5. Ринкова вартість. Сталий розвиток і соціальна відповідальність стали більш значимими для інвесторів і потенційних орендарів. Якщо у будівлі використовуються екологічні рішення, це дозволить підвищити її привабливість. Дослідження показали, що більш екологічні будівлі мають високі шанси привабити орендарів і покупців. Завдяки попиту та використанню технологій власники можуть запроваджувати вищі ціни на оренду та продаж.

6. Продуктивність на робочому місці. Соціальні переваги зелених будівель також пов'язані з економічними вигодами. Згідно з дослідженням, проведеним у Гарварді, співробітники в зелених і добре провітрюваних офісних приміщеннях продемонстрували значне підвищення когнітивних функцій, реагування на кризи та рівень зосередженої активності. Такі приміщення також покращують їхнє самопочуття, поліпшують якість сну та зменшують симптоми нудоти. Ці позитивні чинники сприяють підвищенню продуктивності на робочому місці.

7. Інвестиції на майбутнє. «Зелене» будівництво також є способом захистити інвестиції та забезпечити довголіття. Враховуючи мінливий час і

суворіші правила, розробки повинні бути адаптованими та витримувати випробування часом. Пандемія коронавірусу серйозно вплинула на світову економіку. Зелене будівництво має на меті забезпечити політику та рішення, які підтримують майбутнє як людей, так і навколишнього середовища. Це включає в себе ініціативи зеленого будівництва, які забезпечують гнучкість, стійкість і незмінно хорошу якість життя для своїх користувачів. Таким чином, це позитивно впливає на їхні доходи та майбутню ринкову вартість.

Отже, стратегії «зеленого» будівництва створюють довговічне, енергоефективне житло, яке не потребує обслуговування, і найкращим чином використовують існуючу інфраструктуру, мінімізуючи вплив розвитку на навколишнє середовище та покращуючи здоров'я, безпеку та добробут людей.

### ЛІТЕРАТУРА

1. The economics of green buildings. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/economics-green-buildings-canis-fung/?articleId=7419834216463284942>.
2. Leisa, G. (2021). The economic strategy of green building's: A short review. *Journal of Economics and Economic Education Research*, 22(S6), 1-2.

### ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО В АРХІТЕКТУРІ ТА МІСТОБУДУВАННІ БІЗНЕС-ЦЕНТРІВ

*Оленюк Анастасія Павлівна, Ковальський Віктор Павлович*  
*Вінницький національний технічний університет, [vntu@vntu.edu.ua](mailto:vntu@vntu.edu.ua)*

У сучасному світі сталий розвиток та екологічна відповідальність стають все більш актуальними для багатьох галузей, зокрема архітектури та містобудування [1-3]. Зелене будівництво, яке передбачає використання екологічних матеріалів, енергоефективних технологій та сталого дизайну, відіграє важливу роль у формуванні майбутнього міського середовища [4-6]. Бізнес-центри, які є ключовими елементами міської інфраструктури, повинні відповідати принципам сталого розвитку та забезпечувати міцне економічне зростання без негативного впливу на довкілля.

Сектор будівництва спричиняє до 37% загальних викидів вуглецю пов'язаних з енергетикою в усьому світі. За прогнозами, до 2050 року майже 70% населення світу проживатиме в урбанізованій місцевості, що вимагатиме вдвічі більше будівельного фонду [7-9]. Негативний вплив сектора будівництва є результатом виробництва та переробки будівельних матеріалів, а також самого процесу будівництва та експлуатації будівель. Зважаючи на це,



екологічні методи будівництва є критичною частиною глобальної боротьби проти зміни клімату та захисту навколишнього середовища.

З цією метою необхідно вжити заходи для зменшення негативного впливу та запровадження ресурсозберігаючих технологій в будівництві.

Зелене будівництво повинно відповідати наступним принципам:

- ефективного використання енергії, води та інших ресурсів;
- використання відновлюваних джерел енергії;
- зменшення рівня забруднення та відходів, при цьому збільшення можливостей повторного використання та переробки матеріалів;
- використання екологічних, стійких матеріалів;
- врахування впливу на навколишнє середовище при проектуванні, будівництві та експлуатації;
- врахування якості життя мешканців при проектуванні, будівництві та експлуатації.

В будівельній практиці особливого значення набувають нові технології будівництва, що дозволяють досягти максимальних результатів при мінімальних витратах часу, сил і засобів. Використання сендвіч-панелей, енергозберігаючих блоків та інших сучасних стінових матеріалів повною мірою відповідають цим вимогам.

Досягти максимальних властивостей з енергозбереження будівлі є досить складний процес. Потрібні точні розрахунки кожного етапу будівництва, також необхідно думати про те, щоб звести витрати тепла до мінімуму. Для цього встановлюють металопластикові вікна, підігрівання підлоги, продумують схему комунікацій та вентиляційної системи. А саме головне те, що необхідно поклопотатися і про утеплення фасаду, щоб будівля не втрачала тепло взимку і добре зберігала мікроклімат влітку.

Завдяки сучасним напрямкам проектування будівель, облаштування теплоізоляції, вентиляції та опалювальних систем можна скоротити витрати енергії, потрібної для утримання житла. Хоча затрати на створення таких будівель вищі за традиційні, проте щомісячні витрати на утримання будинку, залежно від прийнятих енергозберігаючих рішень, будуть нижчими на 50 – 90%.

Протягом попередніх років склалися сприятливі перспективи для розвитку екологічного будівництва в Україні. Це зумовлено низкою причин, основними з яких є:

- курс на інтеграцію в європейський простір, включаючи переорієнтацію на стандарти ЄС у будівництві й архітектурі;
- енергетична безпека й тісно з нею пов'язані питання енергозабезпечення будинків та споруд;

– зростання інтересу до «зеленої» тематики з боку як фахівців, так і широкого загалу споживачів.

Не зважаючи на стагнацію ринку нерухомості, ці тенденції створюють основу для зростання інтересу до «зеленого» будівництва в найближчій перспективі. Унаслідок поширення ідеї сталого розвитку і «зеленого» будівництва в Україні дедалі більше професіоналів, експертів та бізнесменів зацікавлені в застосуванні цих принципів у своїх проектах.

Однак, поки що напрям «зеленого» будівництва в нашій країні знаходиться на початковій стадії розвитку. Реалізованих проектів не так багато, та й кількість компаній, що активно використовують підходи «зеленого» будівництва, також незначна.

Головним інструментом втілення принципів зеленого будівництва в проектах нерухомості є так звані системи зеленої сертифікації.

Системи «зеленої сертифікації» характеризуються наступним:

- Оцінка всього життєвого циклу будівлі, а не тільки проектно-будівельної частини;

- Використання широкого спектру різних критеріїв, які оцінюють розташування земельної ділянки, що застосовуються технології проектування і будівництва, використання поновлюваних джерел енергії, технологію демонтажу та ін.;

- Сертифікація не є поодиноким дією, а процесом, який супроводжує проектування і будівництво об'єкта.

Існує кілька незалежних систем сертифікації в зеленому будівництві. Найбільш поширені:

1. BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method, Великобританія), з 1990р., сертифіковано близько 558 тис. будинків у 50 країнах.

2. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, США), з 2000р., сертифіковано близько 90 тис. будинків.

3. DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, Німеччина) з 2009р., сертифіковано близько 1100 будівель. Як рейтингова система 2-го покоління вона забезпечує найбільш цілісну оцінку будівлі з точки зору «сталого розвитку»

При будівництві нового комерційного об'єкта використовувалися тільки екологічно безпечні матеріали, енергоощадні технології та сучасна інженерія BMS Schneider Electric (рис. 1).

Будівля запроектована так, щоб всі 10 поверхів в денний час освітлювалися природним світлом, що дозволяє економити втричі більше енергії в порівнянні зі звичайним будинком. Завдяки продуманим плануванням у орендарів БЦ є можливість розширення офісного простору в форматі open

space до 4100 м<sup>2</sup> в одному рівні або ж перепланування внутрішнього простору під окремі кабінети.

У приміщеннях встановлена вентиляція з рекуперацією повітря, сучасне світлодіодне освітлення. А інжинірингові системи управління це ще один спосіб зниження витрат на енергію. Наприклад, при відчиненні вікна в офісі спрацьовує датчик, який автоматично вимикає систему кондиціонування. У той час як система контролю споживання електрики і води в будівлі точно знає, чи є в коридорах, туалетах відвідувачі. Якщо протягом запрограмованого часу в приміщення немає людей, частина світильників автоматично вимикається, а вода перекривається.



**Рис 1. Бізнес-центр ASTARTA Organic Business Centre**

Сучасні та комфортні офісні центри, побудовані згідно з вимогами до світових стандартів функціонування офісних будівель [10-14]. Комфортне та екологічно-здорове середовище для відвідувачів комплексу. (рис. 2).



**Рис. 3. Бізнес-центр «Оптіма плаза» в Львові**

Офісний комплекс облаштований фальш-підлогами LINDNER, шумоізоляцією усіх перегородок, контролем доступу, датчиками CO<sub>2</sub>, системою автоматичного пожежогасіння та оповіщення про пожежу, системою кондиціонування з функцією контролю за вологістю, системою автоматичного клімат контролю, системою рекуперації тепла, системою сонцезахисту, 6-тою категорією для IT мережі, альтернативними джерелами енергопостачання, внутрішньою розводкою, яка дозволяє максимум гнучкості у організації робочих місць, чотирма пасажирськими та вантажними ліфтами (TYSSEN), час очікування яких – максимально 30 секунд, усі інженерні мережі виконані згідно з екологічним стандартом BREEAM. При будівництві та оздобленні комплексу враховано потреби людей з обмеженими можливостями.

Отже, зелене будівництво бізнес-центрів є важливим напрямком у сучасному містобудівному плануванні та архітектурі, який сприяє сталому розвитку, забезпеченню здоров'я людей та охороні довкілля. Реалізація цих принципів у проектуванні та будівництві бізнес-центрів вимагає співпраці архітекторів, інженерів, урядових органів, інвесторів та спільноти. Врахування зелених підходів до проектування та будівництва бізнес-центрів допоможе досягти важливої мети сталого розвитку міст та підвищить якість життя їхніх мешканців.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальський, В. П., М. О. Постолатій, and Д. О. Войтюк. Сучасні стилі архітектури. Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, 2019.

2. Ковальський В. П. Дизайн міського середовища [Текст] / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, І.М. Вознюк // Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт) : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (15-16 квітня 2020 року). – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, 2020. – С. 317-322.

3. Bereziuk, O., M. Lemeshev, and A. Cherepakha. "Ukrainian prospects for landfill gas production at landfills." Theoretical aspects of modern engineering: 58-65. (2020).

4. Ковальський В. П. Підвищення ефективності в житлово-комунальному господарстві [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. О. Постолатій // Матеріали науково-практичної конференції "Енергія. Бізнес. Комфорт", 26 грудня 2018 р. – Одеса : ОНАХТ, 2019. – С. 2-3.

5. Ефективність впровадження енергоощадних заходів в житлово-комунальному господарстві України [Текст] / О. М. Лівінський, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. С. Бойко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 45. – С. 115-119.

6. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).

7. Шпанюк, м. С., et al. Доцільність впровадження «зеленого будівництва». 2022. Phd thesis. Внту.

8. Юзькова, Є. П., В. П. Очеретний, and В. П. Ковальський. Аналіз різних видів утеплювачів по термічним та економічним показникам. ВНТУ, 2020.

9. Абрамович В. С. Енергоефективність при плануванні міст [Електронний ресурс] / В. С. Абрамович, В. П. Ковальський, А. В. Бондар // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2019», м. Вінниця, 12-14 листопада 2019 р. : електронне мережне наукове видання. – Електрон. текст. дані. – 2019. – С. 133–136. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egcu/index/pages/view/zbirn2019>.

10. Класифікація бізнес-центрів [Електронний ресурс] / І. М. Вознюк, М. Д. Бондар, Я. В. Гурман, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2022)», Вінниця, 16-17 червня 2022 р. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2022/paper/view/14393>.

11. Шамраєва О. О. Міжнародний досвід та проблеми формування бізнес-центрів і / О. О. Шамраєва, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 159-160.

12. Ковальський В. П. Особливості формування бізнес-центрів / В. П. Ковальський, О. П. Терещенко, О. О. Шамраєва // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2018. – № 2. – С. 122-128.

13. Червінська, О. О., and В. П. Ковальський. Енергоефективні рішення в закладах ресторанного господарства. ВНТУ, 2019.

14. Ковальський В. П., Бондар А. В., Абрамович В. С. Особливості ревіталізації громадських будівель у центрі міста Вінниця //Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2020. – Т. 29. – №. 2. – С. 87-93.

## ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ЗЕЛЕНИХ ДАХІВ ТА ЗЕЛЕНИХ ФАСАДІВ

*Отрош Вікторія Юрївна<sup>1</sup>, Рашкевич Ніна Владиславна<sup>2</sup>*

*Національний університет цивільного захисту України,*

*<sup>1</sup>viktoriaotrosh@gmail.com, <sup>2</sup>nine291085@gmail.com*

Забезпечення безпеки будівель та споруд є однією з головних завдань для будівельників, архітекторів та інженерів. Особливо гостро стоять питання забезпечення пожежної безпеки. Високі температури впливають на стійкість об'єктів, що становить загрози для життя та здоров'я людей.

Сучасні світові тенденції свідчать про зростання кількості зелених проєктів будівництва. Відбувається озеленення будівель – використовуються вертикальне озеленення фасадів чи «живі стіни» (рис. 1). Все більшої популярності набувають зелені дахи.



**Рис. 1. Озеленення будівель**

Англійські науковці [1] проводять оцінку ризиків горіння зелених дахів та фасадів Лондона відносно вимог будівельних норм. На їхню думку, зазвичай середовище для вирощування рослин, що використовується як для зелених дахів, так і для зелених стін не може зайнятися і поширення полум'я не відбувається. Окрім того, температури, отримані в найнижчій точці в зеленій підкладці даху недостатньо високі, щоб призвести до займання матеріалів, що використовуються під шаром, який росте. Запалювання відбувалося лише тоді, коли живильне середовище складалося зі 100 % листяного субстрату, який був повністю висушений. Але вирощування рослин на такого типу субстратах є малоймовірним.

В роботі [2] зелені стіни розглядаються в якості сприяння протипожежній безпеці. Дослідження показали, що зелені фасади зменшують площу поширення вогню до 50 %, що робить їх ефективним інструментом для запобігання виникненню масштабних пожеж. Вогнестійкість зелених фасадів обумовлена наявністю води всередині самих рослин. Вода діє як ізолятор і уповільнює поширення тепла, даючи пожежно-рятувальним підрозділам більше часу для реагування та локалізації будь-яких потенційних пожеж.

Рослини діють як органічний бар'єр для полум'я, зменшуючи поширення вогню та розповсюдження токсичних продуктів згорання, забезпечуючи додатковий захист для будівель та мешканців [2]. Рослинність та шар ґрунту діють як природний антипірен, сприяють зниженню температури всередині будівлі під час пожежі.

Зелені дахи можуть служити фізичним бар'єром між дахом і будь-якими потенційними джерелами займання, такими як феєрверки. Рослинність на зелених дахах також можна використовувати для уповільнення поширення вогню з однієї будівлі на іншу.

Однак існують потенційні проблеми пожежної безпеки, що пов'язані із зеленим будівництвом, які необхідно враховувати під час проектування та будівництва. Найбільш поширеною проблемою є ризик загорання горючих матеріалів. Це можуть бути органічні матеріали, такі як рослинність і мульча, а також горючі покрівельні матеріали. Під час проектування екологічних будівель часто передбачається використання матеріалів, які є більш горючими, ніж традиційні будівельні матеріали. Визначення, та, в подальшому, запобігання пожежній небезпеці зеленого будівництва є актуальною науково-практичною задачею.

Джерелом потенційної пожежної небезпеки є зрошувальна система, яка використовується для поливу рослинності. Якщо її не обслуговувати належним чином, то вона може стати джерелом займання через несправності електрики або протікання в трубах. Також наявність води на даху збільшує ризики ударів блискавки під час грози, що може призвести до пожежі. Несвоєчасне зрошування спричиняє висихання рослин, яке, в свою чергу, також збільшує ризик пожежі. Сухі рослини легко займаються та посилюють вертикальне поширення вогню. Вміст вологи у рослині є одним з найбільш критичних факторів, що впливають на її займання [3].

Зелені фасади становлять пожежну небезпеку через їх близькість до інших конструкцій або об'єктів, які можуть загорітися. Якщо ці структури розташовані досить близько одна до одної, вони є шляхами поширення полум'я від однієї структури до іншої.

У дослідженні китайських науковців [4] висвітлено займання та ризик пожежі рослин під радіаційним тепловим потоком при різному вмісті вологи.



Дані випробувань використовувались для аналізу трьох ключових параметрів: схильності до займання, загального тепловиділення на одиницю площі та небезпеки токсичності диму. Низький рівень вологості створює високий ризик займання. Тепловий ризик та небезпека токсичності диму зростають при зниженні рівня зволоження. Ці висновки підтверджують важливість підтримання оптимального рівня здорових рослин для забезпечення максимальної пожежної безпеки вертикальних систем озеленення.

Таким чином, зелене будівництво, з одного боку, розглядається як потенційне джерело ризику виникнення та поширення пожежі, з іншого – сприяє забезпеченню питань пожежної безпеки. Архітекторам, ландшафтним дизайнерам та будівельникам важливо враховувати особливості виникнення та поширення процесів горіння, щоб своєчасно та з максимальною ефективністю вживати заходів для пом'якшення небезпеки для будівель та мешканців під час будівництва та обслуговування.

Найважливішим кроком у забезпеченні пожежної безпеки в зеленому будівництві є вибір відповідних матеріалів. Вони мають бути негорючими або вогнестійкими. Це включає: використання таких матеріалів як метал або камінь; забезпечення належної вентиляції, щоб зменшити накопичення тепла, і тримання горючих матеріалів якомога далі від вікон або балконів, які можуть виступати як шляхи для полум'я. Крім того, правильна установка цих матеріалів та використання вогнестійких герметиків є важливою складовою. Необхідно проводити регулярний догляд за зеленими фасадами, дахами, стінами, щоб зменшити ризик розвитку цвілі, яка може додатково збільшити ймовірність виникнення пожежі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Fire Performance of Green Roofs and Walls. Department for Communities and Local Government. London, 2013.
2. Переваги зелених дахів у пожежній безпеці. URL: <https://eco-roofs.ca/green-roofs-fire-safety/>
3. «Зелені дахи та пожежна безпека» від Green Roofs for Healthy Cities, URL: [https://www.greenroofs.org/greenroofs101/fire\\_safety](https://www.greenroofs.org/greenroofs101/fire_safety)
4. Kalani C. Dahanayake and Cheuk Lun Chow. Fire Ecology Volume 14, Issue 1, 2018. <https://doi.org/10.4996/fireecology.140112514>



## МІСЬКЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ ЯК ІМПЕРАТИВ СУЧАСНОСТІ

*Радіонова Людмила Олексіївна, Комарова Дар'я Юрїївна*

*Харківський національний університет міського господарства*

*імені О. М. Бекетова*

[sociopoils@ukr.net](mailto:sociopoils@ukr.net), [dashakomarova16102002@gmail.com](mailto:dashakomarova16102002@gmail.com)

Міське озеленення існує з давніх-давен. Давньоєгипетські парки відомі приблизно з 3 тисяч років до н. е., шумеро-аккадські зелені насадження ще на тисячу років старші. Згадаймо також, що серед Семи чудес світу згадуються напівміфічні висячі сади Семіраміди (приблизно V століття до н.е.) – найзнаменитіший з найдавніших зразків ландшафтного дизайну. Під впливом паркової культури Єгипту, Персії та Дворіччя розвинулися грецькі традиції озеленення, що залишили в історії свої шедеври, з яких найбільш відомі Лікейський гай та сад Академія. Слова «ліцей» та «академія» вже давно асоціюються у нас лише з наукою та освітою, але все почалося саме з приміських садів стародавніх Афін, де Платон та Аристотель вели бесіди зі своїми учнями.

Лікейський сад став місцем виникнення самої науки про рослини: після Аристотеля його неформально успадкував «батько ботаніки» Теофраст і зайнявся у ньому своїми спостереженнями та дослідями. Там були написані всі дев'ять томів його «Дослідження про рослини». Греки завжди прагнули до того, щоб у міському озелененні зберігалася природна краса: їх парки містили в собі численні елементи природного ландшафту і часто плавно переходили в ліси, що оточували місто. Давня мрія городян – будувати навколо себе села.

Вперше ідея міста-саду була описана в книзі «Завтра: мирний шлях до реальної реформи» (зустрічається ще один варіант назви – «Міста-сади майбутнього», це перевидання книги 1902 року) англійським парламентським репортером Е. Говардом.

Говард вважав, що сучасне йому місто зжило себе і запропонував схему, де поєднані місто і сільська місцевість. Як по-новому це звучить сьогодні, в період пандемій й війни, коли у відносній безпеці ті, хто може переїхати на дачі, в село, бо сьогодні ми спостерігаємо відтік жителів у передмістя і селища [1, с. 70-71].

У великих містах важливе штучне озеленення. До штучних міських посадок відносять озеленення проїзної частини, дворове озеленення, озеленення індивідуальних ділянок, сади, парки та сквери, вертикальне озеленення та міські лісопосадки. Деякі елементи, такі як газони, клумби та бордюри, не є самостійними, але можуть бути посаджені всюди з декоративною метою.

Озеленення автомобільних доріг та тротуарів, мабуть, є найважливішим елементом при плануванні міст. Саме вздовж проїжджої частини повітря найбільше забруднене пилом та вихлопними газами. Останнім часом часто говорять також про «шумове забруднення», і навіть про світлове – у темну пору доби – від фар численних автомобілів. З розвитком міст стає зрозумілим їх негативний вплив на фізичне та ментальне здоров'я людини. Доведено, що міське середовище згубно впливає на процеси акселерації, сприяє порушенню біологічних ритмів, виникненню алергічних реакцій, онкологічних захворювань, збільшення частки осіб з надмірною вагою, передчасного старіння і скорочення тривалості життя.

Основним чинником перерахованих порушень є екологічний аспект, однак на ментальний стан частіше за все впливає, безпосередньо, середовище існування. Таким чином, навіть щільна та типова забудова дворів може призводити до депресії. Вважається, що основними факторами виникнення депресивних станів в мегаполісах є: шум, кольори, архітектурне середовище, спосіб життя в умовах постійного «мурашнику» великого міста. Озеленення населених місць – це комплекс робіт із створення і використання зелених насаджень у населених пунктах. Озеленення є складовою частиною загального комплексу заходів із планування, забудови і благоустрою населених пунктів. Зелені насадження виконують в місті певні функції: кліматичні, санітарно-гігієнічні, естетичні, екреаційні.

Відомо, що людина і природа тісно пов'язані, однак особливості цього зв'язку почали вивчати досить нещодавно. Природа є невід'ємною частиною гармонійного психологічного розвитку людини. Одним з перших взаємопов'язаність формування особистості і природи став вивчати публіцист Річард Лоув. Вивчаючи дитячу психологію та особливості формування особистості в сучасному світі, Лоув сформував термін «синдром дефіциту природи». На базі цього дослідження була написана книга «Остання дитина в лісі», яка широко висвітлює проблеми відчуження сучасних дітей від природного та їх жагу до ізоляції, пояснює наслідки таких змін, серед яких: проблеми з боку емоційного інтелекту, дратівливість, тривожність, незмога протидіяти стресу, психосоматичні розлади [2].

Адептом теорії біофілії, тобто вродженої установки людини щодо інших живих організмів та природи в цілому, виступає Чарльз А. Льюїс. Його книга «Зелена природа / природа людини» викриває механізми зв'язку нас з природою. Автор аналізує вплив зелених насаджень з психологічного, соціологічного та фізіологічного боку. Чарльз А. Льюїс вбачає необхідним введення «садівничої терапії» в якості методики протидії стресам та депресивним розладам в лікарнях, реабілітаційних центрах, виправних

зкладах та в спеціалізованих установах для літніх людей. Автор також пояснює еволюційну основу потягу людства до природи та рослинності [3].

Науково доведено, що зелені насадження насправді можуть компенсувати людині гроші та прожиті роки. Яким чином це можливо досліджували науковці з Австралії, США та Канади. Дані про дослідження під керівництвом професора Марка Бермана згодом були опубліковані в журналі *Scientific Reports*. Сутність їх полягає в тому, що були зроблені дві вибірки даних в Торонто. Перша вибірка містила інформацію про розподіл озеленення і перелік дерев (530 тис.). Друга вибірка містила дані про стан здоров'я 94 тис. осіб. Науковці довели, що 10 додаткових дерев на вибраній ділянці еквівалентні збільшенню на 1% того, наскільки здоровими почуваються люди на цій ділянці. Керівник проекту запевняє, щоб домогтися подібних результатів іншими методами, потрібно виплатити людям по 10.000 дол. або зробити їх на 7 років молодшими. Дослідження в Канаді вказують також на взаємозв'язок кількості дерев та стану серцево-судинної системи у мешканців певної території [4].

Дані U. S. Forest Service стосовно стану здоров'я людей в Північній Америці говорять про те, що смертність у зв'язку з серцево-судинними та респіраторними захворюваннями значно збільшилася у місцях, де зелені насадження були пошкоджені смарагдовою вузькотілою златкою. Це призвело до 20.000 додаткових смертей за досліджуваний період.

У сучасному світі, де панує галас та метушня, людина прагне спокою та усамітнення. Саме тому з приходом урбанізації суспільство почало прагнути природності. Так в кінці 20 ст. виникає нова течія в архітектурі – інноваційна архітектура. Зелена архітектура – це напрям інноваційної архітектури, який базується на використанні природних форм та поєднанні будівель з навколишнім середовищем. Екологічний підхід притаманний для явища зеленої архітектури і полягає в мінімізації негативного впливу на оточення. Основою цієї архітектурної течії є прагнення людини створити затишний куточок, який би враховував психологічні та фізіологічні потреби.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Радіонова Л. О. Нова норма як детермінанта «віртуального міста». Габітус. Вип. 14. 2020. С.70-76. URL: <http://habitus.od.ua/journals/2020/14-2020/14-2020.pdf>
2. Лоув Ричард. Последний ребенок в лесу. Как спасти наших детей от синдрома дефицита общения с природой / Пер. М. Панфиловой. Изд-во Добрая книга. 2007. 432 с.
3. Green Nature/Human Nature: The Meaning of Plants in Our Lives, Charles A. Lewis, 1996. University of Illinois Press, Champaign. 160 p.

4. Scientific reports: Neighborhood greenspace and health in a large urban center, веб-сайт, URL: <https://www.nature.com/articles/srep11610>

5. U. S. Forest Service: Forest Service U.S. Department of agriculture, веб-сайт, URL: <https://www.fs.usda.gov/>

## САД НА ДАХУ ЯК ЗАСІБ ОЗЕЛЕНЕННЯ СУЧАСНОГО МІСТА ТА ЗАЛУЧЕННЯ ТУРИСТІВ

*Радіонова Ольга Миколаївна, Радіонов Вадим Сергійович*  
*Харківський національний університет міського господарства*  
*імені О. М. Бекетова*  
[radionovaolga.mail@gmail.com](mailto:radionovaolga.mail@gmail.com), [agrokontur.ua@gmail.com](mailto:agrokontur.ua@gmail.com)

Сьогодні для залучення уваги туристів використовують різні підходи та технології. Використання нетрадиційних підходів до озеленення територій безумовно може привернути увагу та інтерес сучасних туристів, адже таких підхід є екологічним. Історія створення саду на даху розпочалася ще до нашої ери. Першими стародавніми ландшафтними ідеями були сади Вавилону і зелені тераси Цезаря Августа. Сучасна історія такого озеленення починається в Ісландії, де дахи засипали землею та засаджували травою. Будинки жителів цієї острівної країни нагадували живі куточки, на дахах яких вільно росте зелень майже як за природних умов. Першим, хто серйозно зайнявся плануванням садів такого типу, був знаменитий французький архітектор Ле Корбюзьє. Ще першій половині ХХ століття він визначив п'ять принципів нової архітектури. Другий із них звучав так: «Сад на даху стане найпрекраснішою частиною будівлі, а це означає відродження зелених насаджень у великих містах» [1]. Незважаючи на багатовіковий досвід, озеленення дахів почало поширюватися лише у 80-х роках ХХ століття, коли було придумано технологію та якісні матеріали. Одним із найцікавіших і, мабуть, найзнаменитішим об'єктом у цьому напрямку є будинок Хундертвассера у Відні.

Сьогодні створити зелений дах може дозволити собі майже кожен. Це вже не розкіш, як було ще недавно. Від ідеї до втілення – дуже близько. Виробництво матеріалів та технологія зеленої покрівлі дуже добре розвинені та дозволяють створити на будь-якому даху чудовий куточок природи. Існує кілька типів зелених дахів:

– екстенсивна зелена покрівля: це найпростіший варіант зеленого покриття, з невеликим (6-12 см) шаром субстрату та рослинами, які вимагають мінімального догляду та ростуть в екстремальних умовах;

– напівінтенсивна зелена покрівля: це сад із ґрунтопокривними рослинами, різними сортами трав, багаторічниками та невеликими кущами. Такий тип зеленого даху дає можливість планувати різноманітні посадки та розширює коло експлуатації території;

– інтенсивна зелена покрівля: це тип зеленої покрівлі, який, залежно від потужності перекриття будівлі, може мати шар субстрату до двох метрів, що дозволяє висаджувати не лише кущі, а й низькорослі дерева. Такий варіант благоустрою майже нескінченний, обмежити його може лише бюджет чи відсутність нових ідей. Газон, клумба, тераса і навіть джакузі – це цілком можливо на даху інтенсивного типу [2].

У сучасному світі озеленення плоских дахів стало надзвичайно актуальним із економічного та екологічного погляду.

По-перше, сад на даху має дуже актуальну в наш час властивість – взимку він утеплює будівлю, а влітку її охолоджує. Додатково знижує фізичне, хімічне, а також біологічне навантаження. У населених пунктах з'являються нові зелені насадження, підтримуючи та покращуючи екологічне тло території. А це – додаткові можливості для збереження флори та фауни та охорони природи в умовах сучасного міста.

По-друге, зелені дахи збирають атмосферні опади, зменшуючи цим навантаження на каналізацію, повертають їх у природний колообіг.

По-третє, завдяки зеленим дахам на невеликій території збільшується площа зелених насаджень. Такий сад можна створювати як на дахах багатопверхівок, так і на терасах або на дахах приватних будинків. Зелений дах підвищує звуко- та теплоізоляцію будівель. Зелене покриття дахів будинків поглинає більшу частину шкідливих речовин, що зустрічаються у міському середовищі, зменшує вплив міського забруднення.

По-четверте, нетрадиційне озеленення є певною родзинкою туристичної привабливості міста. Адже надзвичайно красиві та мальовничі будівні можна включати в екскурсійні програми та залучати більшу кількість туристів та відвідувачів до міста.

Зелені дахи перетворюються з елітарної та малодоступної технології на більш поширену практику у міському просторі. Парки на дахах облаштовують у всьому світі не лише у приватних віллах та котеджах, а й на торгових та офісних центрах, покинутих промзонах та інших міських будинках. Світ серйозно замислився над екологічними проблемами, особливо у мегаполісах. Люди постійно шукають кошти, щоб збільшити тим чи іншим способом площу зелених насаджень, покращити екологію та зберегти своє здоров'я.

Сад на даху багатоквартирного будинку – це не лише про красу та комфорт, а й про екологію у місті. Озеленення будівель – це комплекс заходів для висаджування рослин не тільки на горизонтальні, а й на вертикальні

поверхні житлових та громадських будівель. Після щільності населення в містах, що зростає усього світу, збільшується і щільність забудови. Природні зелені насадження витісняються новими будинками, комунікаціями та дорогами, кількість дорослих дерев зменшується, а екологія у межах міста погіршується.

В останні роки в багатьох країнах світу все частіше з'являються будинки з вертикальним озелененням, терасами та городами на дахах. Одним зі світових лідерів у озелененні будівель став Сінгапур, де рослини на фасадах допомагають їх охолоджувати [3]. Кілька років тому в діловому районі міста-держави з'явився 30-поверховий готель Oasia Hotel Downtown, фасад якого увитий двадцятьма видами тропічних рослин. Крім того, в готелі є кілька терас, а на даху розбитий сад [4]. Завдяки своєму надзвичайному вигляду, на сьогодні, це один з привабливих готелів світу, що користується великою популярністю серед туристів.

У 2019 році мерія Відня запустила безплатний проєкт «50 зелених будинків», щоб знизити температуру у місті та покращити якість повітря. Для участі у проєкті мешканцям та керуючим нерухомістю потрібно було надіслати онлайн-заявку на озеленення фасаду [5]. Після цього на будинок встановлювали спеціально розроблену конструкцію, що складається з каркасів і горщиків з невибагливими рослинами.

У деяких містах США озеленення дахів не є архітектурним експериментом, а прописаною в законодавстві як вимога. З 2017 року 15–30% площі дахів усіх нових будівель у Сан-Франциско мають бути покриті зеленню чи сонячними панелями. Схожий закон було прийнято у Нью-Йорку 2019-го року [5].

У США жителі можуть інвестувати гроші в сад на даху на початку сезону, а потім у період врожаю отримати свіжі продукти прямо у фое будинку. На даху власного багатоквартирного будинку можна влаштувати сад або громадський город для вирощування овочів та зелені. Зручне рішення – контейнерне озеленення: горщики та ящики з рослинами можна переставляти залежно від настрою чи погоди. Якщо дах невеликий, ящики можна поставити один над одним, створивши своєрідне вертикальне озеленення.

Зелені дахи можуть не лише стати зручними громадськими просторами та відкрити нові можливості для бізнесу і туризму, а й значно покращити екологічну ситуацію у місті.

## ЛІТЕРАТУРА

1. 5 принципів сучасної архітектури, заснованих на ідеях проживання в індустріальному світі Ле Корбюзьє. URL: <https://thesketchline.com/uk/5-principiv-suchasno%D1%97-arxitekturi-le-korbyuzye-2/>
2. Зелена покрівля. URL: <https://artdimdesign.com.ua/zelena-pokrivlya/>
3. Як зробити мегаполіс комфортним для життя: Сінгапур. URL: <https://platfor.ma/magazine/text-sq/pb/comfortable-singapore/>
4. Як Сінгапур прокладає шлях до створення більш зеленого міського середовища. URL: <https://decor.design/kak-singapur-prokladyvaet-put-k-sozdaniyu-bolee-zelenoj-gorodskoj-sredy/>
5. Європейській досвід зеленого благоустрою. URL: <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/jevropejskj-dosvd-zelenogo-blagoustroju-33866>

### **HOTEL ON A TREE AS INTERNATIONAL ECOTOURISM: IMPLEMENTATION OF AUTHOR'S PROJECTS**

**Oleksandr Romanenko, Maryna Tkachuk**

*Ukrainian State University named after Mykhailo Drahomanov*

[Romanenkoov@ukr.net](mailto:Romanenkoov@ukr.net)

*Formulation of the problem.* Hotel on a tree as a means of accommodation for tourists is not only original, but also profitable, advanced technologies allow to reduce costs. The number of original tree hotels is increasing all over the world. Now this is not only an unusual real estate format, but also a real opportunity to spend an unforgettable tourist trip. Unfortunately, this direction is not widespread in Ukraine. "Ecotourism is viable tourism, sensitive to the environment, which includes the study of the natural and cultural environment and aims to improve the condition in this environment" (T. Miller, 1978).

"Ecotourism coordinates, helps and stimulates the use of cultural and natural tourist resources, recognizing the importance of preserving the local cultural heritage and natural resources of the region (region) for the local population and future tourists" (M. Maya, 1997)

"Ecological tourism is a direction of tourism that is based on the maximization of the use of natural and recreational goods and resources and is aimed at environmental and educational activities" (O. Lyubitseva, K. Staschuk, 2002).

The main principles of ecotourism according to D. Western: trips to nature, and the main content of such trips is getting to know living nature, as well as local customs and culture; minimization of negative environmental and socio-cultural consequences, support of social sustainability of the environment; promoting the

protection of nature and the local socio-cultural environment; environmental education; the participation of local residents and their receipt of income from tourism activities, which creates economic incentives for them to protect nature; economic efficiency and contribution to the sustainable development of the visited territories [1, p. 41].

Such scientists as S. Bailyk, M. Malska, G. Munin, A. Munin, H. Roglev, A. Mazaraki and others made a significant contribution to the research and study of the functioning and development prospects of the hotel industry.

Ecological tourism is revealed in the works of such foreign scientists as D. Western, P. Johnsson, K. Lindberg, P. White, F. Fillion, D. Hawking, G. K. Ziffer, U. Strasdas, R. Jung, T. Miller, M. Maya and others.

Among domestic scientists, the works of O. Dmytruk, A. Drozdov, V. Kyfyak, O. Kozlovskiy, O. Lyubitseva, K. Staschuk were devoted to the problem of ecotourism, the problem of the operation of eco-hotels was considered by O. Pnivska, V. Radchenko, O. Milinchuk, A. Okhrimenko, V. Boyko, O. Pauk and others.

Pauk O. E. in the work "Innovative directions of the development of the hotel industry of Ukraine: environmentalization of accommodation facilities" describes the significant advantage of the Green Key eco-certification, the presence of criteria aimed at environmental education, the formation of environmentally friendly consciousness of guests, employees and suppliers of the hotel [2, p. 62].

Also, when writing the thesis, the material of the third chapter of the textbook "Hospitality Systems in Tourism" (2016) was used [3, p. 130].

*The purpose of the study* is to highlight the variety of implementation of international author's ecotourism projects using the example of hotels on trees and the prospects for the development of this direction in Ukraine.

*Presentation of the main material of the study.* Architecture studio Facit Homes from London has developed its own system of manufacturing buildings using the factory method, which delivers a mobile manufacturing facility (MPF) to the construction site. A production unit of machinery includes a full range of construction tools and materials necessary to complete the construction of a given structure.

The shipping container, converted into a local production facility, uses the drawings and drawings of certain three-dimensional computer models and cuts any shapes from sheets of environmentally friendly plywood using CNC technology, according to each of the digital files. The results of the unique "D-process" are accurate information about the required amount of materials, the location of electrical wiring and the placement of structures for an efficient construction method.

One of Facit Homes' latest projects is the design of a tree-top hotel located in the grounds of the famous 300-year-old Gregorian mansion Harptree Court, just outside Bristol. Thanks to close cooperation with engineers and designers, the



innovative MPF concept was applied in construction, working with the necessary components directly among the trees. The facade of the hotel is made of natural materials and lined with larch obtained by ecological methods, and the roof of the buildings is covered with cedar bark [4, p. 3].

Demand for "tree nests" is growing among adventurers looking for something new and exotic. The Houzz portal made a selection of unusual hotels on trees, where lovers of eco-tourism can spend an unforgettable vacation.

Architects and designers lent their hand and made stylish and modern furnishings, design and interiors in tree hotels.

*Hapuku Lodge, New Zealand.* New Zealander Tony Wilson created a hotel on a deer farm. A number of small "nests" were located on red Canadian cedars. The owner of the exotic hotel also installed soundproof windows and thick paneling in the cabins so that the roaring of deer during the mating season would not disturb the sleep of tourists. All furniture in the hotel is made by hand from hardwood species. A night in a hotel for two tourists will cost 668 dollars.

*Treehotel, Sweden.* In the Swedish forest, one of the famous Scandinavian architects of unique houses - hotels on trees. Tourists are offered several options of "bungalow nests" for accommodation. One of the rooms is decorated on the outside with intertwined tree branches, resembling a bird's nest. Despite this decoration, the interior of the room fully corresponds to a modern hotel suite. The room has a double bed, a bathroom and a terrace. Cost: about 677 dollars. per night for two tourists.

Another room is decorated on the outside with mirrored walls that reflect the surrounding forest, creating a futuristic world. The interior of the room is decorated with birch, the room has six windows with a panoramic view. Cost: about 708 dollars. per night for two tourists.

Another of the exotic numbers is performed in the form of an Unidentified Flying Object suspended in the air. This split-level room can accommodate four guests. Cost: about 677 dollars. per night for two tourists.

*Tree Houses Hotel, Costa Rica.* The unusual tree hotel is spread out in Costa Rica on an area of 8 hectares, surrounded by a huge nature reserve next to a pool, a waterfall and a river. Guests can regularly observe wildlife and see sloths, monkeys, toucans, armadillos, hummingbirds and other exotic animals. The rooms in the trees have air conditioning, hot water and a refrigerator. Price: from 98 dollars. per night for two tourists.

*Sanya Nanshan, South China Sea.* On the shores of the South China Sea, a small hotel in the trees also welcomes lovers of exotic recreation. The lodges are nestled in the branches of tamarind trees next to the sand dunes with their own and secluded beach. "Bungalow nests" are located near a huge ecological park and botanical garden, surrounded by Buddhist temples and pagodas.

*Reserva Amazonica, Peru.* In the south-east of Peru, in the Amazon delta, at an altitude of 90 m above the ground, there are houses connected to each other by a series of bridges. Tourists can walk around the hotel under the treetops without going down to the ground. Cost: about 460 dollars. per night for two tourists.

*Tree House Lodge, Costa Rica.* In the depths of a dense forest in Costa Rica is another hotel with houses located high in the trees. The two-level rooms have handmade wooden furniture. Cost: 300 dollars. per night for two tourists.

*Green Magic Nature Resort, Kerala (India).* An unusual hotel in the Indian state of Kerala. In the tropical forest, hotel rooms made entirely of bamboo are scattered on the trees over a large area. Water is also brought to a great height in the hotel, the room has a stove for cooking, and a bathroom.

*Tsala Treetop Lodge, South Africa.* An unusual hotel is located in the branches of an African forest. Guests are offered a large living room with a fireplace and a large separate terrace with a swimming pool. The design and architecture of the hotel was done by the famous architect Bruce Stafford.

*Vertical Horizons, Oregon (USA).* A cozy hotel hidden in the shade of trees, located near the "Red Forest" in southern Oregon. Tourists staying at this hotel will be able to visit the caves, the coast of the Pacific Ocean and other attractions. Each tree house has its own unique design.

*Treehouse Cottages, Arkansas (USA).* Hotel owners Terry and Patsy Miller designed and hand-assembled each treehouse themselves. The houses are suspended on wooden poles at a height of about 7.5 meters from the ground. The design and interiors of the rooms are also handmade using rare wood species. Price: from 149 dollars. per night for two tourists.

*Hamanasi Adventure and Dive Resort, Belize.* An unusual hotel is located in the branches of trees on the coast of Belize. The deluxe "nest rooms" feature outdoor Jacuzzis, kitchenettes and spacious living rooms. Houses and furniture in the rooms are made of rare species of trees that grow in the forests of Belize. In addition, there is a great variety of birds in these forests and the second largest barrier reef in the world is located nearby. Price: from 369 dollars. per night for two tourists [5, p. 5].

*Kiyanka Svitlana Kolpakova* shared her own experience: "A wooden house is possible in Ukraine, and modern technologies allow building such houses with heating, electricity and sewage. In our work, we fully rely on research carried out in the USA, we use certified American technology. Using bolts, we build on private land where the trees do not belong to the state. With proper fastening, a healthy tree can withstand a load of about ten tons."

"The law does not forbid cutting a tree. From the point of view of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, this method is less harmful. Beneath the tree bark is a microscopic layer of cambium. Through it, all nutrients get from the roots to the leaves. By crimping the tree, we cut off the supply and the tree may

die. Unfortunately, the owners of rope parks, using the crimping technique, sometimes do not monitor the growth of the tree and do not loosen the fastening system. Often, at the site of such parks, cables grow into trees" [6, p. 7].

Nature Park "Beremytske", a modern reserve, on an area of about 500 hectares, in the Kozelka district of the Chernihiv region, is one of two parks in Ukraine (the other is in the Odesa region), which is an associate member of the "Rewilding Europe" organization and adheres to the popular in Europe ideologies of nature restoration - rewilding and is the first non-state nature protection project in Ukraine.

Between Mykhailo Drahomanov University and "Beremytske" Nature Park on the initiative of Professor Obozny V.V. signed the Agreement on cooperation in the field of ecology, environmental protection and education for sustainable development, which corresponds to the direction of activity of each of the Parties and is important for scientific interests and needs.

With the support of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Opole University in Opole (Poland), Szczecin University (Szczecin, Poland), TestDaF Institute (Bochum, Germany), Taras Shevchenko Kyiv National University, Flight Academy of the National Aviation University ( Kropyvnytskyi), Department of Tourism, Scientific Research Laboratory of Tourism and Local History of Mykhailo Drahomanov University, the International Scientific and Practical Internet Conference "Directions and Prospects of the Development of the Beremitske Nature Park" was held. More than 60 participants took part in the conference, including representatives of higher educational institutions from different regions of Ukraine, scientific institutions of the Republic of Poland, guests from the USA. Representations from the Netherlands, Germany.

After listening to and discussing the speeches, the participants of the conference adopted the following recommendations based on the results of their work: the scientific community should increase the attention of the theoretical issues of the Educational and Professional Programs for the training of higher education seekers in accordance with the requirements of NAZYAVO; continue to practice discussions in the formats of round tables, seminars, conferences and on the pages of periodicals; consider it expedient to recommend to institutions of higher education, in accordance with the strategies, to train a competitive specialist, adapted to market and democratic transformations, able to live and create in the information society, the global world environment, to be a citizen of Europe and the world and at the same time a loyal patriot of the Ukrainian state, a spokesman for national interests ; to continue expanding the educational and methodological base by conducting research and writing textbooks and manuals; pay special attention to the development and strengthening of international cooperation between scientific and educational institutions in the field of implementation of joint projects, scientific, research and educational activities, exchange of scientists, teachers and students; consider it

necessary to continue work on deepening cooperation with scientific institutions and institutions of higher education; to provide methodological and consulting assistance to teachers of educational institutions in the professional theoretical, methodological and practical training of students, as well as to students of the Small Academy of Sciences and their managers; take note of the information presented in the reports of the participants and recommend the abstracts of the heard reports for publication in a separate collection of conference materials (the conference materials are posted on the website of the university's scientific library).



**From the archive of the Department of Tourism:  
Pre-defense of bachelor's projects of students of the department of  
tourism, specialty "Tourism" in the conference hall of PP "Beremytske"**

State control over compliance with the Park territory protection regime is carried out by the State Ecological Inspection of Ukraine and other authorized state bodies. Scientific and research work on the territory of the Park is carried out with the aim of studying natural processes, ensuring constant monitoring of changes in ecosystems, ecological forecasting, development of scientific bases for protection, reproduction and use of natural resources and especially valuable objects of the Park in accordance with the laws of Ukraine "On nature reserves fund of Ukraine", "On scientific and scientific and technical activity", "On scientific and scientific and technical expertise", "On scientific and technical information [7, p. 17].

*Conclusion:* Undoubtedly, the ten commandments of the ecotourist formulated by TIES are still extremely relevant today: remember the vulnerability of the Earth; leave only traces, take only photos with you; to get to know the world into which he entered: the culture of the peoples, the geography; respect local residents; do not buy products that endanger the environment; always walk only on well-trodden paths; support environmental protection programs; where possible, use environmental conservation methods; support (patronize) organizations that promote nature protection; travel with companies that support the principles of ecological tourism.

From these positions, ecological tourism can be considered the main conceptual idea of sustainable development of the tourism industry in the XXI century.

Also, having researched the variety of implementation of international author's ecotourism projects on the example of hotels on trees, experience in Ukraine on the example of the activities of Svitlana Kolpakova, we dare to offer the directorate of the Charitable Organization "CHARITY FOUNDATION "BEREMYSKE BIOSPHERE" to consider the possibility of building "Hotel eco-rooms on the trees of the park" for visitors, tourists, students/interns. Taking into account the support of Rostislav Polushvayko, a graduate of the Department of Tourism, tour guide and tourism manager of the Beremitske Nature Park and the park management, which understands how important it is to keep up with the times, using international and domestic experience in the implementation of environmental projects.

## REFERENCES

1. Dmytruk O.Yu. Ecotourism: Study guide /O. Yu. Dmytruk, S. V. Dmytruk.— K.: Alterpress, 2009. – 358 p. P.41
2. Hotel, restaurant and tourism business: realities and prospects [Electronic edition]: theses of reports of VI All-Ukrainian. study of science conf. (Kyiv, March 25, 2020) / resp. ed. A. A. Mazaraki. – Kyiv: Kyiv. national trade and economy University, 2020. – 318 p. - Ukr. and English languages
3. Romanenko O.V. Hospitality systems in tourism. Tutorial. - K.: Publishing House of the NATIONAL PEDAGOGICAL DRAGOMANOV UNIVERSITY, 2016. – 321 p.
4. Eco-hotel on a tree <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjN4Zam6IH-AhWSnosKHZ1aA6AQFnoECA4QAQ&url>
5. Exotic vacation: 11 hotels on trees <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjN4Zam6IH-AhWSnosKHZ1aA6AQ>
6. Kolpakova S. House on a tree: Modern technologies allow building such houses with heating, electricity and sewage <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiXrs-W54H-AhVBIYsKHdwcDSUQFnoE>
7. Tkachuk M.F. Organization of household infrastructure in the tourist complex (on the example of the "Beremitske" Nature Park). Bachelor's project /NATIONAL PEDAGOGICAL DRAGOMANOV UNIVERSITY. - Kyiv, 2021 – 40 p.

## **RUST MODIFIER CONTRRUST - INNOVATIVE ECOPROTECTION OF METALS AGAINST CORROSION**

*Savenko Volodymyr<sup>1</sup>, Honcharenko Tetyana<sup>1</sup>,  
Nesterenko Iryna<sup>1</sup>, Vysotska Lyudmyla<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Kiev National University of Construction and Architecture,*

*<sup>2</sup>Private Enterprise »Ruslan and Liudmyla« Kyiv*

*savenkoknuba@gmail.com*

Currently, corrosion losses in industrialized countries reach 3-5% of national income. This is especially true of metallurgical and chemical enterprises, oil and gas pipelines, watercraft and others, where elements and structures operate in highly aggressive environments of 4-5 degrees. The total damage from corrosion is billions of dollars due to emergencies, environmental disasters and so on. According to statistics, the lack of corrosion protection is the cause of almost 25 percent of accidents

As a result of corrosion, metals are converted into various compounds - oxides, hydroxides or salts, in the form of which they are in nature. It is difficult to take into account indirect losses from downtime and reduced productivity of equipment that has undergone corrosion, from disruption of the normal course of technological processes, from accidents caused by reduced strength of metal structures. Up to 10 percent of the produced metal is lost due to corrosion.

There are also indirect losses that are difficult to predict or predict. These are losses from downtime and reduced productivity of equipment that has undergone corrosion, from the disruption of normal technological processes, from accidents caused by reduced strength of metal structures, environmental pollution, insurance benefits and, most importantly, from fatalities.

The main idea and purpose of development-preservation of metal in metal-containing structures and products, environmentally friendly means, extending terms of safe operation of objects and protecting environment and people from harmful waste at cleaning of surfaces and from harmful substances at preparation of metal surfaces for painting by transformation. rust in the metal-polymer environmentally friendly film-coating in microcracks and pores inaccessible to sandblasting, protecting the metal from corrosion under a protective layer of coating or paint, without harming humans and the environment.

The main research methods are laboratory and field tests, as well as experimental implementations. Contrrust rust converter has passed successful tests, received positive feedback from consumers, has awards:

- tests were carried out in the EEZ Paton laboratory. polish; the inner part of the stainless steel cylinder is brought to a metallic luster; under air pressure of 200

kgf/cm<sup>2</sup> peeling of protective films is not revealed; with the help of "Contrrust" it is possible to determine the presence of spot corrosion by rinsing the tank;

- the welding process on the metal treated with "Contrrust" is somewhat more stable over time, the formation of the seam is facilitated by increasing the fluidity of the welding bath; when welding electrodes for manual welding does not adversely affect the welding process and the chemical composition of the weld metal "

- protocol №08-8 / 06-16, №08-9 / 06-16, №08-13 / 07-16, calculation of the durability of protective coatings 18/869 "after the action of neutral salt spray and increasing humidity (98±2°C) and temperatures of + 38 ± 2 ° C and 19 ± 2 ° C in accordance with ISO 9227-2012 with a total duration of 984 hours - meets the requirements of the test program."

NASU IFH them. LV Pisarzhevsky "application of" Contrrust "does not impair the physical and mechanical ability of the tested materials, and their anti-corrosion properties are improved, the service life of protected objects increases by 2-3 times."

NASU FMI them. GV Karpenko "Contrrust" can be used in the preparation of steel surfaces in repair work in civil engineering, transport, shipbuilding, pipeline transport and coating systems, the extension of the service life of metals in conjunction with coatings for durability can be predicted in within 5 to 15 years ".

KiAZ "AVIANT" "positive results in all coating systems".

MONU "KNUBA" "as a result of tests it was found that the treatment of reinforcing bars with anti-corrosion agent" Contrrust "does not impair the adhesion of reinforcement to concrete, this tool can be used for treatment of corroded reinforcing bars class A240C... A500C and 60 heavy heavy constructive methods of concreting (from monolithic to shotcreting). Metal structures covered with a protective chelate-polymer film do not adversely affect the concrete.

Perfect protection against corrosion is provided by 80% special surface preparation, and only 20% by the quality of the coating systems used, paints and methods of their application and therefore "Contrrust" is a "hi-tech" breakthrough technology in the mechanism of rust removal from metal surfaces, on wet surfaces without loss of metal at all.

When isolating the metal surface from aggressive environments, an important role is played by chelating metal-polymer film-soil, which is formed when applied to the rust "Contrrust" and is the first layer in the coating system, which extends the life of the metal structure, which is very important to eliminate emissions. into the atmosphere of heavy metals and ensuring the durability of coating systems and achieving a high economic effect.

Aggressiveness of the production environment in the manufacture and use of "Contrrust" - no. The metal-polymer chelate film formed on the surface of the reduced metal acts as one (- two layers of soil) (ISO 4618: 2014) and replaces the

stage of mechanical cleaning of the corroded surface to the degree of Sa 2.5 according to ISO 8501-1.

The converting power of Contrrust at an average rust thickness of 300  $\mu\text{m}$  reaches 100% purity. Metal-polymer film does not peel off under the influence of underground stray currents and aggressive environment (Fig.1)

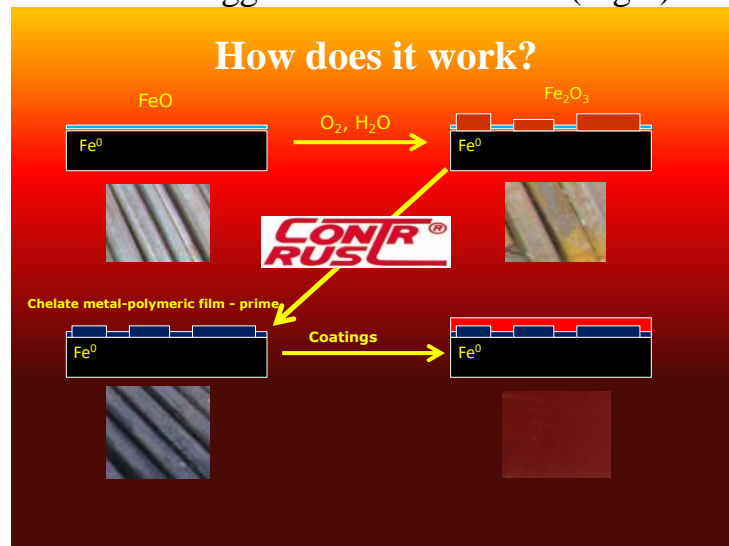


Fig.1. How does it work

Data on the problems of anti-corrosion by chemical methods, in Ukraine, the Russian Federation, European countries and the United States shows the advantages of "Contrrust" even over the advertised Super Rust Killer "Loctite 7505", which turns rust into a solid base on the metal surface and acts essentially similar to "Contrrust", forming the first layer as a layer of primer, however, at elevated drying temperature, the protective film begins to blister and, moreover, "Loctite 7505" should not be applied to wet surfaces, metal surfaces under the sun, etc. ., the economic effect of its application is 7.8 times lower than "Contrrust".

Achieved results. Conclusions

1. Application of "Contrrust" provides high-quality preparation of a surface for finishing works. It is used to treat metal surfaces before applying a protective layer or paint.

2. All laboratory and field tests have shown high efficiency of this CONTRRUST modifier

3. Processing of reinforcement of reinforced concrete products by the CONTRRUST modifier does not worsen coupling of reinforcement with concrete

4. CONTRRUST modifier is not toxic, not harmful to humans and the environment natural material, which is less time consuming, expensive and safe to work compared to known methods, and the economic effect of experimental implementations is already over 65 million UAH.



## REFERENCES

1. Patent No. (11) 61544 "Contrast rust converter" Technical description Patent # 61544
2. Management of the Quality of Corrosion Protection of Structural Steel Based on Corrosion Risk Level / V. Korolov, Yu. Filatov, N. Magunova [etc.] // Journal of Materials Science and Engineering A & B. – New York: David Publishing Company. – 2013. – Vol. 3. – No. 11. – P. 740-747
3. Providing Corrosion and Functional Stability of Metal-Complexes and Critical Infrastructure Using Innovative High-Tech Eco-Resource Technologies. Monograph/ [V.I. Savenko, A.A. Plugin, I.V. Kushchenko, L.M. Vysotska, O.A. Mashkov etc]. – Kiev, UAS.KNUCA 2019. – 306 p.
4. TUU 14333-082 / 001-98 «CONTRAST rust converter» – K., 1998

## СТАНДАРТИ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА І ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ

*Савченко Антоніна Михайлівна*

*Київський національний університет будівництва і архітектури,  
[savchenko.am@knuba.edu.ua](mailto:savchenko.am@knuba.edu.ua)*

Будівельна галузь відіграє важливу роль і має тісний зв'язок з іншими галузями народного господарства держави. Реалізуючи важливі завдання забезпечення житлом населення, створення розвиненої інфраструктури населених пунктів, забезпечуючи всі сектора економіки будівлями і спорудами будівельна галузь водночас несе великий вплив на навколишнє природне середовище. В сучасних умовах, ми маємо враховувати шкоду, що завдає будівництво на всіх стадіях, і намагатися зменшити негативний вплив на природу в інтересах нинішніх і майбутніх поколінь. Впровадження норм «зеленого будівництва» є основою сталого розвитку для будівельної галузі. Особливе місце в «зеленому будівництві» займає сертифікація будівель і споруд за стандартами.

Серед великого розмаїття стандартів «зеленого будівництва»:

- LEED (США);
- BREEAM (Великобританія);
- DGNB (Німеччина);
- Green Globes (США, Канада);
- Living Building Challenge;
- Beam (Гонконг);
- CASBEE (Японія);

- Green Mark Scheme (Сінгапур);
- Green Star SA (ПАР);
- Pearl Rating System for Estidama.

Найбільшої популярності набули британська ситема BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), американська LEED (The Leadership in Energy & Environmental Design) та німецька DGNB (Deutsche Gesellschaft fuer nachhaltiges Bauen). В Україні вже є будівлі сертифіковані за даними стандартами. Найбільшої популярності серед забудовників користується стандарт BREEAM. Як стверджує навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту на даний час по системі сертифікації BREEAM було отримано шість сертифікатів для проектів нового будівництва та вісім – для існуючих будівель. Для проектів нового будівництва з шести сертифікатів чотири мають статус проміжних (після стадії проектування), а два – фінальні (після закінчення будівництва). Найчастіше проекти в Україні отримують рівень сертифікації Good (10 сертифікатів), також по два сертифікати мають рівні Pass та Very Good відповідно [1].

Незважаючи на інтенсивну імплементацію екологічних норм ЄС в законодавство України, покищо не існує законодавчо закріпленої вимоги щодо сертифікації будівель за конкретним стандартом «зеленого будівництва». Отож, забудовник сам обирає стандарт, за яким проводить сертифікацію будівлі, та і це робить добровільно. Кожен із стандартів має свої особливості і застосування їх в умовах України має свої плюси і мінуси.

Так BREEAM «Метод оцінки екологічної ефективності та рівня енерговитрат будівельних конструкцій» – це метод добровільної оцінки енергоефективності будівлі по принципу «зеленої сертифікації» [2]. Цей метод розглядає та оцінює процес будівництва та саму будівлю чи конструкцію на таких стадіях операційного циклу як будівництво, капітальний ремонт та введення в експлуатацію. Також метод BREEAM оцінює та робить акцент на вартості будівництва та раціональному розподілі екоресурсів та екоматеріалів, робить сертифікацію більш привабливою для інвестицій та формує екологічно стійке та безпечне навколишнє природне середовище та офісний простір для працівників будівлі [3]. Найбільшим плюсом BREEAM є те що оцінювання будівництва відбувається поетапно на кожній стадії будівельного процесу, а отже експерт може бути долучений до оцінки будівлі як на стадії проектування так і на стадії завершення будівництва. Не менш важливим є гнучкість цієї системи оцінювання з урахуванням національних особливостей.

Система LEED була розроблена USGBC для сертифікації високоефективних будівель та стійкого середовища. «Зелене» будівництво за даним стандартом має відповідати так званій концепції потрійного критерію, що об'єднує економічний розвиток (дохід), соціальну відповідальність (люди),

охорону довкілля (планета)[4]. LEED як і BREEAM направлений на оцінку енергоефективності будівель, але для проведення оцінювання враховують такі критерії: земельна ділянка, будівельні матеріали або ресурси для виробництва, рівень технічної підтримки для експлуатації будівлі, а також транспортна доступність будівлі [3]. Цей метод має не такі жорсткі вимоги для оцінки будівлі, але вимагає розпочинати оцінку зі стадії проектування, що відповідно не дає змогу оцінювати вже готові будівлі.

Таблиця 1

**Порівняння систем екологічної сертифікації**

<b>Показники</b>	<b>BREEAM</b>	<b>LEED</b>	<b>DGNB</b>
Критерії за якими відбувається оцінювання	Управління Здоровий мікроклімат Енергоефективність Транспортні розв'язки поруч Використання водних ресурсів Матеріали для будівництва Поводження з відходами Використання земельних ресурсів Шкідливі викиди Інновації	Місце розташування та транспортні розв'язки Місце в локальній екосистемі Використання водних ресурсів Енергоефективність Матеріали для будівництва Здорове внутрішнє середовище Інновації Місцеві пріоритети	Екологічність Економічність Функціональність та комфорт Технічні критерії Організація процесу Оцінка участку та району розташування.
Оцінки	пройдено добре дуже добре відмінно неперевершено	сертифіковано срібло золото платина	сертифіковано срібло золото платина

Система екологічної сертифікації DGNB використовується як інструмент при проектуванні і оцінці якості будівель, заснована на концепції інтегрального планування і враховує всі важливі аспекти будівництва. Основою для оцінки будівлі виступають критерії які враховують функціональні і соціально-культурні, технічні, економічні, екологічні характеристики та місце знаходження і управління процесом. При цьому система має високу ступінь гнучкості [5]. За статистикою більшість населення проживає в містах, що призводить до того, що більшу частину свого життя людина проводить знаходячись в будівлях. Тому метод сертифікації DGNB велику увагу приділяє дослідженню екологічності будівлі.

В таблиці 1 «Порівняння систем екологічної сертифікації» наведено критерії за якими відбувається оцінювання будівлі та оцінки що

застосовуються британською, американською та німецькою системати сертифікації.

Всі системи оцінювання мають свої особливості та переваги, але те що їх ставить в один ряд – це ті вигоди, які отримує кожен з учасників процесу будівництва та експлуатації. Для орендаря це можливість створити більш комфортне середовище для співробітників, в кожній системі оцінювання достатня увага приділяється комфорту в середині будівлі. Девелопер отримує маркетингову перевагу на ринку, можливість швидше заповнити вакантність, підвищити ставку капіталізації, легше отримати кредитне фінансування, забезпечити будівлі стабільний і платоспроможний потік орендарів. Сертифікат відповідності «зеленим» вимогам – це сучасний тренд [6].

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Зелена сертифікація будівель: ситуація в Україні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://iee.kpi.ua/%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B8%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F-%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D1%8C-%D1%81%D0%B8%D1%82%D1%83%D0%B0%D1%86/> – Назва з екрана. – Дата перегляду: 5.04.2023.
2. Сертифікація “зеленого будівництва” по стандарту BREEAM. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mcl.kiev.ua/uslugi/mezhdunarodnaya-sertifikatsiya/uslugi-sertifikacii-zelenogo-stroitelstva/sertifikacija-zeljonogo-stroitelstva-po-standartu-breeam/> Назва з екрана. – Дата перегляду: 6.04.2023.
3. Особливості сертифікації BREEAM і LEED. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mcl.kiev.ua/osobennosti-sertifikatsii-breeam-i-leed/> Назва з екрана. – Дата перегляду: 6.04.2023.
4. Особливості сертифікації за стандартом LEED. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mcl.kiev.ua/osobennosti-sertifikacii-po-standartu-leed/> Назва з екрана. – Дата перегляду: 7.04.2023.
5. Система экологической сертификации DGNB (Deutsche Gesellschaft fuer nachhaltiges Bauen). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://blog.ncd.com.ua/ru/sistema-jekologicheskoy-sertifikacii-dgnb-deutsche-gesellschaft-fuer-nachhaltiges-bauen/> Назва з екрана. – Дата перегляду: 7.04.2023.
6. Стандарти серитфікації будівель з енергоефективності: LEED, BREEM, DGNB та інші. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://advansys.ua/baza-znan/standarty-seritfikacii-zdaniij-po->

## ОГЛЯД СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН ДЛЯ ЗЕЛЕНОГО ДАХУ

*Савченко Олена Олексіївна*

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
o.savchenko@i.ua*

За даними ООН понад 50% усього світового населення живуть у містах [1]. Населення віддає перевагу містам через сучасну інфраструктуру, кращі умови працевлаштування та вищий рівень охорони здоров'я. На 2020 рік у світі налічується 81 місто з населенням понад 5 млн. людей, з яких 33 мегаміста з населенням понад 10 млн. жителів. І хоча такі урбанізовані території займають лише до 6% земної поверхні, проте вони створюють низку екологічних проблем. Так, через високу щільність населення рівень споживання природних ресурсів у містах дуже високий. Через надмірну експлуатацію природних ресурсів, деякі міські райони мають дефіцит питної води, деякі відключення електроенергії, тощо. Через незаплановану урбанізацію та велику густину населення міські райони сильно перевантажені, що призводить до відсутності відкритих просторів та зелених насаджень для парків, ігрових майданчиків, а відповідно відсутності чистого повітря для гри та відпочинку. Повітря міських районів забруднюється внаслідок впливу антропогенної діяльності, великої кількості автомобілів, наявності промислових підприємств, тощо [2].

Використовуючи зелені дахи у міському господарстві, можна досягти екологічної, соціальної та економічної стійкості будівель у містах, оскільки вони сприяють пом'якшенню екологічних проблем, покращенню естетики та міської психології. Більшість зелених дахів у світі сьогодні створені для забезпечення привабливих зелених насаджень, зменшення ефекту міського теплового острова, управління потоками зливних вод або для економії енергії на потреби систем опалення та охолодження. Насправді, зелені дахи можуть також забезпечити "сільськогосподарські угіддя" для місцевого виробництва овочів та продуктів харчування. Вирощування продуктів харчування на дахах, крім екологічних переваг зелених дахів, мають додаткові соціальні переваги, зокрема збільшення продовольчої забезпеченості та створення додаткових робочих місць для громади [3]. Тому, через стрімко зростаючий інтерес до міського сільського господарства з'являється нова форма зелених дахів – землеробство на дахах, тобто вирощування рослин та плодів на відповідних

даху у густонаселених районах, яке вирішує проблеми урбанізації та знищення родючих ґрунтів у містах [4].

Зелена покрівля – це складна багатошарова конструкція, верхній шар якої утворений рослинністю [5]. До основних шарів зеленого даху належать будівельна основа, гідроізоляційний шар, антикореневий бар'єр, захисний шар, дренажний шар, фільтруючий шар, субстрат для росту рослин та власне рослинність. Залежно від етапів облаштування настилу, кількості ґрунту і видів рослин зелені дахи бувають інтенсивні, напівінтенсивні та екстенсивні дахи [6].

Залежно від розміру зеленого даху, свіжу продукцію можна продавати місцевому бізнесу та ресторанам. Продукція з невеликих зелених дахів може задовольнити потреби у свіжих рослинах мешканців будівлі. При вирощуванні їжі на дахах, її вартість зменшується через зменшення витрат на транспортування продукції до споживачів. Через скорочення шляху транспортування їжі, зменшується кількість шкідливих викидів у довкілля. Продукція на зелених дахах може мати більш високий рівень контролю щодо підживлення та пестицидів, що означає, що споживачі можуть бути впевнені в кращій якості органічної продукції.

Вибір правильних рослин має вирішальне значення для успіху вирощування сільськогосподарських рослин на зеленому даху. Вибрані рослини повинні відповідати типу даху, а, відповідно, глибині ґрунтового шару. Завжди найкраще вибирати витривалі рослини з низьким рівнем технічного обслуговування, які можуть виживати переважно на дощовій воді і не потребують особливих потреб у зрошенні чи харчуванні. Основною вимогою до рослин є стійкість до кліматичних умов конкретного розташування та географічного регіону [7].

При землеробстві на дахах практикується вирощувати рослини як безпосередньо на даху так і контейнерах, горщиках або поліетиленових пакетах, що встановлюються на покрівлі даху. Листяні овочі можна побачити як у горщиках, так і на грядках, тоді як для вирощування овочів використовують додаткові ємності для ґрунту. Домінуючими овочами, що вирощують на дахах є помідори, коріандр, цибуля, часник, баклажани, горох, листові овочі, капуста, цвітна капуста, гарбуз, також спостерігаються деякі рослини цитрусових, лайм, м'ята та квасоля.

Листові овочі є найбільш вирощуваними рослинами, які постійно тримають дах зайнятим та зеленим. Оскільки листові овочі найчастіше є низькими рослинами з неглибоком корінням, то їх доцільно висаджувати на екстенсивних та напівінтенсивних зелених дахах. Найпоширеніші представники листових овочів, які використовуються на зелених дахах представлені нижче.

Орегано добре росте на сонячних ділянках на зволжених, пухких, добре дренованих ґрунтах. Коренева система орегано гілляста, часто повзуча. Орегано в сушеному і свіжому вигляді використовується як приправа в кулінарії, масло орегано - в парфюмерно-косметичній промисловості вживають для ароматизації туалетного мила, одеколонів, зубних паст і помад, використовують також в гомеопатії. Орегано потребує незначного обслуговування. Забезпечуючи чудовий ґрунтовий покрив, орегано дає привабливі багаті пилком квіти, який обожнюють комахи.

Петрушка є морозостійка рослина, тому свіжу зелень можна отримувати з ранньої весни до пізньої осені. Для вирощування петрушки підходять сонячні місця, захищені від холодних північних вітрів, без застою дощової води. Петрушка росте майже на всіх типах ґрунтів, коренева система листової петрушки поверхнева розгалужена. Під час сходження насіння потребує поливання. Петрушка використовується як приправа в кулінарії.

Шпинат добре росте на освітленому сонцем місці у дренованому ґрунті. Шпинат є вологолюбною рослиною, тому так важливо забезпечити йому правильний і своєчасний полив. Деякі сорти шпинату є стійкими до холоду, що дозволяє споживати його до пізньої осені, вони не потребують значного обслуговування. Коріння рослини знаходяться близько до поверхні ґрунту. Шпинат використовується в кулінарії, застосовується як при приготуванні салатів, так і в якості складової частини різноманітних страв.

Базилік любить відкриті сонячні ділянки, захищені від сильних холодних вітрів. Базилік вологолюбний, тому ґрунт потребує періодичного поливання. Коренева система у базиліка поверхнева розгалужена. Існує сорт базиліка ізраїльської селекції, що вирізняється витривалістю до високих і низьких температур та відсутності вологи. Сьогодні цю траву вирощують по всьому світу та використовують у кулінарії як харчові прянощі.

Коріандр любить яскраве сонячне світло, пухкий та добре дренований ґрунт. Вимоги до поливу помірні. Рослини коріандру мають стрижневу кореневу систему. Корінь тонкий, невеликий, веретеноподібний. Квіти коріандру приваблюють бджіл, рослина є чудовим медоносом. Насіння коріандру є сировиною для кулінарного, пивоварного, кондитерського та лікерного виробництва, використовується як добавка для поліпшення аромату та смаку різних лікарських препаратів. Листя та насіння коріандру використовуються в медицині.

Для вирощування м'яти використовують сонячні ділянки з вологим ґрунтом. М'ята потребує періодичного поливання. Кореневище у м'яти перцевої горизонтальне, розгалужене, з тонким корінням. М'ята – цінний медонос, квіти м'яти приваблюють комах. Рослина м'ята дуже популярна в кулінарії як приправа та як інгредієнт фруктових і овочевих салатів, змішаних

напоїв. Перцеву м'яту використовують для виготовлення лікарських препаратів.

Листовий салат — однорічна холодостійка рослина, яку можна вирощувати весь сезон. Листовий салат потребує великої кількості сонячного світла та пухкого помірно-вологого ґрунту. Салат вологолюбний, але надмірні поливи можуть спровокувати його захворювання. При нестачі вологи рослина швидко стрілкує і формує малу листову масу. Коренева система рослини розгалужена та розташовується у верхній частині ґрунту. Листя салату використовуються в кулінарії.

Шніт-цибуля - це багаторічна рослина, яка є дуже стійкою до холодів і заморозків, відмінно може зимувати у відкритому ґрунті. Шніт-цибуля дуже любить вологу, тому її необхідно регулярно поливати. Коренева система у цибулі-шніт мичкуватого типу, складається з дрібних цибулин, що ростуть від кореневища. Шніт-цибуля є відмінним медоносом, у її квітках завжди є багато нектару. Використовується в кулінарії.

Отже, наявність сільськогосподарських рослин на зеленій покрівлі дозволяє знизити температуру повітря у містах, викиди парникових газів і навантаження на систему дощової каналізації. Крім того, влаштування зеленої покрівлі може змінити мікроклімат приміщень під покрівлею, а відповідно зменшити енергоспоживання системами опалення та охолодження. Влаштування дахового господарства дозволяє збільшити продовольче забезпечення населення свіжими сільськогосподарськими рослинами та створити додаткові робочі місця для громади. При даховому землеробстві доцільно використовувати листові овочі, такі як орегано, петрушка, шпинат, базилік, коріандр, м'ята, салат і шніт-цибуля, оскільки вони потребують великої кількості сонячного світла та помірного поливу, мають розгалужену кореневу систему, що розташована у верхній частині ґрунту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Kumar, J. R., Natasha, B., Suraj, K.C., Kumar, S. A., Manahar, K. (2019) Rooftop farming: an alternative to conventional farming for urban sustainability. *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture*, 3(3), 12-16.
2. Hui, S. C. M. (2011) Green roof urban farming for buildings in high-density urban cities. Invited paper for the Hainan China World Green Roof Conference 2011 18-21 March 2011, Hainan, China, 1-9.
3. Proksch, G. (2011) Urban rooftops as productive resources rooftop farming versus conventional green roofs. *ARCC 2011 - Considering Research: Reflecting upon current themes in Architectural Research*, Detroit, MI, 20-24 April 2011, 12 p.
4. Kumar, V., Ansari, M. T., Ramjan, Md., Angami, T., Shankar, K. (2019) Rooftop vegetable garden- a new concept of urban agriculture. *Agriculture & food*:



e-Newsletter, 1(4), 109-112.

5. Savchenko, O. (2021) A review of energy saving and energy effective roofings. *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej seria Budownictwo*, 27(1), 70–76.

6. Ezema, I. C., Ediae, O. J., Ekhaese, E. N. (2016) Prospects, barriers and development control implications in the use of green roofs in Lagos State, Nigeria, *CJRBE*, 4(2), 54 – 70.

7. Sarkar, A. N. (2018). Selection of plants for vertical gardening and green roof farming. *International research journal of plant and crop sciences*, 4 (3), 132-153.

## **ПОРІВНЯННЯ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ТА НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ВІД ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ**

*Сатін Ігор Валентинович<sup>1,2</sup>, Панченко Олена Сергіївна<sup>1</sup>,  
Фляшовський Вадим Анатолійович<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Державне підприємство «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства», [satin@nikti.org.ua](mailto:satin@nikti.org.ua),*

*<sup>2</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури*

Національна нормативно-правова база щодо поводження з відходами в останні роки проходить етап інтенсивних змін з наближення до законодавства ЄС. Варто зазначити, що нормативно-правова та законодавча база України в сфері поводження з відходами має достатньо розгалужену низку документів різних рівнів.

На даний час у більшості міст України відсутні нормативно-правові перепони в реалізації створення ефективної системи управління відходами за стандартами ЄС за наступними напрямками: планування управління відходами, здійснення підготовчих робіт, забезпечення збирання та вивезення відходів, роздільне збирання відходів, створення об'єктів оброблення відходів, видалення відходів на полігоні, забезпечення звітності та участі громадськості. Хоча, в той же час не реалізовано принцип розширеної відповідальності виробника, що зменшую привабливість інфраструктурних проектів для інвесторів, як вітчизняних, так і закордонних.

Що стосується нормативно-правової бази поводження з біовідходами та відходами від зелених насаджень, простежується така ж сама тенденція. На цей час є нормативно-правові підстави для створення та реалізації системи управління біовідходами в містах України за стандартами ЄС, але відсутні державні стандарти з визначення якості компосту, технологічні регламенти з компостування.

20 червня 2022 р. ухвалено законопроект №2207-1-д «Про управління відходами». Відповідний закон №2320-IX набирає чинності з 9 липня 2023 року. Документ є фундаментом для побудови циркулярної економіки, заснованої на відновленні та раціональному споживанні ресурсів, яка сьогодні є частиною Європейського зеленого курсу. Його було розроблено відповідно до вимог Директиви 2008/98/ЄС про відходи та Директиви Ради 1999/31/ЄС щодо захоронення відходів.

Зокрема, передбачено впровадження в національне законодавство основних європейських принципів поводження з відходами: запровадження ієрархії управління відходами, основні вимоги до розширеної відповідальності виробника, введення системи довгострокового планування управління відходами на національному, регіональному та місцевому рівнях. Впровадження Національного переліку відходів сприятиме гармонізації переліку відходів з європейським та буде застосовуватися в системі обліку та звітності у сфері управління відходами.

Законопроект встановлює порядок збирання, вивезення та оброблення муніципальних відходів, забезпечує впровадження їх роздільного збирання та рециклінгу, передбачає вимоги до якісного надання послуги з управління відходами та нарахування плати за таку послугу.

Закон «Про управління відходами» наблизить вітчизняне законодавство до законодавства Європейського Союзу.

Порівняння європейського та національного законодавства у сфері поводження з відходами від зелених насаджень наведено у табл. 1.

За результатами порівняння можна зробити висновок, що на даний час поняття «відходи від зелених насаджень» в Україні не закріплено на законодавчому рівні.

*Таблиця 1*

**Порівняння європейського та національного законодавства у сфері поводження з відходами від зелених насаджень**

Європейські директиви	Положення щодо відходів від зелених насаджень	Українські нормативні документи, зміст яких відображає положення Директив ЄС	Положення щодо відходів від зелених насаджень
Директива Європейського парламенту і Ради 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року про відходи та	«біовідходи» означає біорозкладні садові та паркові відходи, харчові та кухонні відходи домогосподарств,	Відсутні щодо біовідходів, відходів від зелених насаджень.	

<p>про скасування деяких директив</p>	<p>установ, ресторанів, гуртової торгівлі, їдалень, закладів громадського харчування і роздрібно торгівлі, а також порівнянні відходи харчопереробних підприємств.</p> <p style="text-align: center;"><b>Стаття 22.</b></p> <p><b>Біовідходи</b> передбачає наступне для держав-членів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ щоб біовідходи або розділялися та піддавалися рециклінгу в джерелі утворення, або збиралися роздільно і не змішувалися з іншими видами відходів.</li> </ul> <p>Держави-члени можуть дозволити, щоб відходи з подібною придатністю до біорозкладання та компостування, які відповідають належним європейським стандартам або будь-яким еквівалентним національним стандартам до пакування, придатного до відновлення шляхом компостування та біорозкладання, збиралися разом із біовідходами.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Держави-члени вживають заходів для:</li> </ul>	<p><b>Закон «Про управління відходами», який набере чинності 09.07.2023 р.</b></p>	<p><b>біовідходи</b> – відходи, що мають властивість піддаватися анаеробному або аеробному розкладу, такі як відходи харчових продуктів або відходи харчової промисловості на всіх етапах виробництва та споживання, відходи від зелених насаджень.</p> <p><b>Стаття 31. Права та обов'язки утворювачів побутових відходів</b></p> <p>1. Утворювачі побутових відходів мають право:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) одержувати у встановленому порядку повну та достовірну інформацію про безпечність об'єктів оброблення побутових відходів;</li> <li>2) самостійно шляхом компостування обробляти біовідходи на присадибних, дачних і садових ділянках згідно з правилами, встановленими центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері житлово-комунального господарства.</li> </ol>
---------------------------------------	---	--	--

	<p>(a) заохочення рециклінгу, включаючи компостування та ферментування, біовідходів у такий спосіб, який забезпечує високий рівень охорони довкілля, і вихідний матеріал якого відповідає стандартам високої якості;</p> <p>(b) заохочення домашнього компостування; та</p> <p>(c) просування використання матеріалів, вироблених з біовідходів.</p>		
<p>Директива Ради 1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 р. «Про захоронення відходів» із змінами і доповненнями, внесеними Регламентом (ЄС) 1882/2003</p>	<p>Передбачає зменшення захоронення біорозкладних відходів</p>	<p>Відсутні щодо біовідходів, відходів від зелених насаджень.</p> <p><b>Закон «Про управління відходами», який набере чинності 09.07.2023 р.</b></p>	<p><b>Стаття 6.</b> Роздільне збирання відходів у населених пунктах здійснюється для таких видів відходів, як папір і картон, пластик, скло, метал. <b>При цьому створюються умови для забезпечення роздільного збирання біовідходів, текстилю, небезпечних відходів у складі побутових та інших видів відходів, що підлягають роздільному збиранню.</b></p> <p><b>Стаття 40.</b> Передбачено зменшення захоронення біорозкладних відходів шляхом Розробки Національної програми</p>

			<p>зменшення захоронення біовідходів, що затверджується Кабінетом Міністрів України.</p> <p>Національна програма зменшення захоронення біовідходів може бути складовою Національного плану управління відходами.</p>
--	--	--	--

Управління відходами інфраструктури населених пунктів зараз в Україні здійснюється на таких же засадах як і управління побутовими відходами. До відходів інфраструктури населених пунктів належать відходи об'єктів благоустрою населених пунктів (сади та парки, кладовища, ринки тощо), включаючи відходи від зелених насаджень (гілля, опале листя) та вуличний змет.

Поняття «відходи від зелених насаджень» та питання управління цим видом відходів будуть введені в українське законодавство при набранні чинності 09.07.2023 р. Закону України «Про управління відходами» в якості складової біовідходів. Утворювачі біовідходів зможуть самостійно шляхом компостування обробляти біовідходи на присадибних, дачних і садових ділянках згідно зі встановленими центральним органом виконавчої влади правилами.

Крім того, вищеназваним законом передбачено зменшення захоронення біорозкладних відходів, що повністю відповідає вимогам Директиви Ради 1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 р. «Про захоронення відходів» із змінами і доповненнями, внесеними Регламентом (ЄС) 1882/2003.

Даний аналіз виконано на підставі Договору № 10/1 від 03.10.2022 р. «Аналіз діючої системи поводження з відходами: п. 1.1 Аналіз діючої системи поводження з відходами в м. Ужгород та п. 2.1. Аналіз поводження з відходами, котрі підлягають біологічному розкладу, м. Ужгорода» в рамках реалізації проекту «Внесок у стале поводження з муніципальними відходами у м. Ужгород» між Державним підприємством «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства» (м. Київ) та Управлінням міжнародного співробітництва та інновацій Ужгородської міської ради Закарпатської області. в рамках реалізації проекту «Внесок у стале поводження з муніципальними відходами у м. Ужгород», грантова угода НАКОРА E-UKR.1-20 від 14.11.2020 р.

Автори публікації висловлюють подяку начальнику Управління

міжнародного співробітництва та інновацій Ужгородської міської ради Вікторії Тарахонич за надання дозволу на використання результатів, які отримано під час виконання аналізу.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВИДІВ МІСЦЕВОЇ ФЛОРИ ЗАДЛЯ ПОПОВНЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЗЕЛЕНИХ КОНТРУКЦІЙ**

*Ткаченко Тетяна Миколаївна, Василенко Наталія Миколаївна,  
Пількевич Алексій-Ольгерд Владиславови, Прокопенко Іван Олександрович  
Київський національний університет будівництва та архітектури,  
tkachenkoknuba@gmail.com*

Використання зелених технологій у сучасному будівництві вважається перспективним напрямком у більшості розвинених країн світу. У відомих зелених стандартах LEED, BREEAM, DGNB, використання зелених технологій приносить додаткові бали будівлям і підвищує рівень отриманого сертифікату.

До сучасних зелених технологій відносяться і зелені конструкції: зелені покрівлі, зелені тераси, вертикальне озеленення, зелені дощові сади, екопарковки, зелені схили тощо. Використання цих конструкцій вже давно вийшло за межі декоративно-естетичного контексту. Сучасні зелені конструкції виконують екологічну, економічну та соціальну функції, завдяки чому вони вирішують проблеми не тільки однієї окремої будівлі, а всього урбоценозу [1,2].

Біорізноманіття сучасних урбоценозів суттєво збіднено антропогенно-техногенним навантаженням. Велика кількість штучних асфальто-бетонних територій, магістралей та щільна забудова призводять до скорочення озелених територій та збіднення біорізноманіття.

Тому важливим аспектом озеленення сучасних міст є максимальне використання всіх штучних поверхонь урбоценозів: дахів, стін, прилеглобудинкових територій, трамвайних колій, придорожніх смуг, схилів, парковок тощо [3].

Зараз вже існують так звані «коричневі» покрівлі, основна функція яких пов'язана із збереженням біорізноманіття. Через невелику площу, роль зелених дахів у захисті біорізноманіття, мабуть, більш важлива для організмів, яким необхідний невеликий ареал проживання, таких як безхребетні або рослини. Рослини є основним трофічним рівнем таких екосистем, а дикі види особливо підходять для різноманітності міської фауни. [4]. Дикі рослини можуть спонтанно колонізувати зелені дахи і таким чином зберігаються та поширюються в межах міського ландшафту. Дикі рослини також можуть відігравати важливу роль в екосистемах зелених дахів, оскільки вони, як

правило, є місцевими і можуть бути основою харчового ланцюга для місцевих видів-фітофагів та запилювачів [5].

Вважається, що інтенсивні зелені дахи, які мають більш глибокий шар субстрату, в якому затримується більше вологи та поживних речовин, є більш біорізноманітними в порівнянні з екстенсивними, які мають мілкий шар субстрату та мало затримують вологи, через що рослини страждають від посухи. Сучасні дослідження свідчать про можливість підвищення біорізноманіття вже озелених дахів за допомогою правильно підбраного складу субстрату, до якого обов'язково повинен входити місцевий ґрунт [6]. Нанесення місцевого ґрунту на зелені дахи значно збільшує біорізноманіття штучного біогеоценозу стійкими місцевими видами рослин. На рисунках 1, 2 представлені випадки анемохорного поширення видів місцевої флори на дахах (рис.1) та стінах (рис.2) будівель. У центральній та південно-східній Україні відзначається природне заростання покрівель будинків березою, а вертикальних конструкцій диким виноградом.

Використання групи несудинних рослин, мохоподібних, у конструктивних елементах все ще дуже обмежене. Хоча багато авторів вважають мохи перспективною групою для озеленення покрівель будинків, що перебувають у тіні [7].

Згідно з недавніми дослідженнями, тип несудинних рослин, мохоподібних, як і мохів, відіграє важливу роль у нейтральності CO<sub>2</sub> в атмосфері. Цей тип несудинної рослинності адаптується до різних субстратів за рахунок екологічних взаємодій з ґрунтовими мікроорганізмами, у тому числі з кам'яними породами [8].

Але з економічної точки зору використання цих типів організмів досліджено мало, що робить проектування з ними зелених покрівель ще обмеженим.



**Рис.1. Приклад розповсюдження видів місцевої флори на дахах будівель.  
Фото Пількевича А.-О.**



**Рис.2. Приклад розповсюдження видів місцевої флори на стінах будівель. Фото Пількевича А.-О.**



**Рис.3. Приклад поширення моху на даху. Фото Василенко Н.**

Таким чином, стійкі види рослин місцевої флори можуть значно розширити асортимент декоративних рослин зелених покривель та вертикального озеленення, що позитивно впливає на заростання зелених конструкцій та сприяє збільшенню біорізноманіття.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Ткаченко Т.М., Ткаченко О.А. Сучасний стан використання «зелених конструкцій» в урбоценозах/Збірник наукових праць Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – Вип.№1, 2019 (15): ДонНАБА (Краматорськ). – С.3.30.

2. Tkachenko T., Mileikovskiy V. Capturing Carbon Dioxide from Human-Driven Vehicles by Green Structures for Carbon Neutrality/3rd International Symposium of Earth, Energy, Environmental Science, and Sustainable Development 27/08/2022 - 28/08/2022 Depok, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol. 1111, Article ID 012056. <https://10.1088/1755->



1315/1111/1/012056

3. Tkachenko T., Hlushchenko R. and Tkachenko O. Green structures for effective rainwater management on roads/ Production Engineering Archives. 2022. Vol. 28. Iss. 4. P. 295–299. <https://doi.org/10.30657/p.2022.28>.

4. Madre Frédéric, Vergnes Alan, Machon Nathalie, Clergeau Philippe Green roofs as habitats for wild plant species in urban landscapes: First insights from a large-scale sampling/Landscape and Urban Planning. Volume 122, February 2014, Pages 100-107. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.11.012>

5. Tonietto Rebecca, Fant Jeremie, Ascher John, Ellis Katherine, Larkin Daniel A comparison of bee communities of Chicago green roofs, parks and prairies/ Landscape and Urban Planning. Volume 103, Issue 1, 30 October 2011, Pages 102-108. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.07.004>

6. Van den Kolk Henk-Jan, Van den Berg Petra, Van Veen Thijs, Bezemer Martijn Substrate composition impacts long-term vegetation development on blue-green roofs: Insights from an experimental roof and greenhouse study/ Volume 186, January 2023, 106847. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106847>

7. Barata Pinto Dina, Castro-Gomes João Waste subtracts and nutrients as ingredients for vegetation growth in construction materials – A review/ Cleaner Engineering and Technology. Volume 10/ 2022. 100548. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100548>

8. P. Julinova & D. Beckovsky Perspectives of moss species in urban ecosystems and vertical living-architecture: A review/ Advances in Engineering Materials, Structures and Systems: Innovations, Mechanics and Applications – Zingoni (Ed.). 2019 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-1-138-38696-9

## **ОЦІНКА КЛІМАТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В УМОВАХ "ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА**

***Таран І.О., Приймак Д.О.***

*магістри кафедри технології захисту навколишнього середовища та охорони праці Київського національного університету будівництва і архітектури*

Дотримання порядку денного сталого розвитку в будівельній галузі при післявоєнній відбудові країни потребує впровадження засад «зеленого будівництва» на всіх етапах життєвого циклу - від виробництва будівельних матеріалів, різних стадій будівництва до знесення об'єкту і утилізації. Будівельна галузь та будівельний сектор також відповідають за значну частку викидів парникових газів у всьому світі. Хоча будівельний сектор відповідає за майже 28% загальносвітових викидів CO<sub>2</sub>, пов'язаних з енергією, будівництво будівель вимагає ще 11% загальних викидів CO<sub>2</sub> Ретроспективний

прогноз періоду між 2010 та 2017 роками підтверджує такі оцінки, оскільки загальне споживання енергії зросло більше ніж на 5%, що дорівнює 6 ЕД [1,2]. За існуючими підрахунками закордонних авторів – експлуатація зелених будівель порівняно з традиційними спорудами є економічно вигідною, оскільки на 25% знижується при цьому затрати на електроенергію, на 30% знижуються потреби у водопостачанні, зниження витрат на обслуговування будівлі за рахунок більш високого рівня якості сучасних засобів управління, ефективного контролю та оптимізації роботи всіх систем. Принципи «зеленого» будівництва також призведе до очікуваного посилення екологічного законодавства, яке пов'язано з обмеженням викидів вуглецю.

Для впровадження засад «зеленого будівництва» при відбудові зруйнованих об'єктів, реконструкції та забудови нових територій, як того вимагають сучасні світові системи екологічної сертифікації, виникає потреба у оцінці великої кількості кліматичної інформації для прогнозного передбачення наслідків впровадження новітніх технологій ще на проектній стадії будівництва.

Мета нашої роботи – здійснити аналіз джерел кліматичної інформації для використання її на різних стадіях проектних розробок.

Зазвичай при оцінці впливу на навколишнє середовище згідно з Законом України «Про оцінку впливу на довкілля» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст.315) зі змінами та доповненнями робиться оцінка будівельного об'єкту за кліматичною інформацією за ДСТУ «Будівельна кліматологія» [3,4]

При цьому кліматичні дані беруться з державної системи моніторингових спостережень України. Але при цьому збір потрібних кліматичних даних потребує деякого часу, що можна уникнути скориставшись базою місцевих статистичних даних за період з 1979-2020 року Copernicus [5].

Скориставшись даними цієї системи було оцінено кліматичні дані м. Львів, окремі результати такої оцінки представлено на рис.1.

Можливості входу в банк даних і інструменти обробки цих даних представлено на рис.2

Для прогнозних оцінок та складання кореляційних зв'язків широко в світі використовується програмне забезпечення Python [6]. Python є мовою програмування з відкритим вихідним кодом, яка містить динамічні типи даних, має багато інтерфейсів для кількох віконних систем, а також використовується як мова розширення для додатків, яким потрібен програмований інтерфейс із можливістю запуску в Linux, Windows і MacOS. При цьому при вирішенні різних практичних завдань, як наприклад, прогнозного впливу зелених конструкцій на мікроклімат територій забудови, застосовується програмне забезпечення MATLAB, що дозволяє маніпулювати матрицею кліматичних даних та будувати графіки функцій, а також створювати інтерфейси з

програмами, створеними іншими мовами до кількох пакетів у MATLAB. Іншими словами, це повнофункціональне технічне обчислювальне середовище, яке дозволяє проводити дослідження в багатьох галузях, в тому числі при впровадженні нових технологій «зеленого будівництва». В подібних дослідженнях MATLAB виступає як інтерфейс до використання маніпуляцій з результатами Microsoft Excel, імпортуючи та експортуючи результати.

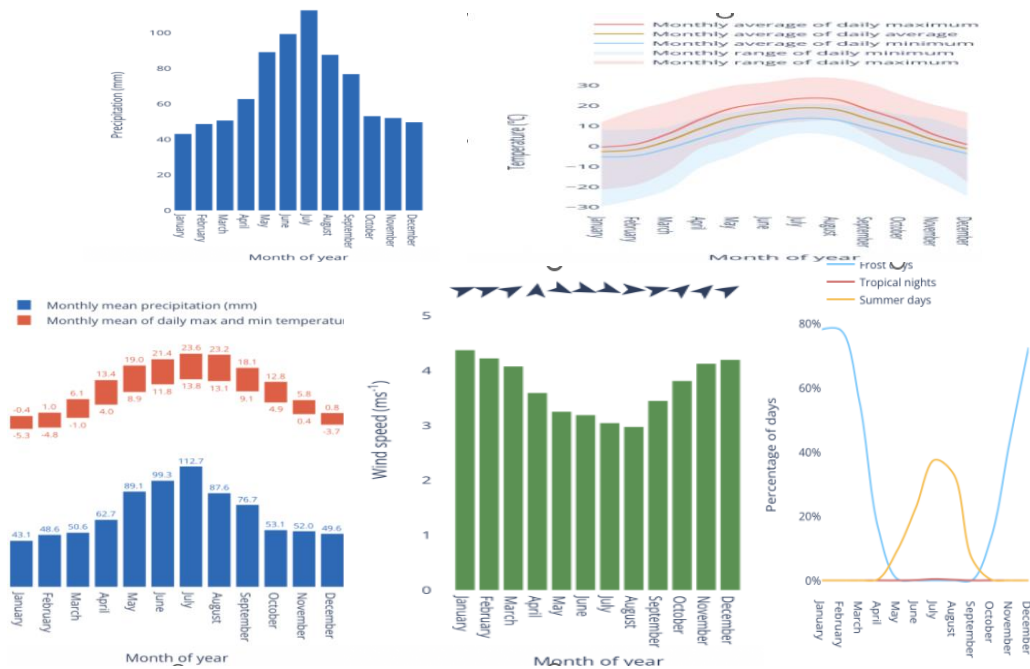


Рис.1. Кліматичні характеристики м. Львів У 1981-2010 роках на підставі бази Copernicus [5]: середньодобові максимальні та мінімальні температури для кожного місяця року, типові місячні суми опадів - усе це усереднено за базовий період, середньомісячні і середньодобові температури, середні швидкість вітру та інш.



Рис.2. Послідовність входу в банки даних та вибір інструментів для їх обробки

Новий інструмент для гнучкого просторового і часового аналізу прогнозованого клімату - змінити інформацію. Інтеративний атлас IPPC .

KNMI Climate Explorer – це інструмент для дослідження клімату, який дозволяє роботи різні операції з банками даних, як то співвідносити з іншими даними та генерувати з них похідні дані [7].

Треба зазначити, що для попереднього дослідження впровадження зелених технологій можна використовувати програмне середовище OriginPro, що являє собою промисловий стандарт для збору та візуалізації даних, отриманих під час різних експериментів, зокрема експериментів, що проводяться в фізичних лабораторіях [8].

Таким чином, підсумовуючи наші дослідження щодо обробки кліматичних даних, слід зазначити, що на передпроектній та проектній стадії впровадження нових технологічних рішень «зеленого будівництва» на територіях, які відбудовуються воєнних дій в Україні необхідно застосовувати сучасні світові бази кліматичних даних з відповідним програмним забезпеченням для прогнозування можливих шляхів поліпшення мікроклімату даних територій.

## ЛІТЕРАТУРА

1.Fay,R.;Treloar,G.:Lyer-Raniga,U.Life-Cycle Energy Analysis of Building: A Case Study. Build.Res.Inf.2000,28,31-41[CrossRef].

2.Tokbolat, S.;Karaca, F.; Durdyev,S.;Nazirov,F.;Aidyngaliyev,I. Assessment of green practices in residential buildings: A survey-based empirical study of resident in Kazakhstan. Sustainability (Switzerland) 2018,10,4383 [CrossRef].

3.Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст.315) - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>

4.ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія

5. Copernicus - <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/software/app-era5-explorer>

6.Climate Change Impact on Nuclear Power Production 9/23/2020 <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/344707/masterthesis-abdallahabashy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7/ Climate Explorer - [Climate Explorer: Starting point \(knmi.nl\)](https://climateexplorer.knmi.nl/)

# МОЖЛИВІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА ДЛЯ УКРАЇНИ У РАМКАХ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ЗЕЛЕНОЇ УГОДИ

*Ткаченко Тетяна Миколаївна, Булава Олена Сергіївна  
Київський національний університет будівництва та архітектури,  
tkachenkoknuba@gmail.com*

Будівельна галузь, як фондоутворювальна галузь економіки, посідає особливо вагомe місце у споживанні енергетичних ресурсів. На цю галузь припадає майже 40 % в загальних обсягах споживання енергії. Зміни клімату, зумовлені діяльністю людини, несуть з собою катастрофічні загрози існуванню людства [1].

Будівництво вважається однією з найнебезпечніших для планети сфер — щороку на нього припадає 28% викидів вуглекислого газу, а загалом будинки в процесі свого існування генерують 40% від усього обсягу шкідливих речовин. Несприятливо на довкілля впливають і самі матеріали, шкода яких щороку оцінюється в 11% від усіх викидів. Найбільша небезпека походить від бетону і сталі — через наявність у складі матеріалів вуглецю при їх нагріванні викидається велика кількість парникових газів [2].

В Парижі у 2015 році лідери світових держав домовилися обмежити підняття глобальної температури до кінця століття значно нижче 2 °С та вжити заходи для обмеження її підвищення на 1,5 °С [3].

У 2021 році Євросоюз прийняв ще більш амбітнішу програму – Європейський зелений курс для досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. Ключовими напрямками ЄЗК є чиста енергія, кліматична дія, будівництво та реновація, стійка промисловість, стійка мобільність, зменшення забруднення довкілля, біорозмаїття, стійка аграрна політика (Стратегія «Від лану до столу»). Незважаючи на те, що Україна не є членом ЄС, вона активно співпрацює з європейськими країнами в напрямку зелених технологій, наприклад, з Німеччиною щодо постачання зеленого водню [4].

Реалізація Зеленого курсу в Україні має позитивним чином вплинути на енергетичний баланс та забезпечити розвиток сектору, зокрема зважаючи на необхідність:

- створення повноцінного конкурентного середовища на енергетичному ринку України;
- зміни теплової генерації відновлюваними джерелами енергії та здійснення повноцінної трансформації вугільних регіонів, що означає поступове закриття нерентабельних підприємств з паралельним створенням у цих регіонах альтернативних робочих місць;
- забезпечення споживачів пропорційними тарифами;

- вибудовування пропорційної тарифної політики у сфері використання відновлюваних джерел енергії задля забезпечення зростання частки відновлюваної енергетики та збереження сприятливого інвестиційного клімату у цій сфері;

- збереження високої частки атомної генерації, враховуючи при цьому необхідність забезпечення дотримання граничних термінів експлуатації, безпеки і попередження техногенних ризиків.

У період війни з РФ Україна дотримується взятих зобов'язань щодо скорочення загального обсягу викидів. Зокрема, оператори ТЕС, ТЕЦ та великих котельнь, які розташовані на підконтрольній території України і мають зобов'язання стосовно щорічного планового скорочення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, минулого року здійснили емісію 40,1 тис. т пилу, 203,7 тис. т діоксиду сірки та 34,5 тис. т оксидів азоту, що відповідно на 47,1%, 43,3% та 56,1% менше дозволених граничних обсягів. Подальше виконання НПСВ тісно пов'язане з реалізацією програм комплексної модернізації спалювальних установок і спорудженням нових генеруючих потужностей, що замінять застарілі виробничі фонди [5].

Також Уряд схвалив приєднання України до Партнерства з імплементації статті 6 Паризької угоди [6]. Цю міжнародну ініціативу започаткувало Міністерство навколишнього середовища Японії на 27-ій Конференції ООН зі зміни клімату. Після анонсування ініціативи свою зацікавленість щодо участі висловили 40 країн і 23 міжнародні установи. Приєднання України до міжнародної ініціативи з імплементації статті 6 Паризької угоди сприятиме досягненню глобального скорочення викидів парникових газів і одночасно дозволить нашій державі залучити додаткове фінансування для повоєнного зеленого відновлення [7].

В ЄС є чітке усвідомлення того, що саме регіони та міста відіграють життєво важливу роль у досягненні національних та загальноєвропейських кліматичних та енергетичних цілей. Саме вони є головними виконувачами Європейського зеленого курсу. Його успіх значною мірою залежатиме від спроможності місцевих та регіональних органів влади втілювати в життя політику, ухвалену на європейському рівні, а також від спроможності національних урядів та установ ЄС розуміти і враховувати конкретні потреби кожного регіону, кожної території.

Тому сучасне та післявоєнне відновлення та будівництво в Україні повинно бути спрямовано на використання сталих енергоефективних екологічних технологій. Будівельна сфера навряд чи зможе повністю відмовитись від цементу — одного з основних матеріалів для зведення будівель. Тому в Австралії та розробили технологію безпечного для навколишнього середовища цементу. З огляду на властивість матеріалу,

фахівці з компанії Calix придумали технологію під назвою Leilac — вапняк, з якого виробляють цемент, помічатимуть у спеціальні печі, де вуглець не змішується з іншими елементами, а потрапляє в окремий резервуар і виходить із нього. Ще одним екологічним напрямком щодо декарбонізації будівництва є застосування дерева. Рішучі заходи вжили в Нідерландах — з 2025 року місцеві забудовники будуть використовувати при будівництві не менше 20% деревини або інших екологічних матеріалів. Нову технологію будівництва схвалили у Нью-Йорку, де будинки почнуть будувати з багатошарових клеєних дерев'яних панелей. Поки що нововведення торкнулося лише мало- та середньоповерхових будівель заввишки максимум близько 26 м, що відповідає 6-7 поверхам. У такий спосіб влада хоче зробити місто лідером у галузі вуглецевого будівництва.

Архітектори з американського бюро Skidmore, Owings & Merrill (SOM) хочуть будувати будівлі, що створюють ефект тяги, — схожа на трубу конструкція всередині будівлі витягуватиме з атмосфери вуглекислий газ і фільтруватиме його. Потім речовину можна буде використовувати у промислових цілях. У модулях уздовж фасаду будівлі зможуть вирощувати рослини та водорості, які можна буде використовувати як біопаливо для опалення, автомобілів та літаків. Таким чином архітектори створять безперервну циркуляцію вуглецю. За розрахунками архітекторів, один такий хмарочос здатний щорічно вловлювати до тисячі тонн вуглецю, що можна порівняти з 48,5 тис. дерев [2].

Ефективною технологією щодо відновлення та нового будівництва є зелені конструкції: зелені покрівлі, тераси, вертикальне озеленення, зелені дощові сади, екопарковки, зелені схили тощо. Використання цих конструкцій вже давно вийшло за межі декоративно-естетичного контексту. Сучасні зелені конструкції виконують екологічну, економічну та соціальну функції, завдяки чому вони вирішують проблеми не тільки однієї окремої будівлі, а всього урбоценозу. Гальмує впровадження цих сучасних технологій на будівельний український ринок відсутність державних нормативних документів щодо їхнього проектування.

Таким чином, в умовах війни актуальним напрямком розвитку будівельної галузі є декарбонізація за рахунок впровадження енергоефективних екологічних технологій зеленого будівництва, спрямованих на покращення якості будівельних матеріалів, енергоефективність, екологічність і турботу про майбутні покоління.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сердюк В.Р., Сердюк Т.В., Франишина С.Ю. Підвищення ролі будівельної галузі у сповільненні глобального потепління// Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2022. № 5. С. 6-14.

2. Мілецька Ю. Екологічні хмарочоси: Як будівельна галузь незабаром рятуватиме планету. Інтернет-ресурс. Режим доступу: <https://investory.news/ekologichni-xmarochosi-yak-budivelna-galuz-nezabarom-ryatuvatime-planetu/>. Останнє звернення: 03.04.2023

3. Паризька угода. Інтернет-ресурс. Режим доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_161#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161#Text). Останнє звернення: 03.04.2023

4. Європейський Зелений Курс. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ukraine-eu.mfa.gov.ua/posolstvo/galuzeve-spivrobotnictvo/klimat-uevropajska-zelena-ugoda>. Останнє звернення: 03.04.2023

5. Україна дотримується взятих зобов'язань щодо скорочення загального обсягу викидів. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/ukraina-dotrymuietsia-vziatykh-zoboviazan-shchodo-skorochennia-zahalnoho-obsiahu-vykydiv>. Останнє звернення: 03.04.2023

6. Паризька угода. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_161#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161#Text). Останній доступ: 03.04.2023

7. Уряд схвалив приєднання України до Партнерства з імплементації статті 6 Паризької угоди. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/uriad-skhvalyv-priednannia-ukrainy-do-partnerstva-z-implementatsii-statti-6-paryzkoj-uhody>. Останнє звернення: 03.04.2023

## РОСЛИНИ РОДУ *CRASSULACEAE* ЯК ЕЛЕМЕНТ ЛАНДШАФТНИХ ІНСТАЛЯЦІЙ ПРИ ЗЕЛеноМУ БУДІВНИЦТВІ

*Туровцева Наталя Миколаївна, Пюрко Ольга Євгенівна,  
Копилов Кирило Сергійович*

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана  
Хмельницького*

[27612761n@gmail.com](mailto:27612761n@gmail.com), [diser0303@gmail.com](mailto:diser0303@gmail.com)

Вертикальне озеленення – один з найпопулярніших і найефективніших напрямків у ландшафтному дизайні сьогодення, доступний і виразний засіб декорування територій, використання якого розширює можливості благоустрою [5,6]. Серед основних переваг вертикального декоративного



озеленення – універсальність при створенні ефекту екологічного, фізичного, соціального та психологічного комфорту [2,7].

Приклади вертикального озеленення найчастіше зустрічаються у парках та зонах відпочинку, де виконують різноманітні функції (засобо-озеленюючу, санітарно-гігієнічну, утилітарну (практичну) декоративно-естетичну та емоційно-психологічну) [8]. Згідно Солоненка В.І. [3] в ландшафтному дизайні 7 типів (груп) вертикального озеленення: рослинні вертикалі; вертикальні зелені стіни (green wall); вертикальне озеленення на опорах; ампельне озеленення; озеленення дахів; озеленення схилів; ландшафтна інсталяція (форма «Green Art»).

Ландшафтна інсталяція представляє собою поєднання сучасного мистецтва та ландшафтного дизайну. Сьогодні це дуже популярний елемент озеленення. А почалося все на початку 1900-х років як розвиток ідеї орнаментальної клумби – у парках Англії стали з'явилися тривимірні клумби. З дротяної сітки виготовляли якусь скульптуру і наповнювали її землею, потім по всій поверхні висаджували суцільно карликові клумбові рослини, а біля основи скульптури – фокусні рослини. Скульптура ніби оживала. Найбільшою популярністю користувалися скульптури як квіткових ваз. Такі клумби викликали інтерес у публіки, але квіткарі-професіонали здебільшого не прийняли цей дивний підхід, а після першої світової війни клумби-скульптури практично повністю зникли.

Але згодом фахівці переглянули своє ставлення до цього виду вертикального озеленення. Сьогодні ландшафтні інсталяції можна побачити на об'єктах озеленення всього світу. Прекрасним прикладом «Green Art» може служити парк Jesperhus (Данія), де на фоні чудових галявин і панорамних клумб можна побачити безліч елементів ландшафтно-інсталяції: качечки та змії, крокодили та метелики, ретро-машини і герої казок Ганса Християна Андерсона. Інсталяції у цьому парку здебільшого виконані з рослин сімейства *Crassulaceae*, таких як очиток несправжній (*Sedum spurium*), ехеверія витончена (*Echeveria elegans*) та деяких видів молодило (*Sempervivum*) - *Sempervivum arachnoideum*, *S. tectorum*, *S. globiferum*. Серед *Sempervivum* найбільш часто зустрічається *S. tectorum* (рис. 1).



Рис. 1. Приклади використання рослин роду *Crassulaceae* в ландшафтних інсталяціях у парку Jesperhus (Данія) (фото автора).

Родина *Crassulaceae* DC. налічує близько 1500 видів сукулентних рослин, що відносяться до 35 родів. Батьківщиною більшості з них є теплі посушливі області Африки, Мадагаскару, Центральної Америки. Ці рослини дуже підходять для контейнерного озеленення, так як у представників цієї родини все пристосовано для зберігання вологи. По-перше, це товсті листя, що мають великий запас вологи. По-друге, рослини вкриті шаром воску, який перешкоджає випаровуванню води. Часто віск надає листям сизий, голубуватий або навіть сірий відтінок [1].

Рослини роду *Crassulaceae* швидко розростаються, створюючи міцний декоративний покрив, який не потребує скошування та підстригання, що зменшує витрати на догляд [4]. Утворення декоративного ефекту в масі, відсутність ознак швидкого біологічного старіння має важливе значення для формування довгострокового декоративного покриття з різноманітним забарвленням вегетативних складових впродовж всього вегетаційного періоду, а цей аспект успішно використовується для створення ландшафтних інсталяцій.

Молодило (*Sempervivum*) - назва роду багаторічних трав'янистих рослин, що належать до сімейства товстянкових (*Crassulaceae*). Назва походить від латинського коріння «*semper*» («завжди») і «*vivus*» («живий»), що зумовлено властивостями листя рослини пристосовуватися до будь-яких умов існування. Поширене молодило повсюдно на території Європи, Північної та Західної Африки. Відомо близько 40 видів. У культурі використовують переважно 7 видів для оформлення альпінаріїв, бордюрів, групових посадок, скельних садів, а також для ландшафтних інсталяцій. Молодило покривельне (*S. tectorum*) - рослина висотою до 8-10 см, під час цвітіння досягає до 30-50 см. Розетки листя кулясті або злегка сплюснуті, широко розкриті, діаметром до 20 см. Листя м'ясисте, яйцевидно-ланцетове, зелене, часто з червоною верхівкою, по краю з густими, довгі вії. Квітки темно-або світло-пурпурові, зібрані в щиткоподібні суцвіття діаметром 20 см. Віночок квітки роздільний, складається з 13 гострих пелюсток.

Очиток (*Sedum*) – назва роду багаторічних або однорічних трав'янистих напівчагарників, що належать до сімейства товстянкових (*Crassulaceae*) і поширена в Південній Африці та Південній Америці. У природі існує близько 1450 видів. У культурі використовується в групових та бордюрних посадках й для ландшафтних інсталяцій. Очиток несправжній (*S. spurium*) – трав'янистий багаторічник з пагонами, що стеляться або піднімаються. Один із найпоширеніших і невибагливих видів седумів. Висотою до 20 см; листя м'ясисте, зворотньоно-серцеподібне або зворотньоно-клиновидне, по краю зубчасте або городчасте, темно-зелене або червонувато-зелене, зимуюче. Квітки дрібні, зібрані в кінцеві багатоквіткові зонтикоподібні щитки, рожевого, яскраво-червоного, пурпурового забарвлення.

Ехеверія (*Echeveria*) – рослина названа на честь мексиканського художника та натураліста XVIII століття Атанасіо Ечеве́ррія-і-Годой, який присвятив своє життя ілюстраціям ботанічного довідника рослин Мексики. Серед його численних зображень є і малюнки цієї рослини, яка отримала за красу форми і гладку привабливу поверхню народну назву «кам'яна троянда». Цвіте ехеверія, утворюючи високі від 5 до 30 см квітоноси з червоними, жовтими або коричневими дзвіночками на кінці. Колір пелюсток може змінюватися від жовтого до помаранчевого, залежно від погоди та рівня освітленості. Великою популярністю ехеверії користуються при облаштуванні флораріумів та мікроландшафтних композицій для інтер'єрів, в елементах вертикального озеленення: фітостінах, фітокартинах, ландшафтних інсталяціях. Ехеверія витончена (*E. elegans*) - багаторічний сукулент, що росте на північному сході Мексики. Батьківщиною квітки вважають гірський регіон Пачука та прилеглі райони у східному штаті Ідальго. Існує легенда, що корінні жителі часто вирощували цю квітку біля будинку, щоб вона відганяла злих

духів. Рослина являє собою товстолисту, щільну розетку з майже прозорого, масивного листа. *E.elegans* повільно росте. У зрілому віці квітка досягає максимальної висоти до 20 см і ширини до 30 см, ложкоподібні листкові пластини виростають до 6 см завдовжки і 2 см завширшки, іноді набуваючи блакитнуватою відтінку. Листя м'ясисте, з восковою кутикулою.

Таким чином, вище зазначений асортимент сукулентів роду *Crassulaceae* може використовуватись для ландшафтних інсталяцій як невід'ємний компонент при вертикальному озелененні та інших видах зеленого будівництва.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бредіхіна Ю.Л., Туровцева Н.М., Кобець О.В. Асортимент рослин для оформлення інтер'єрного рутарію. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 1. С. 113-118.
2. Вертикальне озеленення: секрети створення декоративних композицій. Режим доступу: <https://сад.top/Vertikalnoe-ozelenenie-ua.html>
3. Солоненко В.І., & Ватаманюк О.В. Класифікація видів вертикального озеленення в ландшафтному будівництві. *Сільське господарство та лісівництво*, 2017. № 5. С. 126-136.
4. Genera of *Crassulaceae* subfam. *Sedoideaceae*. United States Department of Agriculture. Germplasm Resources Information Network (*GRIN*), 2007. Режим доступу: <http://www.arsgrin.gov/cgi-bin/html/gnlist.pl?1764>
5. Ivanova L.A., Viracheva L. L. *Crassulaceae* family J. St.-Hil. in the collection of the Polar-Alpine Botanical Garden greenhouse. *Proc. XVIIIth International scientific and practical conference «Botany Problems of Southern Siberia and Mongolia»*. Barnaul, 2019. Vol. 1, № 18. P. 584-588. URL: <http://journal.asu.ru/bpssm/article/view/pbssm.2019123>.
6. Kuznetsova I.O., Stepanyuk T.O. Influence of main compositional artistic methods on usage of phytodesign in interior. *Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 2013. Vol. 23.18. P. 316-321 (in Ukrainian).
7. Pyurko O.E., Velcheva L.G., Arabadzhi-Tipenko L.I. Endo-adaptive mechanisms of mesophytic plants' functioning as a component of ecosystem resistance. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022/1049(1), 012071.
8. Turovtseva N.M., Kunakh O.M., Yorkina N.V., Bredikhina J.L., Golovnya A.V. Effect of Urban Park Reconstruction on Physical Soil Properties. *Ekologia Balkanica*, December 2021. Vol. 13, Issue 2. P. 57-73.

## ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ

*Фаєнко Віолетта Віталіївна*

*Криворізький факультет Національного університету  
«Одеська юридична академія», Violettk2904@gmail.com*

Вперше термін «зелена економіка» ввела група провідних вчених: Д. Піарс, А. Маркандія, Є. Барбієр у звіті Уряду Великобританії «Концепція зеленої економіки» (1989 р.) в рамках вирішення питань сталого розвитку.

Розберімося для початку із самим поняттям зеленої економіки. Зелена економіка – це економіка, яка прагне забезпечити сталий розвиток, зменшити екологічний вплив на довкілля і зберегти природні ресурси. Зелена економіка зосереджена на створенні ефективних технологій та інновацій, які допоможуть зменшити відходи, забруднення повітря, води та ґрунту, а також знизити використання невідновлюваних джерел енергії [1].

У дослідженнях міжнародної організації ЮНЕП зазначається, що концепція «зеленої економіки може вирішити поточні завдання та надати можливості для стратегії економічного розвитку всіх народів». Разом із тим, незважаючи на більш, ніж 20-річну історію цієї концепції, вона залишається відкритою для дискусії та продовжує розвиватись. Зокрема, немає узгодженості щодо визначення сутності «зеленої» економіки та «зеленого» зростання [2].

Суб'єктна структура державної політики розвитку «зеленої економіки» визначається певним набором контактних груп, що передбачає появу суб'єкт-об'єктної взаємодії, де кожен учасник проявляє свою суб'єктність через причетність до створення нової політики.

Державне регулювання у сфері «зеленої економіки» представляє собою систему дій, спрямованих на розробку та впровадження відповідної державної політики щодо реалізації мети «зеленої економіки», що полягає у формуванні, імплементації та оцінці ефективності комплексу екологічних засад господарювання для прискорення економічного розвитку та трансформаційних зрушень, та яка затверджується органами державної влади на засадах обговорення з усіма контактними групами-суб'єктами управління і конкретизується у сукупності спеціальних державних програм, планів та стратегій [3].

Законодавство зеленої екології – це сукупність законів та нормативних актів, які регулюють взаємовідносини між людиною та довкіллям з метою забезпечення сталого розвитку та збереження екологічної стійкості.

Зелена економіка в Україні, як і в будь-якій іншій країні, де вона має місце бути та розвиватися, має основні напрямки правового регулювання. До них відносять наступні:



— Законодавство про забруднення довкілля: включає закони, що регулюють викиди забруднюючих речовин, поводження з відходами та інші види забруднення довкілля;

— Законодавство про відновлювану енергетику: включає закони, що підтримують використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова, гідроелектрична та інші;

— Законодавство про охорону природних ресурсів: включає закони, що регулюють використання природних ресурсів, таких як ліси, води та мінерали;

— Законодавство про відходи: включає закони, що регулюють поводження з відходами, включаючи їх збір, транспортування та переробку;

— Законодавство про зелені інвестиції: включає закони, що підтримують інвестиції в зелені проекти, такі як відновлювана енергетика, зелені будівництва та інфраструктура.

Законодавча база регулювання розвитку зеленої економіки в будь-якій країні повинна включати стимулюючі механізми, які посилюють інтерес до відновлюваної енергетики та зеленої економіки, такі як зниження податків на зелені технології та інвестиції, встановлення квот на викиди вуглекислого газу, введення системи торгівлі викидами та інші [4].

Основні законодавчі акти, що регулюють зелену економіку, відрізняються в залежності від країни або регіону, але деякі загальні принципи можуть включати:

— Законодавство, яке визначає норми та стандарти забруднення довкілля, включаючи викиди в атмосферу, скидання стічних вод, відходів тощо;

— Законодавство, що встановлює енергетичні стандарти та регулює енергоефективність промислових, комерційних та житлових будівель;

— Законодавство, яке сприяє збереженню біорізноманіття та захисту природних середовищ, включаючи зони охорони природних заповідників та біосферних заповідників;

— Законодавство, яке регулює розвиток зеленої інфраструктури, включаючи відповідну інфраструктуру для транспорту, енергетики, водопостачання та водовідведення;

— Законодавство, що регулює створення та використання вторинної сировини та продуктів, що можуть бути використані в якості екологічно безпечних альтернатив традиційним продуктам.

Крім того, важливо встановити механізми моніторингу та контролю за дотриманням екологічних норм та стандартів. Для цього необхідно створити органи державного контролю та надання ліцензій на здійснення зелених

ініціатив та інфраструктури.

Важливо також забезпечити розумний та ефективний розподіл фінансових ресурсів для зелених проектів та ініціатив. Для цього можуть бути створені спеціальні фонди, кредитні програми та стимулюючі механізми, які сприяють розвитку зелених технологій та інфраструктури [5].

Узагальнюючи, можемо сказати наступне: зелена економіка – це економічна система, концепція економічного розвитку, яка ставить перед собою мету забезпечення сталого розвитку та охорони довкілля. Основною ідеєю зеленої економіки є перехід від використання невідновлюваних природних ресурсів та високих викидів забруднюючих речовин до використання відновлюваних джерел енергії та екологічної підтримки середовища, розвиток зелених технологій, які зменшують використання необхідних ресурсів та забруднення довкілля, зменшення забруднення довкілля та заохочення інвестицій у зелені проекти та зелену інфраструктуру [6].

Законодавство, що регулює зелену економіку, включає в себе багато різних правил та норм, спрямованих на забезпечення сталого розвитку та зменшення впливу людини на довкілля. Це може включати норми та стандарти забруднення довкілля, регулювання використання природних ресурсів, розвиток відновлюваної енергетики, збір та переробку відходів, регулювання фінансових інструментів, спрямованих на підтримку зелених інвестицій, та багато іншого. Законодавство зеленої екології має на меті забезпечення сталого розвитку, збереження природних ресурсів та біорізноманіття, а також зменшення негативного впливу людської діяльності на довкілля та зміни клімату.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Вікіпедія: Вільна електронна енциклопедія. Зелена економіка. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Зелена\\_економіка](https://uk.wikipedia.org/wiki/Зелена_економіка) (дата звернення: 23.03.2023).

2. Business Law Electronic Resource: Офіційний сайт. Зелена економіка в Україні: правові аспекти і перспективи. URL: <https://www.businesslaw.org.ua/green-economy/> (дата звернення: 13.03.2023).

3. Поновлювальні Зелений: Офіційний сайт. Зелена економіка: що це таке, характеристики, приклади та значення. URL: <https://www.renovablesverdes.com/uk/зелена-економіка/> (дата звернення: 13.03.2023).

4. Маковоз О. С., Передерій Т. С. Зелена економіка як запорука сталого розвитку. Європейський вектор модернізації економіки: креативність, прозорість та сталий розвиток: монографія / За заг. ред. Л. Л. Калініченко. Харків: ФОП Панов А. М., 2018. С. 159-168.

5. Кумачова А. С. Політика формування та розвитку «зеленої економіки» як специфічний об'єкт державного регулювання. Державне управління: удосконалення та розвиток. 2015. №12. URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=934>. (дата звернення: 23.03.2023).

6. EcobusinessGroup. Платформа рішень для менеджерів природоохоронної діяльності. Зелена економіка: як досягти балансу. URL: <https://ecolog-ua.com/news/zelena-ekonomika-yak-dosyagty-balansu-0>. (дата звернення: 23.03.2023).

## **ЕВОЛЮЦІЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ**

***Федоренко Станіслав Валентинович<sup>1</sup>, Василенко Леся Олексіївна<sup>2</sup>,  
Шумбар Костянтин Вікторович<sup>3</sup>, Куцман Олександр Михайлович<sup>4</sup>***

*<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури,  
[fedorenko.sv@knuba.edu.ua](mailto:fedorenko.sv@knuba.edu.ua)*

*<sup>2</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури, ,  
[vasylenko.lo@knuba.edu.ua](mailto:vasylenko.lo@knuba.edu.ua)*

*<sup>3</sup>ФОП Шумбар К. В., [k.w.shumbar@gmail.com](mailto:k.w.shumbar@gmail.com)*

*<sup>4</sup>Національний транспортний університет, [kutsmans@ukr.net](mailto:kutsmans@ukr.net)*

Реалії сьогодення свідчать про виснаження природних ресурсів нашої планети та забруднення навколишнього середовища. Це зумовлює актуальність не лише суворого екологічного законодавства, але, насамперед, корпоративної та особистої відповідальності кожного за захист навколишнього середовища.

Концепція зеленого будівництва спрямована на захист екосистеми та навколишнього середовища, а також на користь людям і суспільству. Таким чином, враховуються мінливі відносини між людьми, будівлями та екосистемами. Мета полягає в тому, щоб залишити цілий світ придатним для життя майбутнім поколінням.

Проблематику зеленого будівництва розкрито в працях багатьох вчених, що вказує на її актуальність та потребу подальшого прикладного дослідження.

Зелене будівництво передбачає будівництво будівель, які мають найменший вплив на навколишнє середовище. Мета – мінімізація рівня матеріало- та енергоємності протягом усього життєвого циклу будівлі.

Розробка та впровадження стандартів зеленого будівництва стимулює бізнес, інноваційні технології та економічний розвиток, покращуючи якість життя суспільства та навколишнього середовища.

Впровадження принципів «зеленого» будівництва має великий потенціал, щоб зробити перехід до «зеленої» економіки невід'ємною частиною концепції



сталого розвитку. В її рамках можна вирішувати нагальні проблеми глобального характеру і вирішувати цілком конкретні проблеми: економія ресурсів, поліпшення фінансово-економічних показників суб'єктів господарювання, зниження витрат на утримання будівель, зниження фінансових ризиків і витрат процесу будівництва та експлуатації будівель, зменшити вартість вивезення будівельного сміття та залучити додаткові інвестиції в регіон через популяризацію «зеленого» будівництва [1].

На відміну від багатьох країн, Україна досі використовує традиційні методи проектування та будівництва об'єктів, а також оцінки їх впливу на навколишнє середовище.

Зелене будівництво є важливим новим напрямком розвитку української будівельної індустрії саме тому, що воно допомагає зберегти природні ресурси та зменшити викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище. Цей підхід виник у відповідь на глобальні екологічні проблеми, такі як зміна клімату та наявність природних ресурсів.

Зелене будівництво почалося в 1960-х роках з руху за збереження енергії та зменшення щільності навколишнього середовища. Перша організація Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) була створена в 1970-х роках для розробки стандартів для екологічних будівель. У 1990-х роках з'явилися нові організації, такі як Рада зеленого будівництва (GBC) і Альянс зеленого будівництва (GBA), щоб просувати екологічні будівлі та розробляти нові стандарти та програми сертифікації.

За статистикою, сучасні будівлі споживають близько 40% світової первинної енергії, 40% сировини, 67% електроенергії та майже 15% питної води. При цьому вони викидають у навколишнє середовище понад 35% глобальних викидів вуглекислого газу, а також 50% усіх твердих відходів у міських системах [2].

За останнє десятиліття спостерігається зростання громадського інтересу до «зелених» будівель. Його перевага полягає в тому, що штучне середовище та стійкість тісно переплетені. Крім того, «зелені» будівлі дозволяють нам ефективніше використовувати наші ресурси для створення будівель, які покращують здоров'я людей, створюють краще середовище та зменшують витрати.

Основні завдання «зеленого будівництва» можна виділити наступним чином[3]: використання природних матеріалів (дерева, скла, глини, соломи тощо) у будівництві та оздобленні будівель; якісна теплоізоляція натуральними матеріалами; використання альтернативних джерел енергії; використання природних явищ для корисних цілей; використання припливно-витяжної вентиляції, яка забезпечує чисте повітря; зменшити загальний негативний вплив будівельної діяльності на довкілля та здоров'я людей;

розвиток нової техніки та створення сучасних промислових виробів; зменшення енергоспоживання і, відповідно, зменшення навантаження на електричну мережу тощо.

Сьогодні існує 3 основні міжнародні системи «зеленої» сертифікації будівель – LEED (США), BREEAM (Великобританія) і DGNB (Німеччина). Прикладами успішної реалізації «зелених проєктів» можуть служити наступні будівельні об'єкти (рис 1, 2):



**Рис 1. Crowne Plaza Копенгаген Тауерс – 25-поверховий готель в Копенгагені, повністю забезпечує себе електроенергією за рахунок поновлюваних джерел**



**Рис 2. Грімальді Форум в Монако**

У 2013 році в Україні зареєстровано громадську організацію «Рада зеленого будівництва» (UaGBC). Основна мета Ради – об'єднати організації та професіоналів, які відстоюють у своїй діяльності принципи зеленого будівництва. Рада об'єднує компанії, організації та приватних осіб, зацікавлених у застосуванні принципів сталого розвитку при реалізації проєктів у сфері нерухомості, енергетики та суміжних сферах.

У 2016 році Україна приєдналася до World Green Building Council. Основним завданням країни на початковому етапі вступу до асоціації є усвідомлення ситуації та плану розвитку, створення мережі регіональних представництв у цьому році, наступним етапом має бути створення системи проєктування та здійснення будівництва, оцінка за запропонованими показниками зеленого будівництва.

Сьогодні будівлі як під час будівництва, так і під час експлуатації мають більший, ніж будь-коли раніше, вплив на навколишнє середовище. «Екологічне/стійке будівництво» — це набір стратегій, у тому числі використання, проектування, будівництва та експлуатації, для зменшення впливу на навколишнє середовище.

Для розвитку нової індустрії зеленого будівництва важливо запровадити європейський підхід до стратегічного планування та реалізації національної політики у сфері енергоефективності та будівництва. Після перемоги у війні Україна отримає можливість відновити громадські та житлові будинки за новими принципами. Реконструкція громадських і житлових будівель повинна відповідати принципам екологічного будівництва. Країна зробила багато кроків для відновлення та захисту природного капіталу, інтеграції екологічних проблем в економічний розвиток та прискорення переходу до зеленої економіки з низьким вмістом вуглецю. Нещодавно ухвалена «Стратегія національної екологічної політики України до 2030 року» та план дій до 2025 року, в якій відображаються цілі щодо зменшення забруднення навколишнього середовища та більш ефективного використання природних ресурсів.

Розвиток зеленого будівництва в Україні означає збільшення будівництва енергоефективних будівель з використанням відновлюваної енергії. Для цього необхідно забезпечити державну підтримку, створити сприятливі умови для розвитку галузі, залучити інвестиції, запозичити досвід інших країн у напрямку зеленого будівництва, популяризувати та підвищити обізнаність населення про переваги зеленого будівлі. Країна також отримає вигоду від впровадження екологічних будівель, які включають екологічні інвестиційні зобов'язання згідно з Кіотським протоколом. Впровадження стандартів «зеленого будівництва» сприяє розвитку бізнесу, інноваційних технологій та економіки, тим самим покращуючи якість життя, соціальні та екологічні умови.

В Україні дуже активна будівельна галузь, що підкреслює необхідність переходу до «зеленого будівництва».

Заходи щодо стимулювання та впровадження зеленого будівництва[4]:

впровадження економічного заохочення з боку держави; активізація інвестиційної діяльності; розвиток системи екологічної освіти та виховання суспільства; орієнтація держави на ресурсозберігаючі програми; формування ринку попиту на екологічно чисту продукцію.

Перспективним також є розвиток інфраструктури, збору та переробки будівельного сміття. Для цього необхідно провести майже повну модернізацію підприємств і обладнання, які займаються виробництвом будівельних матеріалів, щоб національні стандарти будівельних матеріалів відповідали стандартам країн ЄС. Це стане важливим кроком у зменшенні кількості

відходів. Важливо використовувати матеріали, які мають менший негативний вплив на навколишнє середовище або придатні для переробки.

Під час війни з Російською Федерацією вибухи боєприпасів безпосередньо призводили до неконтрольованого викиду різноманітних забруднюючих речовин, а вплив боєприпасів спричиняв пожежі. Особливо велика кількість забруднень виникає при спалюванні сховищ палива, особливо нафтобаз. Дослідження NASA показали, що рослини можуть поглинати забруднюючі речовини в атмосфері та повітрі в приміщенні.

Війна пов'язана з постійним стресом, де загрожує життю та здоров'ю. Тому однією з умов відновлення зруйнованих будинків є створення психологічного комфорту для людей. Цього слід досягати шляхом найбільшого наближення штучного середовища до природних умов. Зелені будівлі як зовні, так і всередині є найбільш підходящим засобом для досягнення цієї мети.

Військові дії призвели до утворення великої кількості будівельного сміття, особливо битої червоної цегли. Його можна використовувати як дренажну систему, а також як один із субстратів для зелених дахів і озеленення [5].

Хоча ні гравці ринку, ні державна влада не сприяють «зеленому» будівництву в Україні, «зелені» проекти поступово впевнено реалізуються вітчизняними забудовниками та викликають все більший інтерес інвесторів. «Зелені» будівлі є двигунами інноваційного розвитку, які сприяють здоров'ю суспільства та покращують якість життя та стан навколишнього середовища.

Ключовим аргументом для зеленої реконструкції в Україні має бути визнання того, що стандарти енергоефективності повинні бути впроваджені, коли вона стане повноправним членом Європейського Союзу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Данилюк М. М., Дмитришин М. В. Зелене будівництво у досягненні сталого регіонального розвитку. Електронний журнал «Актуальні проблеми розвитку економічного регіону». 2019. URL: <http://lib.pnu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/10140/1/4536-Article%20Text-9970-1-10-20201220.pdf> (дата звернення: 13.03.2023)

2. Фаренюк Г.Г., Калюх Ю.І., Іщенко Ю.І. Концепція «зеленого будівництва» та її застосування при проектуванні та розрахунках геотехнічних конструкцій. *Електронний журнал «Наука та будівництво»*. 2020. Том 24. № 2. URL: <http://journal-niisk.com/index.php/scienceandconstruction/article/view/136/127> (дата звернення: 15.03.2023)

3. Боровик Ю.Т., Єлагін Ю. В., Полякова О. М. Стійке будівництво: сутність, принципи, тенденції розвитку. Вісник економіки транспорту та промисловості «Економіка та управління національним господарством». 2021. С. 47-56. URL: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/9432/1/Borovik.pdf> (дата звернення: 16.03.2023)

4. Мехтієв Р. Екологічне будівництво: як і навіщо проходити міжнародну екосертифікацію. 2020. URL: <https://mind.ua/openmind/20212905-ekologichne-budivnictvo-yak-i-navishcho-prohoditi-mizhnarodnu-ekosertifikaciyu> (дата звернення: 15.03.2023)

5. Екологічне будівництво та будівельна продукція. URL: <https://www.geze.ua/uk/cikavi-novini/temi/zelene-budivnictvo> (дата звернення: 13.03.2023)

## **ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ, ВОДНИХ ТА ІНШИХ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ**

*Федорченко Анна Олександрівна, Старченко Антоніна Сергіївна*  
*Київський національний університет будівництва та архітектури*  
*fedorchenko\_ao-2022@knuba.edu.ua, starchenko\_as@knuba.edu.ua*

Ефективне використання природних ресурсів один із рентабельних та дієвих шляхів, що дозволяє зменшити вплив на навколишнє середовище, а також досягти соціально-економічних цілей міжнародного сталого розвитку та кліматичних цілей.

*Раціональне природокористування повинно забезпечити повноцінне існування і розвиток сучасного суспільства, за умови збереження високої якості середовища проживання людини. Цього можна досягнути завдяки економічній експлуатації природних умов і ресурсів при найефективнішому режимові їх відтворення з урахуванням перспективних інтересів розвитку господарства і збереження здоров'я людей (Рис. 1).*

Дотримання принципів раціонального природокористування дозволить розробити заходи з охорони довкілля, відновити порушені взаємозв'язки в екосистемах, запобігати загостренню екологічних ситуацій.

Принципи раціонального природокористування:

1. «Нульовий рівень» споживання природних ресурсів;
2. Відповідності антропогенного навантаження природно-ресурсному потенціалові регіону;
3. Збереження просторової цілісності природних систем у процесі їх господарського використання;

4. Збереження природно обумовленого кругообігу речовин у процесі антропогенної діяльності;
5. Погодження виробничого і природного ритмів;
6. Пріоритетність екологічної оптимальності на довгострокову перспективу під час визначення економічної ефективності поточного природокористування.



Екологічні інновації мають 2 основних напрямки їх застосування:

- видобуток земельних і водних ресурсів, а також їх більш ефективне застосування для задоволення потреб суспільства;
- охорона навколишнього середовища від шкідливих наслідків виробництва та життєдіяльності людини від негативних наслідків технологічних, військових, соціально-політичних та інших інновацій.

Піонерні інновації в першу чергу мають бути узгоджені з іншими інноваціями, які визначають розвиток суспільства. Неможливо зберегти природу за рахунок суспільства чи розвивати суспільство на шкоду довкіллю (рис.2). Необхідно оптимально використовувати невідновлювані природні ресурси та застосовувати альтернативні джерела енергії.

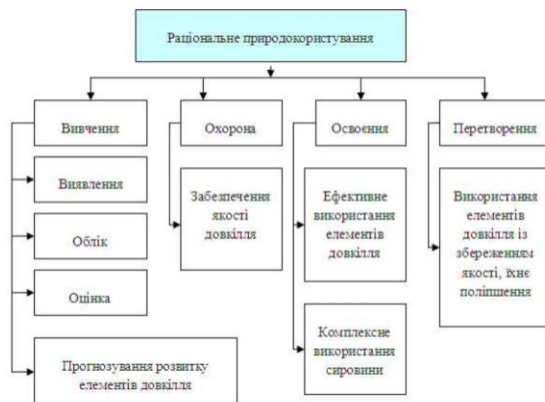


Рис.2. Принципи раціонального природокористування



Досі великою проблемою залишається прогнозування ефективності механізмів природокористування внаслідок труднощів при розрахунку економічних показників цих процесів. Складність полягає у необхідності інтеграції великої кількості факторів при розрахунку таких показників.

Ще більш чітку картину ефективності природокористування міг би дати облік шкоди здоров'ю населенню в процесі природокористування, індексу гуманітарного розвитку, а також індексу сталого економічного добробуту { 3 }.

Отже, ефективне природокористування допоможе людству забезпечити сталий комфорт і мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Але щоб досягти максимального показника ефективності використання ресурсів, інновації потрібно вводити не поодинокі, а в межах цілої країни, а в майбутньому і світу загалом. Це достатньо довгий і дорогий шлях, оскільки ще в країнах третього світу досить низький рівень життя. Досить важливо розробляти програми зі збереженням навколишнього світу з оглядом на можливість країни, в яких них повинні діяти.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Оцінка глобального використання ресурсів: системний підхід до ресурсоефективності и скороченню забруднення. Звіт Міжнародної групи ресурсів. Програма ООН по навколишньому середовищу. Найробі, Кенія;

2. Дорогунцов С. І., Коценко К. Ф., Аблова О. К. та ін. Екологія: навчально-методичний посібник.-К.: КНЕУ,1999,-С.152.

3. Корчагов С.А. Підвищення ефективності використання природних ресурсів на інноваційних підприємствах : стаття. / Москва, Хіміко-технологічний університет ім. Д.І. Менделєєва, 2017. - 24с.

4. Войтків П. С. Збалансоване природокористування: методичні вказівки Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2018. – 35 с.

*Науковий керівник: Гончаренко Артем Вадимович*

## UPDATING THE GREEN BUILDING CONCEPT FOR THE POST-WAR RESTORATION OF CULTURAL HERITAGE

*Fesenko Galyna*

*O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,  
Galyna.Fesenko@kname.edu.ua*

According to International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property, cultural heritage must be recognized as a crucial element of the recovery process immediately following the end of an armed conflict, and not be considered a luxury to await attention later [1]. Currently, the

reconstruction the historical and architectural heritage is still one of the most urgent problems in the urban planning sector of Ukraine. UNESCO has already confirmed the destruction or damage of 186 objects of cultural heritage of Ukraine, including buildings of museum-reserve complexes, cultural centers, theaters and libraries [2]. In such a situation, a technological problem is highlighted: is there an opportunity to rebuild the destroyed object or not, and if so, is it possible to apply green building technologies. Because of this, issues regarding the conceptual rethinking of architectural and spatial solutions, building production processes through the prism of modern requirements for energy saving and environmental friendliness become more acute [3].

In new construction, the greenest design strategies could be embraced: minimizing environmental impact while inspiring the community to think of the future as waste-, energy- and water-positive. In particular, the issue of restoration of these cultural buildings with the application of the requirements for a “green museum” is relevant. Cultural institutions can also last well into the future. Longevity in museums can translate to a higher cumulative carbon footprint, so, considering that museums are designed for a long service life, “Design, Build, Operate Green” seems to be more important now than ever before [4]. A green museum is a museum that incorporates concepts of sustainability into its operations, programming, and facility. As a general rule, green museums reside in a building featuring sustainable architecture and technology. Museums implementation of sustainable practices in building or altering facilities are carried out such that they are sustainable. This includes using LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) building practices [5].

However, it should be noted that museums are a challenging building type with diverse programming, from preserving and displaying collections to providing and maintaining visitor facilities, each with its own climatic requirements. The complexities involved in building or renovating a museum, combined with undertaking a sustainable design certification effort, can be daunting for someone unfamiliar with the process. To ensure that preservation concerns are integrated into the design, conservators must both understand the process and be an effective part of it. That is why such construction projects should also be carried out at a higher level of sustainability of all organizational, management and production processes.

The triple bottom line of environmental, economic and social efficiency must be considered to achieve operational sustainability. The growing demand for sustainable business processes has led to significant transformations in the project management knowledge system. In particular, the “GPM P5 Global Standard for Sustainable Development in Project Management (GPM P5)” was developed [6].



Assessing the sustainability of project management includes measuring the impact of the project on the external and internal environment.

Applying GPM P5 to construction project management is an important task for decision makers. The specifics of the production of the construction “product”, its resource intensity, also require more extensive work with the environment of the construction project. The sustainability orientation of the construction project must be represented in the processes, tools, and project actions throughout the entire life cycle [7].

Researchers consider project planning as a significant factor contributing to the successful implementation of projects. In [8], it is proposed to evaluate the level of implementation of the planning function in terms of "maturity" of project management, its ability to apply the necessary tools and methods to reduce uncertainty. It is argued that mature planning makes project goals more specific and understandable to the project team. From a sustainability perspective, mature planning is seen as a basis for tracking actual progress, including on the environmental and social sustainable development goals.

Most researchers prefer to evaluate project planning from a process perspective. At the same time, they are guided by the PMBOK (Project Management Body of Knowledge) project management standard [9]. Such studies take into account the project objectives, directly related to the sustainability of the so-called “project triangle according to PMBOK”: time, cost, scope and quality. The sustainable development goals can be achieved by “embedding” sustainable development issues at different levels of the hierarchy of project plans, by “simple implementation of the plan” and “monitoring on a monthly/weekly basis”. However, such tools lack flexibility. In [10] emphasizes the importance of environmental sustainability indicators for construction projects. The construction industry is considered one of the biggest contributors to climate change due to the consumption of natural resources and the generation of greenhouse gases. The authors note that proper management of construction projects, with a sustainability-oriented decision-making system and subsequent monitoring, can mitigate this problem. The tools are proposed that only partially monitor the sustainability-orientees of decisions regarding construction projects, namely by three indicators: waste reduction, energy consumption, and carbon emissions.

Further development of the research requires expanding the structure of the corresponding indicators. In particular, it is important to focus on such LEED indicators as integrative process, location and transportation, sustainable sites, water efficiency, energy and atmosphere, material and resources, indoor Environmental quality, regional priority credits, innovation [11]. The LEED Scorecard at the “Material and Resources” level includes the following sub-indicators: storage and collection of recyclables, construction and demolition waste management planning,

building life-cycle impact reduction, building product disclosure and optimization – environmental product, building product disclosure and optimization – sourcing of raw material, building product disclosure and optimization – material ingredients, construction and demolition waste management.

**Acknowledgment.** This study was carried out with the support of the program for Ukrainian scientists “Freedom starts with your mind” of the Kosciuszko Foundation.

## REFERENCES

1. Cultural Heritage in Postwar Recovery. Papers from the ICCROM FORUM held on October 4-6, 2005 / ed. N. Stanley-Price. Rome, 2007. 129 p.
2. Destroyed Cultural Heritage of Ukraine. *Ministry of Culture and Information Policy of Ukraine*. URL: <https://culturecrimes.mkip.gov.ua/>.
3. Фесенко Т. Г., Фесенко Г. Г. Інтеграція вимог «зеленого будівництва» у зміст проєктів розвитку міських територій. *Зелене будівництво: Матеріали I Міжн. наук.-практ. конф. КНУБА, 2019. С. 52-53.*
4. Lee J. The green museums community and U.N. Climate Week. *LEED*. 23. 09.2019. URL: <https://www.usgbc.org/articles/green-museums-community-and-un-climate-week>.
5. LEED v4.1 building design and construction: Getting started guide for beta participants. Washington: U.S. Green Building Council, 2022. 300 p.
6. The GPM P5TM Standard for Sustainability in Project Management (2019). GPM Global. Version 2.0, 70 p.
7. Fesenko T. Improving models for sustainability evaluation of construction projects in the initiation and planning processes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol.4. № 3 (118). 51–66. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263668>.
8. Kerzner H. Project management: a systems approach to planning, scheduling and controlling/13th ed. Hoboken: John Wiley and Sons, 2022. 880 p.
9. A Guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide): Sixth Edition (2017). USA : Project Management Institute, 589 p.
10. Al-Tekreeti M.S., Beheiry S.M., Ahmed V. Commitment indicators for tracking sustainable design decisions in construction projects. *Sustainability*. 2022. Vol. 14 (10). P. 6205. doi: 10.3390/su14106205.
11. LEED Certified Museum list. URL: <https://www.usgbc.org/resources/leed-certified-museum-list>.

## ПРОЄКТИ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА ПОЛЬЩІ: ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ КОНТЕКСТ

*Фесенко Тетяна Григорівна*

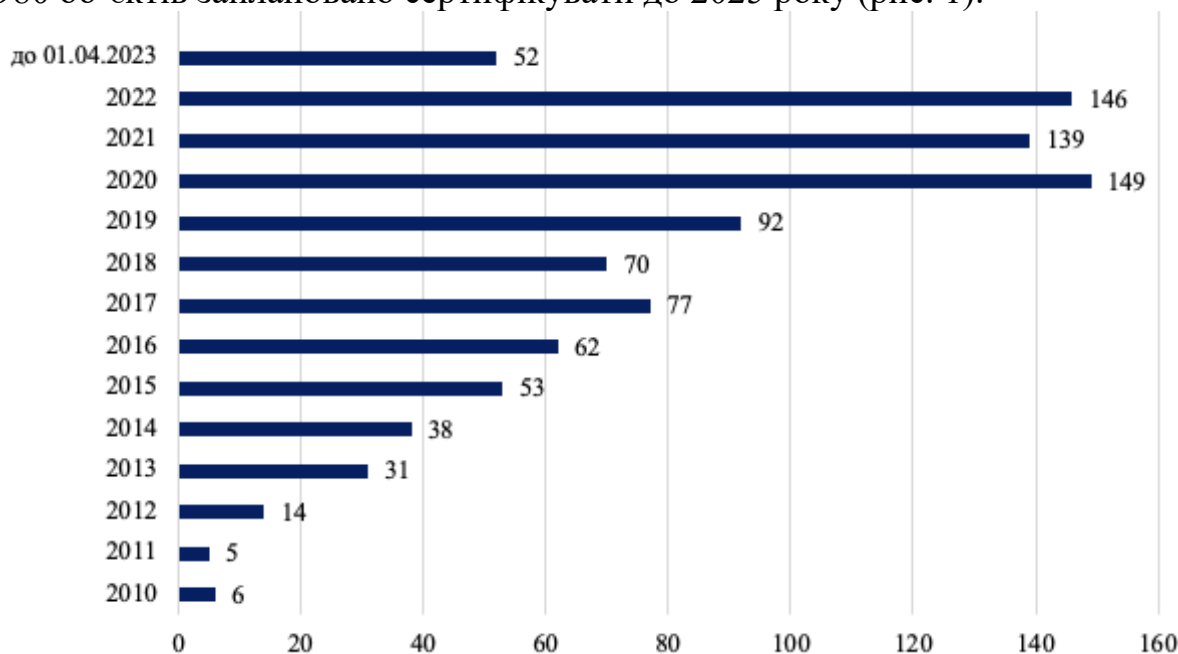
*Харківський національний університет радіоелектроніки,  
tetiana.fesenko@nure.ua*

Стратегії та виробничі практики «стійкого будівництва» передбачають врахування всіх можливих екологічних, соціальних та економічних факторів, які впливають на зацікавлених сторін та загальний стан забудованого простору. Застосування стандартів GPM P5 [1], ISO [2–4] до управління будівельними проектами є важливим завданням для осіб, які приймають рішення. Інтеграції Цілей сталого розвитку (ЦСР) у стандарти ISO дозволяє виявити методологічні прогалини в стало-орієнтованому управлінні будівельними проектами [5].

Стало-орієнтованість будівельного проекту має бути представлена у процесах, інструментах, проектних діях протягом усього життєвого циклу. Зокрема, в роботі [6] запропоновано метод визначення взаємозалежностей характеристик застосування інструментів та методів в процесах управління будівельними проектами із цінностями сталого розвитку 5P (Product, Proses, People, Planet, Prosperity). Висвітлення характеристик сталості в процесах управління проектом дозволило пояснити відмінність підходів для забезпечення внутрішньої стійкості об'єкту будівництва та сталого управлінням будівельним проектом.

В цілому, система знань для сталорієнтованих будівельних проектів може бути побудована шляхом інтеграції стандартів управління проектами (PMBOK, PMBOK Construction, GPM P5, ISO та ін.) та встановлення кореляції з усіма ЦСР, а також застосування інформаційних технологій (Building Information Modeling, BIM) [7–8]. Формування «зеленого» контексту об'єкту будівництва має відбуватись крізь призму природньо-ресурсного потенціалу території, улаштування спеціальних майданчиків (ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій території), транспортно-пішохідною мережею, інфраструктури інженерних мереж і технічної інфраструктури самої «зеленої будівлі» [9]. Організаційну підтримку зі створення стійких будівель в Польщі здійснює Асоціація зеленого будівництва (Polish Green Building Council, PLGBC), яка є частиною спільноти «World Green Building». У реалізації будівельних проектів PLGBC базуються на чотирьох стратегічних принципах: зменшення (або зупинка) зміни клімату, реалізація циркулярної економіки, забезпечення здоров'я, якості життя, збереження та відновлення біорізноманіття навколишнього середовища [10–11]. База PLGBC [12] налічує 1914 об'єктів

«зеленого» будівництва, з яких 934 об'єктів сертифіковано у 2010–2023 роках і 980 об'єктів заплановано сертифікувати до 2025 року (рис. 1).



**Рис 1. Кількість сертифікованих «зелених» будівель в Польщі в період з 2010 р. до 01.04.2023 р.**

Найбільша кількість «зелених» будівель розташовано у: Мазовецькому (м. Варшава), Малопольському (м. Краків), Нижньосілезькому (м. Вроцлав), Сілезькому (м. Катовіце), Поморському (м. Гданськ), Великопольському (м. Познань) і Лодзинському (м. Лодзь) воєводствах (табл. 1).

*Таблиця 1*

**Кількість «зелених» будівель у воєводствах Польщі**

№	Назва польського воєводства	Загальна кількість «зелених» об'єктів	Кількість сертифікованих об'єктів	Кількість об'єктів, сертифікація яких запланована
1	Мазовецьке	753	336	417
2	Малопольське	201	110	91
3	Нижньосілезьке	191	117	74
4	Сілезьке	191	81	110
5	Поморське	133	80	53
6	Великопольське	133	64	69
7	Лодзинське	127	61	66
8	Західнопоморське	47	32	15

9	Куявсько-Поморське	34	12	22
10	Лобуське	22	10	12
11	Люблінське	20	6	13
12	Підкарпатське	18	16	2
13	Підляське	17	1	16
14	Вармінсько-Мазурське	14	6	8
15	Опольське	10	1	9
16	Свентокшиське	3	1	2

Функціональний зріз (рис. 2) дозволяє встановити, що у створенні об'єктів будівництва за сталоорієнтованими стандартами перевага надається офісним комплексам (51%), логістичним і промисловим центрам (25%) і приміщенням роздрібною торгівлі (18%). Переважна більшість таких об'єктів (690 з 1810) розміщені у містах Мазовецького воєводства, зокрема:

- Офісний центр «myhive Warsaw Spire» (Варшава, <https://myhive-offices.com/pl/lokalizacje/warsaw-spire>);

- Торгівельно-офісний центр «Atrium Promenada» (Варшава, <https://warszawa.promenada.com/>);

- Торгівельний центр «Plac Unii» (Варшава, <https://placunii.pl/>).

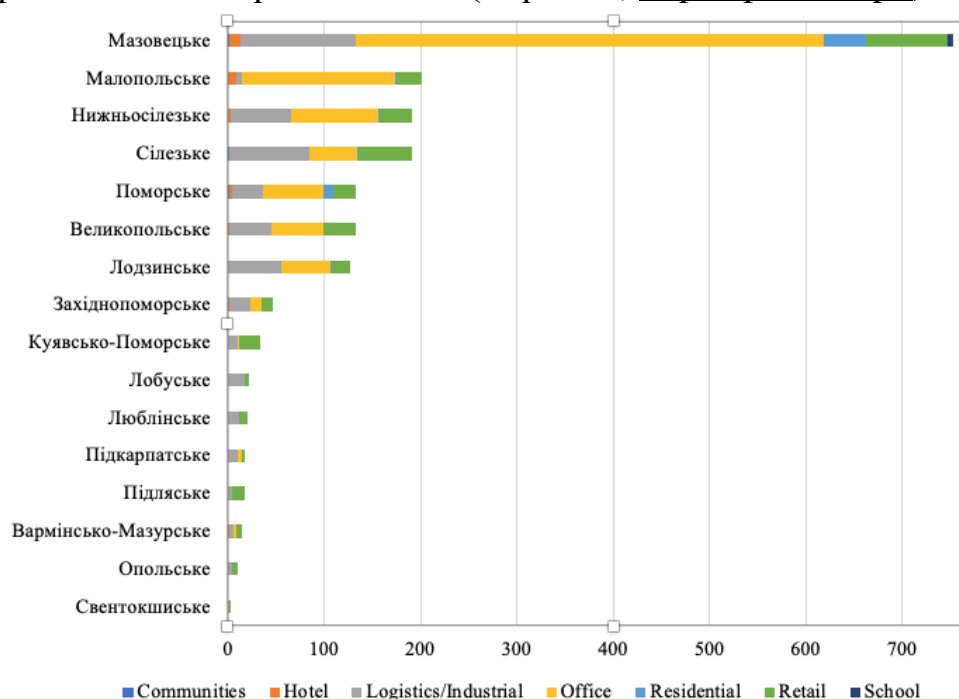
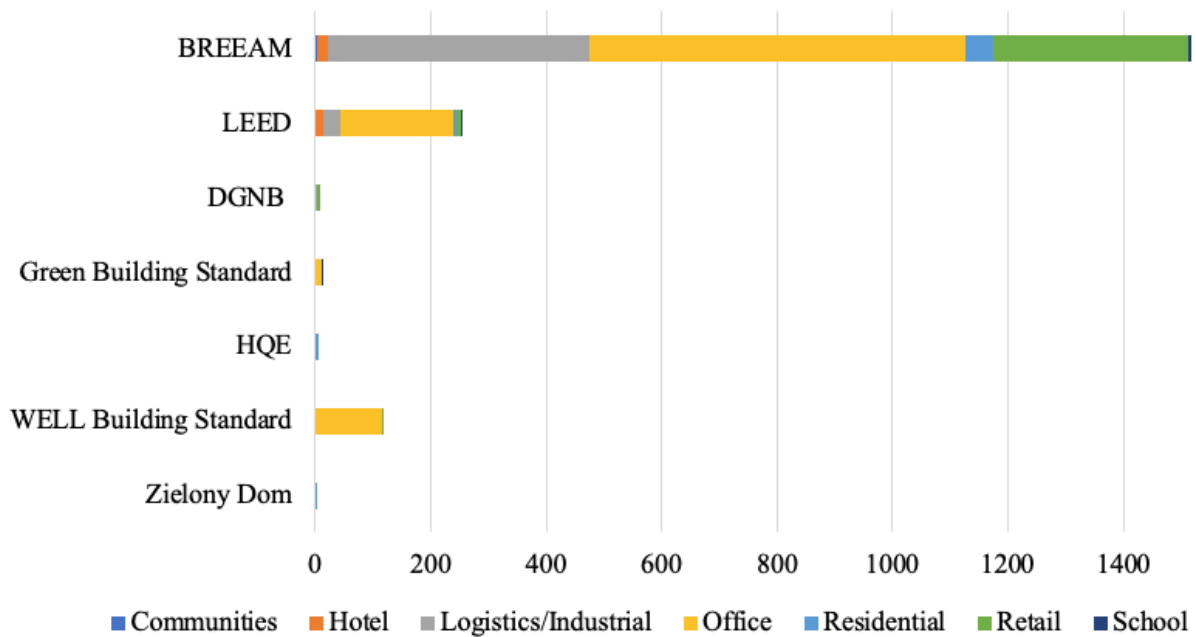


Рис 2. Інфографіка кількості проєктів «зеленого» будівництва різного функціонального призначення по воєводствам Польщі

В Польщі застосовують різні системи багатокритеріальної сертифікації будівель, у тому числі: BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method); LEED (Leadership in Energy and Environmental Design); WELL Building Standard; DGNB (German Sustainable Building Council); HQE (Haute Qualité Environnementale). На практиці стандарт «BREEAM» обрано для сертифікації 1516 об'єктів, «LEED» – для 254 об'єктів, «DGNB» – для 6 об'єктів, «Green Building Standard» – 12 об'єктів, «HQE» – для 5 об'єктів, «WELL Building Standard» – для 119 об'єктів і «Zielony Dom» – для 2 об'єктів (рис. 3).



**Рис 3. Інфографіка кількості проєктів «зеленого» будівництва різного функціонального призначення системи багатокритеріальної сертифікації**

Польські компанії-забудовники усвідомили, що сталоорієнтовані рішення в будівельних проєктах впливають на скорочення відходів, споживання енергії та викиди вуглецю і кожного року демонструють прогрес у практиках ініціації та реалізації «зелених» проєктів. Серед лідерів «зеленого» будівництва компанії: «7R» (<https://www.7rsa.pl/o-nas>), «Yareal Polska» (<https://www.yareal.pl/>), «White Star Real Estate» (<https://www.whitestar-realestate.com/>), «Vastint Poland» (<https://vastint.eu/pl/?lang=pl>), Union Investment (<https://unioninvest.pl/>), «Skanska» (<https://www.skanska.pl/>), «Panattoni Europe» (<https://panattonieurope.com/pl-pl>), «P3 Logistics Parks» (<https://www.p3parks.com/pl>), «Nhood» (<https://nhood.pl/>).

Подальше дослідження практики ініціації, планування та реалізації проєктів «зеленого» будівництва польськими девелоперськими компаніями,

компаніями-забудовниками, проєктними бюро буде здійснюватися у напрямку кількісної оцінки сталості управління будівельними проєктами у процесах ініціації та планування (із використанням моделі [6]). Перспективним напрямком відповідних наукових пошуків може стати створення артефактів для Керівництва знань щодо особливостей застосування різних систем багатокритеріальної сертифікації для будівель різного функціонального призначення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. The GPM P5™ Standard for Sustainability in Project Management (2019). GPM Global. Version 2.0, 70 p.
2. ISO 21929-1. Sustainability in building construction – Sustainability indicators – Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings, 2011.
3. ISO 15392. Sustainability in buildings and civil engineering works – General principles. Geneva, 2019.
4. ISO/TR 21932. Sustainability in buildings and civil engineering works – A review of terminology, 2013.
5. Fesenko T. Conceptualizing of sustainable-oriented construction project management methodology. *Dortmund International Research Conference «EURO PIM 2022» (1-2 July 2022)*. 2022. P. 75–80.
6. Fesenko T. Improving models for sustainability evaluation of construction projects in the initiation and planning processes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022, 4(3(118)), P. 51–66. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263668>.
7. Fesenko T. Knowledge management in sustainable construction projects. *Управління проєктами: проєктний підхід в сучасному менеджменті: мат-ли XIII Міжнар. наук.-практ. конф. фахівців, магістрантів, аспірантів та науковців*. Одеса: ОДАБА. 2022. С. 12–17.
8. Фесенко Т. Сучасні знання для управління будівельними проєктами: бібліографічна карта дослідження. *Архітектура та будівництво: Відновлення України. Наука, технологія, практика : Програми і тези доповідей міжнародного науково-технічного форуму, 17 листопада 2022 року*. Київ: КНУБА. С. 344–345.
9. Фесенко Т. Г., Фесенко Г. Г. Інтеграція вимог «зеленого будівництва» у зміст проєктів розвитку міських територій. *Зелене будівництво: Матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. (12–13 листоп. 2019 р., КНУБА)*. Миколаїв: Вид. Торубара В.В., 2019. С. 52–53.
10. Raport Roczny PLGBC 2022. [Online]. Available: [https://plgbc.org.pl/wp-content/uploads/2023/01/raport\\_roczny2022.pdf](https://plgbc.org.pl/wp-content/uploads/2023/01/raport_roczny2022.pdf). (in Polish).

11. WGBC: Annual Report 2022. [Online]. Available: [https://worldgbc.org/wp-content/uploads/2022/12/WorldGBC-Annual-Report-2022\\_FINAL-version\\_LR.pdf](https://worldgbc.org/wp-content/uploads/2022/12/WorldGBC-Annual-Report-2022_FINAL-version_LR.pdf).
12. Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego. Baza budynków. [Online]. Available: <https://baza.plgbc.org.pl/> (in Polish).

## **ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ТЕПЛИЦЬ НА ДАХУ**

***Чебанов Леонід Сергійович, Клімова Ірина Володимирівна***

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
chebanov.ls@knuba.edu.ua klimova.iv@knuba.edu.ua*

Використання покрівель будинків для споруд штучного клімату різних модифікацій є досить розповсюдженою практикою в усьому світі.

Так у канадському місті Монреаль відкрилася найбільша в світі теплиця на даху – її площа становить близько 15 тис. кв. м. Теплицю побудувала компанія Lufa Farms, це її четверта теплиця на даху [1].

У цій теплиці вирощують баклажани та унікальні сорти томатів. Теплиця має подвійне скло та два набори енергозберігальних екранів для поліпшення ізоляції, а її інтеграція із нижньою будівлею внизу забезпечує додаткову теплову вигоду для обох конструкцій. Теплиця збирає дощову воду для системи зрошення закритого циклу, а також компостує відходи на місці.

В Бельгії, в одній з провінцій Західної Фландрії розпочала роботу найбільша в Європі теплиця на даху розміром 9 тис. кв.м. Будівництво теплиці коштувало в 15 млн. євро. Цей регіон є одним з вайжливіших сільськогосподарських в країні[2].

У деяких державах і містах, таких як, наприклад, Токіо, дії з озеленення дахів поширюються і на власників будинків, які за активність у реалізації програми заохочуються до податкових пільг. А на господарів будинків з плоским дахом без зелені, площею понад 10 кв. м, чекає штраф [3].

Повністю обладнана теплиця на даху нещодавно була введена в експлуатацію командою Perspekta Group у Київській області. На будівництво пішло майже два місяці, в результаті, під звуки ракетних обстрілів і в холод, проект був реалізований. Теплиця була побудована на даху гаражу. При такому влаштуванні зменшуються теплові втрати через дах, покрівля захищається від опадів, звільнюється додаткова площа при обмежених розмірах ділянок[4].

Зимовий сад і теплицю можна розмістити на даху багатоповерхового будинку, школи торгівельного або бізнес- центру. Їх влаштування потребує ретельної перевірки на можливість розміщення допоміжних приміщень чи споруд на вже існуючому будинку, а також врахування усіх необхідних факторів та особливостей [5].



При влаштуванні теплиць на даху слід враховувати особливі вимоги щодо:

- конструктивних елементів самої будівлі і теплиці;
- кліматичні умови району будівництва;
- передбачення ефективної гідроізоляції;
- створення необхідних мікрокліматичних умов для різних періодів вегетації;
- врахування способу вирощування рослин (гідропоніка або вирощування у місткостях);

Конструктивно основою зимових садів є традиційні металеві конструкції (сталь або алюміній), що розраховані на проектні снігові та вітрові навантаження конкретного району будівництва. В якості огорожі використовують дво- та трикамерні скляні конструкції – пакети, полікарбонат, плівку. При аналізі технічних характеристик цих матеріалів слід враховувати теплотехнічні характеристики, світлопрозорість, терміни експлуатації. В порівнянні зі склом полікарбонат в 7 разів легший, але світлопрозорість менше на 4-5 відсотків і менший термін служби, коефіцієнт теплопередачі у полікарбоната майже в 1,5 рази менший ніж у скла, полікарбонат дешевший і зручніший при монтажу. Отже вибір залежить від умов експлуатації і від вирощуваної продукції (вимоги по освітленості) [5].

Для кожної теплиці потрібно вентиляційне, опалювальне і водяне оснащення. Для покрівельних конструкцій до цих систем особливі вимоги.

В системах опалення, як альтернативне джерело, можна використовувати сонячну енергію із застосуванням різних модифікацій сонячних колекторів (вакуумних, панельних, повітряних), розташованих на покрівлі будівлі [5]. При виборі таких систем потрібно враховувати регіон експлуатації, для районів з помірним кліматом ефективність взимку значно падає і потребує застосування комбінованих джерел тепlopостачання.

Сонячну енергію також можна використовувати для виробництва електроенергії з використанням фотоелектричних систем. В Україні такий видобуток електроенергії в останні роки набуває досить широкого впровадження. При будівництві теплиць на покрівлі споруди частково або повністю (в залежності від регіону та потужності об'єкта) можна замінити постачання електроенергії від традиційних джерел на сонячні колектори.

Залежно від розміру і форми конструкцій, вентиляція в теплиці може бути або примусова, або природна – за допомогою кватирок.

Дуже зручно, якщо в будинку вже є вентиляційна система. В цьому випадку її можна поєднати з теплицею і направляти туди потік вуглекислого газу, який вкрай важливий для нормального росту рослин.

Дощову воду збирають у ємкості і використовують для поливу рослин. Брудна вода обробляється та повторно використовується і для поливу рослин.

При влаштуванні зимового саду або теплиці особлива увага приділяється їхній орієнтації. Розташування на північній частині загрожує низьким рівнем сонячної енергії, тому створення зеленого оазису в даному випадку, практично, неможливо. Південна сторона - теж не кращий варіант для вирощування рослинності на покрівлі. У спекотні дні концентрація сонячної енергії буде набагато вище необхідного значення. Уникнути подібної ситуації можна за допомогою обладнання вентиляції і тонування скляних матеріалів, а також влаштуванням систем вертикального зашторювання. Такий пристрій не тільки захистить рослини, але і скоротить витрату енергії в зимовий період часу. Західне розташування є оптимальним варіантом, оскільки тепло, яке знаходиться всередині приміщення зберігається, а для того, щоб сонячні промені не проникали, досить перегородок у вигляді звичайних жалюзі або ролетів. Східна частина також дозволить створити необхідні умови для вирощування рослин, які не будуть перегріватися. У ранкові години приміщення добре прогріється, а до вечора стане прохолодним. Завдяки такому режиму рослинам буде комфортно навіть без додаткової вентиляції[5].

Для покрівельних теплиць можна застосовувати різні способи вирощування рослин, особливості яких, слід враховувати [6].

**Вирощування гідропонним методом.** Це найпростіший спосіб, при якому весь процес відбувається без ґрунту на штучному середовищі (субстраті). При цьому всі поживні речовини рослини одержують за допомогою регулярного крапельного поливу в теплиці водним розчином, в який додаються всі необхідні мікроелементи. Однак поряд з такими перевагами, як відсутність бруду, шкідників і легкість у догляді, у даного методу є і мінуси. Так, при гідропонному способі вирощування екологічні якості, наприклад, овочів зводяться до мінімуму.

Вирощування з нанесенням родючого шару. Даний метод підходить для рослин, коріння яких не властиво глибоко йти в землю. Це пояснюється тим, що товщина ґрунтового шару в покрівельних теплицях не повинна бути дуже високою. У зворотньому випадку, якщо він буде більше, тоді будівля може просісти під вагою землі. Але, навіть якщо ця інструкція буде дотримана, даний метод все-таки залишається трудомістким, оскільки він у будь-якому випадку, вимагає гарної ізоляції даху (щоб уникнути проростання коренів в покрівлю).

Вирощування за допомогою різних ємностей. Для даної методики всередині теплиці необхідно споруджувати багатоярусні конструкції, де розміщуватимуться або горщики, або контейнери. Ярусне розміщення дозволяє значно збільшити врожайність на порівняно невеликих площах, тим

самим заощаджуючи простір. Також до плюсів можна віднести і мобільність контейнерів. Мінусом цього варіанту є ризик закладу ґрунтових шкідників, так як при такому вирощуванні відсутня хороша циркуляція повітря.

Будівництво теплиць на дахах є досить популярним в багатьох країнах світу. При цьому можна використовувати покрівельні площі як великих споруд різного призначення, так і невеликих приватних будинків в будь-якій місцевості. Впровадження таких споруд дозволяє отримувати екологічно чисту овочеву продукцію, сприяє підвищенню енергоефективності за рахунок використання надлишкового тепла будівель, альтернативних джерел теплоти, зворотнього використання дощової води, зменшення викидів парникових газів (знижує кількість логістичних перевезень) та кількості відходів (можливість їхнього вторинного використання для компостування).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Теплиця на даху – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://superagronom.com/news/11368-u-kanadi-vidkrili-naybilshu-u-sviti-teplitsyu-na-dahu>

2. Найбільша теплиця на даху– [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agroportal.ua/multimedia/v-belgii-otkrylas-krupneishaya-v-evrope-teplitsa-na-kryshe>

3. Глобальне озеленення міських дахів– [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://jak.koshachek.com/articles/teplicja-na-dahu-svoimi-rukami-osoblivosti.htm>

4. Промислові та фермерські– [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [теплиціhttps://www.facebook.com/perspekta.ua/](https://www.facebook.com/perspekta.ua/)

5. Ткаченко Т.М., Чебанов Т.Л., Чебанов Л.С., Клімова І.В., Пантюхов О.М. Про використання зелених насаджень, зимових садів та теплиць на дахах будівель і споруд. //Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин.- К.: КНУБА, 2021. - №48(1) с. 75-89.

6. Приліпка О.В. Агротехнологічні та організаційні засади функціонування підприємств закритого ґрунту [монографія]/О.В. Приліпка, О.М. Цизь. – Київ: Центр учбової літератури, 2016. – 384 с.

**ВПЛИВ ЗЕЛЕНИХ ІКТ НА СТАЛИЙ РОЗВИТОК ЗЕЛЕНОЇ  
ЕКОНОМІКИ ТА ЗЕЛЕНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ**  
*Череп Алла Василівна<sup>1</sup>, Нікітенко Віталіна Олександрівна<sup>2</sup>, Воронкова  
Валентина Григорівна<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup>*Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні Запорізького  
національного університету*

<sup>3</sup>*Запорізький національний університет*  
[cherep.av.znu@gmail.com](mailto:cherep.av.znu@gmail.com), [valentinavoronkova236@gmail.com](mailto:valentinavoronkova236@gmail.com),  
[vitalina2006@ukr.net](mailto:vitalina2006@ukr.net)

Актуальність теми дослідження у тому, що з'явився інтерес до «зелених» цифрових інформаційно-комунікаційних технологій (ТНІС), пов'язаних з поєднанням екологічних та інформаційних явищ, які мають вплив на сталий розвиток економіки та суспільства. Технологія «зелених ІТ» включає різноманітний технічний вміст, апаратне та програмне забезпечення, включаючи чіпи, хости, сервери та мережеве обладнання. З точки зору технології програмного забезпечення включають технологію віртуалізації, оптимізації даних, планування та управління програмним забезпеченням, що підтримує різні апаратні технології «зелених ІТ». «Зелені ІТ» - концепція, яка стосується інформаційних технологій і продуктів, які відповідають міжнародним та національним стандартам енергозбереження та захисту навколишнього середовища. Ці стандарти вимагають, щоб відповідні технології включали такі напрями розвитку, як енергозбереження, безпека, низький рівень забруднення, низький рівень радіації, ергономічність, так як живемо у ситуації, коли цивілізація, залежна від викопного палива [1].

Концепція «зелених ІКТ» виникає на стику між цифровими технологіями та сталим розвитком. Лісабонська стратегія, ініційована Європейським Союзом у 2000 році, базується на масовому використанні ІКТ для ініціювання «зеленого зростання», згаданого у звіті Nora-Minc (Nora and Minc, 1978). Позитивним прямим ефектом є екологічний моніторинг. Екологічні обчислення, або зелена стійкість, - це вивчення та практика екологічно стійких обчислень або ІТ. Цілі концепції «зелених» інформаційних технологій подібні до цілей «зеленої» хімії: скорочення використання небезпечних речовин, максимізація енергоефективності протягом життєвого циклу продукту, можливість переробки. Зелені інформаційні технології важливі для всіх класів систем - від портативних систем до великих центрів обробки даних. Багато корпоративних ІТ-відділів мають програми екологічних інформаційних технологій, щоб зменшити вплив ІТ-операцій на навколишнє середовище. Метою індустрії зелених ІКТ та їх впливу на сталий розвиток економіки

технологій є мінімізація шкоди, спричиненої інтерференцією електромагнітних хвиль або випромінюванням за допомогою різноманітних зелених технологій. «Зелені ІКТ» – це не тільки технічне питання, а й питання управління. У сучасних концепціях менеджменту з'явилися концепції зеленого менеджменту, в основі яких усвідомлення тісного зв'язку між прийняттям організаційних рішень і діяльністю та впливом організації на природне середовище. У роботі сучасних підприємств використовується різноманітне ІКТ-обладнання, «зеленість» якого є основною вимогою до організації підприємств. У цьому процесі підприємство повинно враховувати вплив виробництва та експлуатації на навколишнє середовище, вживати заходів та застосовувати технології «зелених ІКТ». Застосування продуктів «зелених ІКТ» на підприємстві має сформувати цінність «екологізації» продуктів і менеджменту, яка потім проявляється як корпоративне культурне середовище, яке переслідує захист навколишнього середовища. Корпоративна соціальна відповідальність реалізується через прийняття рішень керівниками та спільні дії всіх співробітників компанії. Тому закупівля та застосування технічної продукції «зелених ІТ» на підприємстві вимагає ефективного прийняття рішень керівниками підприємства. «Зелені ІТ» допомагають підприємствам не тільки знизити операційні витрати, але й стабілізувати розвиток зеленої економіки та зеленого менеджменту, в основі яких, на думку А.В. Череп «використання екологічно чистої продукції; соціальна й економічна ефективність фізіократичного підходу до економічних процесів та готовність суспільства до сприйняття екологічно безпечних технологій» [2]. Для того, щоб велика кількість компаній стала «зеленою», потрібен час, деякі державні установи та великі приватні компанії повинні йти назустріч одна одній і виконувати свої екологічні зобов'язання. З однієї сторони, є багато компаній, які докладають усіх зусиль, щоб створити екологічніше робоче середовище. З іншої сторони, є компанії, які не наважуються повністю взяти на себе зобов'язання, в результаті чого зусилля «зеленої» трансформації не є стійкими. Деякі екологічні асоціації інвестували в тему екологічних ІКТ, найвідомішими є Грінпіс і Всесвітній фонд природи. Посилення конкурентоспроможності цифрової економіки заохочує застосування ІКТ для соціальної інтеграції, модернізації державних послуг і покращення якості життя, посиленню ролі ІКТ у сталому зростанні, тим більше, що зелені технології можуть зменшити рівень викидів вуглекислого газу та сприяти зростанню економіки. Для цього слід зосередитися на трьох секторах з високим потенціалом енергозбереження: 1) виробництво та розподіл енергії; 2) опалення, охолодження та освітлення будівель; 3) «розумні» лампочки. Висувається концепція енергоефективності та скорочення споживання енергії. Європейська політика використання ІКТ для підвищення енергоефективності підвищення енергоефективності у цьому

плані є ефективною, в основі якої контрольні заходи по викидам CO<sub>2</sub> у самому секторі ІКТ. Вплив зелених ІКТ на сталий розвиток економіки та суспільства базується на тому, що ІКТ виступає: 1) вектором змін поведінки для сталого розвитку; 2) інструментом для вимірювання (розумні вимірювачі, ГІС), зменшення екологічного сліду; 3) чинник зменшення енергоспоживання в житловому та транспортному секторах; 4) керування даними (екологічні обчислення). Нові технології для сталого розвитку є реальними економічними можливостями для Європи та важелем для зростання за рахунок використання ІКТ. Приведемо приклад розвитку цієї концепції. У 2005 р. Асоціація індустрії охорони навколишнього середовища Китаю запустила першу зелену марку охорони навколишнього середовища в ІТ-індустрії Китаю - Green Star, яка стала першою зеленою маркою, виданою урядом в ІТ-індустрії. Перша «Зелена зірка» - це торгова марка, зареєстрована Асоціацією індустрії захисту навколишнього середовища Китаю при Державному управлінні охорони навколишнього середовища. Вона слугує спеціальним знаком для захисту навколишнього середовища, який незалежно бере на себе економічну та юридичну відповідальність. Вона використовується в екологічно чистих продуктах «Green Star», включаючи різні зелені продукти, які сприяють розвитку циркулярної економіки, покращують екологічне середовище, захищають природні ресурси та відповідають національним технічним стандартам якості продукції. Логотип «Зелена зірка» використовується в ІТ-індустрії та встановлюється як стандарт закупівель користувачами ІТ-галузі. «Зелені ІТ» можна коротко описати як інформаційну технологію, яка відповідає вимогам соціального прогресу та захисту навколишнього середовища, цілям сталого економічного розвитку, які можуть відповідати міжнародним і вітчизняним стандартам (особливо енергозбереження та захисту навколишнього середовища). Green IT включає наступні основні показники сертифікації. По-перше, енергозбереження, що стосується проходження сертифікації з енергозбереження CSC. Сертифікація енергозбереження CSC видається Центром стандартної сертифікації Китаю. По-друге, низький рівень забруднення повинен відповідати міжнародним стандартам ROHS. Стандарт ROHS – це нормативний акт, який Європейський Союз використовує для обмеження використання небезпечних речовин в електронних виробках. Продукти, які відповідають стандарту ROHS, можна впевнено використовувати протягом тривалого часу. По-третє, екологічні матеріали легко переробити, вони повинні бути виготовлені з екологічно чистих матеріалів, щоб ефективно контролювати забруднення навколишнього середовища. Зелений захист навколишнього середовища поступово стає обов'язком кожного підприємства. Так як цифровий сектор енергоємний, він вимагає для виробництва багатьох невідновлюваних природних ресурсів.

Споживання енергії у результаті виробництва, використання та закінчення терміну служби електронних пристроїв негативно впливає на навколишнє середовище. Це цифрове або цифрове забруднення стало головною екологічною проблемою, яка породила концепцію цифрової екології. У результаті зв'язку між екологією та цифровими технологіями народилася проблема «еко-ІКТ», яка спрямована на екологізацію способу життя. Енергоефективність, збільшення частки відновлюваної енергії та сприяння «зеленому» розвитку галузей є важливими орієнтирами для глобального «зеленого» розвитку і зеленого сільського господарства [3].

Цифрові технології та цифрова економіка є попередниками світової науково-технічної революції та промислової трансформації, а також ключовими сферами нового витка міжнародної конкуренції. Прискорення створення відкритої, здорової та безпечної цифрової екосистеми та сприяння інтернаціоналізації цифрової екосистеми сприятимуть тому, щоб цифрова економіка країни ставала сильнішою, кращою та більшою, а також формувала глобальну конкурентну перевагу в епоху зеленої цифрової економіки. Глобальна конкуренція в епоху цифрової зеленої економіки – це конкуренція в технологіях і додатках, системах, стандартах і екології. Таким чином, кожна країна повинна не тільки прорватися через цифрову технологію, але й активно будувати незалежну, керовану, відкриту та сумісну цифрову екосистему, зосереджену на технологіях і програмах, щоб забезпечити та підвищити інновації та стійкість цифрової зеленої економіки. Щоб створити відкриту, здорову та безпечну цифрову екосистему, необхідно рішуче підтримувати технологічні прориви, сприяти координації ланцюга цифрової промисловості та досягати безпечного, контрольованого та здорового розвитку. Перш за все, надавати цільову підтримку пов'язаним технологічним компаніям, заохочувати вітчизняних виробників мікросхем і дослідницькі установи співпрацювати один з одним і ділитися ресурсами для досягнення технологічних проривів. У той же час необхідно побудувати екологічну синергію для всього галузевого ланцюга цифрової зеленої економіки, для створення здорової та скоординованої цифрової екології. З вітчизняними провідними підприємствами як відправною точкою для інновацій, підприємства заохочуються розвивати свої переваги та досягати взаємодоповнюваності на різних рівнях «жорстких і м'яких хмарних мереж» і спільно будувати цифрову екологію, де домінують вітчизняні зелені підприємства та зелений менеджмент. Щоб створити відкриту, здорову та безпечну цифрову екосистему, вона має бути відкритою для глобальних суб'єктів цифрових інновацій та інтегрована з розвитком глобальної цифрової екосистеми на основі безпеки, автономії та керованості. Сьогодні, коли концепція «зелених ІКТ» викликає занепокоєння, слід розвивати екологічний

напрямок використання ІКТ, маючи на меті ефект енергозбереження, проектування та впровадження нового покоління центрів обробки даних для підприємств, використання екологічно чистих матеріалів для обробки електронних пристроїв, упровадження зелених технологій для уникнення непотрібних відходів або забруднення, енергозбереження та лікування забруднення навколишнього середовища.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Воронкова В. Г., Ажажа М. А., Нікітенко В. Цивілізація, залежна від викопного палива. Еко Форум – 2021: збірка тез доповідей V спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму, 14 – 16 вересня 2021 р. / Запорізька міська рада, Запорізька торгово-промислова палата. Запоріжжя: Запорізька торгово-промислова палата, 2021. С. 80-81.

2. Режим доступу Запорізький національний презентує школу «Зелена економіка»

[https://www.znu.edu.ua/cms/index.php?action=news/view\\_details&news\\_id=19277&lang=ukr&news\\_code=zaporizkij-natsionalnij-presentu---shkolu---zelena-ekonomika--](https://www.znu.edu.ua/cms/index.php?action=news/view_details&news_id=19277&lang=ukr&news_code=zaporizkij-natsionalnij-presentu---shkolu---zelena-ekonomika--) (дата звернення: 30.03.2023).

3. Nikitenko, Vitalina, Voronkova, Valentyna, Oleksenko, Roman, Matviienko, Halyna, Butkevych, Oksana. Sustainable agricultural development paradigm formation in the context of managerial experience of industrialized countries. Revista de la universidad del Zulia. 3<sup>a</sup> época. Año 14N° 39, 2023. 81-97.

## ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО ТА ЗЕЛЕНИЙ ТУРИЗМ: КОНВЕРГЕНЦІЯ ПАРАДИГМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ РЕКРЕАЦІЇ

*Шевченко Роман Юрійович*

*Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,*

*[azimut90@ukr.net](mailto:azimut90@ukr.net)*

В ХХІ ст. в Україні стало актуальним трендом застосування «зелених технологій» як комплексного технічного рішення в індустрії економіки вражень: туризмі, рекреації, організації туристичних подорожей, екскурсознавстві, рекреаційній діяльності та готельно-ресторанній справі.

Головною науковою задачею (парадигмою) зеленого будівництва є забезпечення зниження рівня споживання енергетичних та матеріальних ресурсів у сфері туристичного обслуговування. При цьому, однією із інженерних завдань, є забезпечення комфортних умов для туристів-рекреантів на всіх етапах роботи підприємств туристичної сфери, включаючи геоінженерні дослідження, геоінформаційне проектування, будівництво,



експлуатація, капітальний ремонт, реконструкція, демонтаж туристичних атракцій та DESTИНАЦІЙ.

Останніми роками в туристичному бізнесі зеленого туризму з'явилося кілька інноваційних екологічних проєктів, спрямованих на підвищення ефективності галузі економіки вражень шляхом розповсюдження «зелених» технологій, а саме:

- економіко-технологічне об'єднання провідних міжнародних готельних компаній світу з метою забезпечення екологічної та технологічної конвергенції зелених технологій у галузі. Основне завдання даного проєкту – показати на практиці, що екологічна та інвайронменталістична відповідальність має значення для туристичного бізнесу. Для цього запропоновано ряд практичних продуктів і програм зеленого розвитку туристичних баз, завдяки яким вирішуються поточні проблеми, що виникають в рамках своїх спільних робочих груп;

- у США функціонує некомерційна організація із успішно апробованою програмою охорони навколишнього середовища, яка допомагає туристичним підприємствам та приватним особам (гідам-інтерпретаторам природної та культурної спадщини) економити гроші та захищати клімат за рахунок впровадження інноваційних екологічних технологій;

- у країнах ЄС застосовується унікальна мультиформатна геоінформаційна платформа, яка містить дані щодо 50 різних видів зелених маркувань у 140 країнах світу та 25 підгалузях туристичної індустрії бізнесу економіки вражень;

- працюють компанії, наприклад GreenGlobe21, яка реалізує на ринку туристичного бізнесу консультаційні навчальні програми з екологічної сертифікації індустрії туризму в ЄС. Це послуги комерційного навчання та еколого-туристичної освіти, а також еколого-маркетинговий аудит у 30 країнах світу (в т.ч. в Україні). За результатами якого суб'єктом туристичного бізнесу може бути отримана премія-грант «Зелений ключ», який є підтвердженням відповідності туристичного підприємства провідним екологічним стандартам;

- серед провідних агентств ООН та ЄС з туризму та енергетики реалізований ініційований проєкт співробітництва у рамках якого малим та середнім підприємствам індустрії гостинності та туризму в ЄС надаються консультації, технічна підтримка та навчання з питань підвищення енергоефективності будівель та використання відновлюваних джерел енергії. В даний час у цьому проєкті беруть участь біля 2000 готелів із 20 різних країн ЄС. В рамках проєкту, зокрема, було виконано аудит енергоефективності будівель, техніко-економічні обґрунтування для поновлюваних джерел енергії, сотні менеджерів туристичних компаній пройшли навчання.

Один із найяскравіших прикладів розвитку енергозберігаючих зелених технологій є готель JW Marriott у Сінгапурі. Навіс, що закриває майже три гектари прилеглої до готелю території, наслідує криву океанської хвилі. При цьому кути нахилу алюмінієвої структури розроблені таким чином, що потік повітря забезпечує охолодження території на 1-2 градуси без використання будь-яких систем кондиціонування. Структура також спроектована для збирання дощової води та оснащена сонячними батареями, які допомагають висвітлити фасад будівлі. Спектральне скло також допомагає обмежити інфрачервоні хвилі, які зменшують кількість тепла, не обмежуючи при цьому проходження світла. Це означає, що інтер'єри залишаються прохолоднішими без застосування витрат на таке охолодження [1].

Не можна також не згадати й інші відомі туристичні об'єкти, що застосовують «зелені» технології. Це готель Marina Bay Sands, який впровадив інтелектуальну систему контролю за освітленням, обігрівом та водопостачанням, а також регенеративні двигуни для ліфтів, які вимагають на 40 % менше енергії, ніж звичайні. Широко відомий готель-сад ParkRoyal, що має у своєму інженерному арсеналі датчики дощу, сонячні батареї та природне озеленення.

Принципи розвитку екологічних систем знаходять широке застосування у сфері будівництва та експлуатації туристичних баз в Україні. Зокрема про це свідчить аналіз проєктів будівництва із застосуванням «зелених» технологій, у тому числі на основі концепції з нульовим енергоспоживанням (ZEB-конструкція).

ZEB-конструкція – це високоенергоефективна будівля, здатна на місці виробляти енергію з відновлюваних джерел та споживати її в рівній кількості протягом року. Якщо кількість енергії, що виробляється менше споживаної, така будівля називається будівлею з майже нульовим енергоспоживанням. Хорошим прикладом ZEB-споруди є бізнес-центр Eightedges.

Розглянемо інший приклад. Це SCHUCO-фасади, екологічний функціонал яких дозволяють регулювати рівень освітленості офісу в різні пори року та доби, а також забезпечує комфортний температурний режим усередині будівлі. Основними «зеленими» технологічними рішеннями цієї будівлі є [2]:

- *високоєфективне фасадне скло* із опцією виняткового зорового комфорту та функцією високого рівня природного освітлення за рахунок практично повного скління фасаду. Подвійні склопакети із сонцезахисним покриттям знижують потребу будівлі в енергоресурсах протягом усього року. Опір теплопередачі фасаду більш ніж на 70 % перевищує вимоги євростандартів для будівель з високим коефіцієнтом скління;

- *системи вентиляції із утилізацією тепла викидного повітря* дає ефект економії близько 60 % тепла на нагрівання повітря в зимовий час. Це

автоматичне регулювання витрати повітря у приміщеннях із змінною кількістю людей. Обсяг свіжого повітря, що подається до приміщень, задовольняє як європейським, так і американським стандартам ASHRAE. У перехідний період, при температурах зовнішнього повітря приблизно до 0°C, використання рекуперації дозволяє повністю виключити споживання зовнішніх енергетичних ресурсів на потреби обігріву повітря, що подається;

- *найновіші системи кондиціонування та пожежогашіння* використовують виключно озонобезпечні холодоагенти із мінімальним потенціалом глобального потепління. Опція «free cooling» – це охолодження внутрішнього повітря за рахунок низьких температур навколишнього повітря у перехідний та зимовий періоди, без участі холодильних машин, а відповідно і витрат електроенергії;

- *сучасна система автоматизації та диспетчеризації* дозволяє інтегрувати до загальної геоінформаційної системи нейромережі моніторингу за інженерним обладнанням всієї будівлі, так і інженерних систем ресторанного комплексу. Ведеться автоматизований облік енергоресурсів, який проводиться для всієї будівлі в цілому та окремо для кожного споживача (туриста);

- *зниження електроспоживання* забезпечують енергоефективні світильники, що знижують навантаження на систему кондиціонування. Автоматичне регулювання витрат вентиляційного повітря у зоні автостоянки залежно від інтенсивності рухомого складу трансферного туристичного обслуговування та послуг;

- *економія водоспоживання* інтегрується із технологією маніпулювання енергією тепла витяжного повітря з «брудних» зон та приміщень. У зимовий час технологія використовується для плавлення снігу на покрівлі, що дозволяє максимально ефективно та економічно витратити теплову енергію, що підводиться до будівлі. У будівлі встановлюється високотехнологічне санітарно-технічне обладнання та системи збору дощової води з покрівлі в обсязі, достатньому для поливу та прибирання прилеглої території (екозон).

Впровадження збережувальних технологій та обладнання дає туристичним підприємствам очевидні переваги. Екологічний аудит туристичних комплексів, проведення якого було в царині обстеження офісних та торгово-розважальних центрів, показала, що перспектива проведення заходів з енергозбереження практично на всіх об'єктах становить не менше 30 % зниження платежів за електроенергію, що споживається. Так само це можна віднести до туристичних комплексів. Рентабельність інвестицій у власне енергоспоживання становить від 60-100 % річних [3]. Енергозбереження у сфері теплопостачання, вентиляції та кондиціонування може скоротити платежі

за комунальні ресурси на 40-60 %, особливо під енергетичного кризису, що був викликаний російсько-українською війною.

Міжнародна програма добровільної сертифікації кластерів туристичного бізнесу «Зелений ключ» вже активно реалізується з 2020 р. Вона була розроблена Міжнародною організацією з екологічної освіти для пропаганди та впровадження ідей екологічності в індустрії розміщення. Наприклад, туристичні бази, що пройшли сертифікацію Green Key, дотримуються 90 обов'язкових та факультативних критеріїв, таких як скорочення споживання електроенергії, води, хімічної продукції, мінімізація відходів та передача їх на вторинну переробку. Кожна туристична база проходить спеціальну перевірку, що проводиться експертом програми. Сертифіковані турбази відповідають високим екологічним стандартам, відрізняються відповідальним підходом до бізнесу та роблять активний внесок у захист навколишнього середовища на місцевому та, як наслідок, глобальному рівні.

В Україні відповідні «зелені» технології буксують у розвитку та впровадженню в туристичну індустрію. Хоча вже є одиничні туристичні бази у Карпатах, орієнтовані на використання зелених технологій, аналогічних концепції «активний розумний будинок» та сертифікованих на відповідність вимогам програми «Зелений ключ». В першу чергу це туристичні бази, що належать до мережі готельно-ресторанного обслуговування на курортах Буковель та Драгобрат, а також ряд невеликих самостійних туристичних комплексів.

Для нашої країни зелені технології в туризмі – галузь досить нова, але досить активно розвивається, особливо із тимчасовою втратою туристсько-рекреаційних центрів у Причорноморському та Азовському рекреаційному регіонах. Громадяни України, які в силу обставин війни, не мають можливості поїхати за межі країни на дорогі курорти, готові доплачувати за «чистий» туризм. Відповідно, поступово набувають популярності і різні системи екологічної сертифікації туристичних баз України, як міжнародні, так і національні.

Стимулом для розвитку технологій зеленого будівництва у зеленому туризмі є зміна перцепцій туристів України, які все частіше віддають перевагу шумним курортам рекреацію у сільській місцевості. Відпочинок у сільській гірській місцевості за популярністю займає зараз перше місце.

Таким чином, у 2022-2023 рр. в Україні все більшої популярності набуває таке явище як сільський (зелений) туризм. Популярна технологія організації об'єкта зеленого туризму – будівництво приватних агротуристичних об'єктів, наприклад, центрів пермакультури. Їх мета, це розвиток зеленого туризму на базі сільськогосподарських тематичних парків чи центрів, покликаних

популяризувати нові екологічні технології у сільському будівництві та господарстві.

В Україні зелене будівництво та зелений туризм конвертуються у технології забезпечення потреб сталого розвитку. Ареалом апробації конвергенції парадигм двох наукових напрямків є переважно туристичні краї України, що мають дві головні передумови: незайняте населення та приватний житловий сектор. Найбільш перспективними є Карпатський, Волинський, Подільський та Київський туристичні регіони. Загальної кількості об'єктів зеленого будівництва в галузі туристичного обслуговування немає навіть у Держкомстат України. Офіційно їх ніхто ще не рахував. За даними профільного туристичного союзу, їх приблизно 150, хоча потенційно приймати туристів можуть щонайменше 30 тис. туристичних баз із 2 млн. домогосподарств у сільській місцевості.

Технології зеленого будівництва у сільському зеленому туризмі, як і багато іншого, прийшло до нас із Європи. Парадигми зеленого будівництва таким чином трансформували національне господарство країн ЄС, що воно стало бути найважливішою формою (підмурком) у розвитку економіки вражень і найбільшою рентабельною комерційною діяльністю.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гапоненко Г.І., Парфіненко А.Ю., Шамара І.М. Сільський зелений туризм: навч. посібн. Суми: Вид-во «Універкнига», 2019. С. 44-47.

2. Шевченко Р.Ю. Екологічна безпека споруд туристичного обслуговування (на прикладі об'єктів готельно-ресторанного господарства). Екологічна безпека. Кременчук. 2014. Вип. 1. С. 20-24.

3. Зелені інновації – реалії та перспективи. Зелене будівництво в Україні. URL: <https://ns-plus.com.ua/2017/08/05/zeleni-innovatsiyi-realiyi-ta-perspektyvy-zelene-budivnytstvo-v-ukrayini/>

## ЗАСТОСУВАННЯ ПІДХОДУ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЗАХИСНИХ СМУГ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

*Шелудченко Леся Сергіївна<sup>1</sup>, Фірман Юрій Петрович<sup>2</sup>*

*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,*

*[seludcenkolesa@gmail.com](mailto:seludcenkolesa@gmail.com)<sup>1</sup>, [yuriy.firman@gmail.com](mailto:yuriy.firman@gmail.com)<sup>2</sup>*

Питання негативного впливу автотранспорту на якість об'єктів навколишнього середовища є актуальним, як у світових наукових установах, так і у вітчизняних. При цьому досить значної актуальності набуває проблема зміни клімату, яка у значній мірі пов'язана із транспортною діяльністю

суспільства. Таким чином, враховуючи міжнародні угоди, в Україні починає діяти Закон «Про основи моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» і, відповідно, Розпорядження КМУ «Про схвалення Національної транспортної стратегії України » на період до 2030 року, Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року». В свою чергу, Національна Транспортна стратегія актуальні світові тенденції, які безпосередньо стосуються транспорту, а саме: «...використання паливно-економічних і екологічних транспортних засобів, застосування "зелених" видів транспорту, пріоритетність потреб охорони навколишнього середовища та збереження цінних природоохоронних територій в умовах розвитку транспортної інфраструктури; безпечний, екологічно чистий і енергоефективний транспорт тощо».

Саме тому слід відмітити, що підвищення науково обґрунтованого рівня екологічної безпеки природно-техногенних геоекосистем (ПТГЕС), які характеризуються високою щільністю мереж автомобільних доріг з одночасним навантаженням автотранспортних засобів, мають бути адаптованими до умов навколишнього середовища, враховуючи контекст сталого розвитку держави, та обов'язкової умови екологізації транспортної галузі.

Оскільки автотранспортні потоки є потужним чинником забруднення довкілля небезпечними речовинами, то однією із найпоширеніших проблем, яка на сьогоднішній день в достатній мірі не вирішена, є міграція забруднюючих речовин. Основна причина пов'язана із відсутністю науково обґрунтованої системи інженерно-технічних рішень, спрямованих на захист придорожніх територій, як у населених пунктах, так і за їх межами [1,2].

Отже, екодеструктивний вплив автодорожньої мережі містить комплексний характер та залежить від ряду взаємопов'язаних факторів, а зокрема: щільності автомобільних доріг та їх експлуатаційних показників, характеристик транспортних потоків (їх інтенсивності, швидкості та складу), особливостей організації дорожнього руху, що забезпечує безпеку його учасників та визначає рівень автотранспортної ємності території. Саме тому, слід відмітити, що управління екологічною безпекою на територіях з щільною мережею автомобільних доріг, необхідно здійснювати шляхом впровадження інженерних рішень захисту довкілля, які є прикладом зеленого будівництва (екодуки, захисні екрани, лісові смуги, екопереходи тощо) основна функція яких - захист прилеглих територій та безпосередньо конструктивних елементів автомобільної дороги від негативних проявів [3].

Одним із таких ефективних рішень із забезпечення екологічної безпеки ПТГЕС з щільною мережею автодоріг, є застосування лісових газо-

пилозахисних смуг дерево-чагарникового типу трапецієподібного профілю (рис.1а) [4]. Ефективність даної захисної смуги підтверджено експериментальним шляхом за показниками CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> та O<sub>2</sub>. Окрім того, наявність у їх структурі лабіринту лакунарних порожнин у вигляді фітоценотичних ніш (рис.1 б), збільшує ефективність смуг за показниками усіма досліджуваними показниками (рис. 1.в) [5].

Для зменшення конфлікту інфраструктури автомобільної дороги з об'єктами природного ландшафту необхідно проводити узгодження фрактально-інваріантних ознак ландшафтно-територіальної організації природно-територіального комплексу та об'єктів інженерної інфраструктури автодорожньої мережі, що в ідеальності має бути реалізовано на стадії опрацювання варіантів плану трасування автомобільної дороги (рис. 1г).

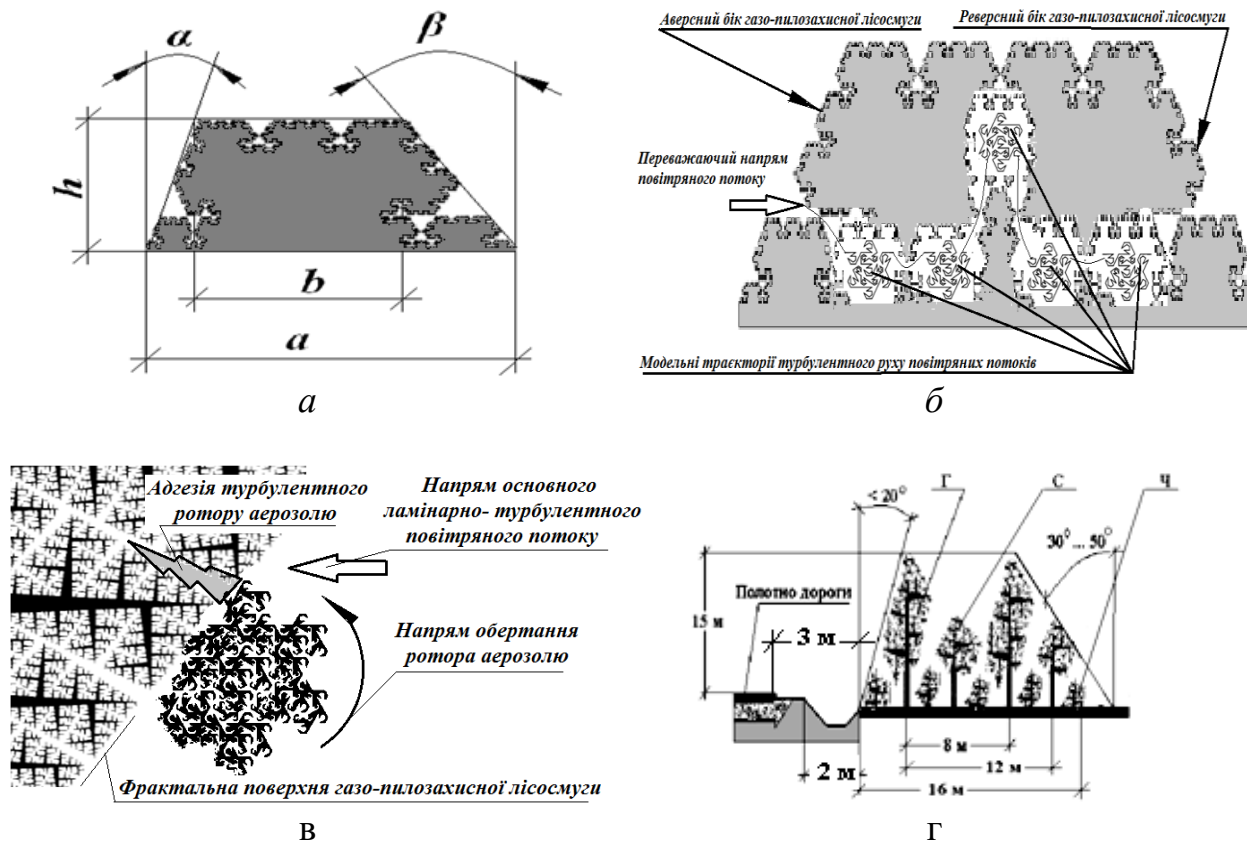


Рис. 1. Лісові газо-пилозахисні смуги автомобільних доріг дерево-чагарникового типу

Отже, потреба у розробленні надійних методів захисту навколишнього середовища, які дозволили б на стадії проектування забезпечити достатній рівень екологічної безпеки території, в тому числі з щільною мережею

автомобільних доріг, має базуватися на основі системного підходу та передбачати економічну та транспортну доцільність функціонування автодорожньої мережі в умовах сталого розвитку суспільства [6].

При цьому, враховуючи основні підходи «зеленого будівництва», при проектуванні захисних смуг автомобільних доріг необхідно здійснювати узгодження транспортної інфраструктури з природним ландшафтом. А зокрема максимально зберегти фрактально-інваріантні ознаки ландшафтно-територіальної організації ПТК на стадії вибору варіантів прокладання автодороги; інтегрувати транспортну інфраструктуру в природний ландшафт шляхом підсилення геоморфологічних ознак ландшафтно-територіального басейну завдяки створенню штучних об'єктів ландшафту (захисних смуг дерево-чагарникового типу), які підвищуватимуть рівень автотранспортної ємності території та одночасно відповідатимуть архітектурно-художньому оформленню автодороги, що базується на принципі екологічності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кофанов О.Є. Моделювання розсіювання і локального концентрування поллютантів у придорожньому повітряному просторі. Вісник НТУ "ХПІ", Серія : Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2018. – № 9 (1285). – С. 190–197.
2. Борисов О.О., Кофанова О.В. Проблеми вторинної міграції хімічних елементів – інгредієнтів викидів автотранспортних засобів на придорожніх рекреаційних територіях міст. Екологічні науки. 2019. Вип. 1 (924). т. 1. С. 17–21.
3. Шелудченко Л.С., Шмандій В.М. Екологічна оцінка та прогнозування динаміки трансформації ландшафту під впливом дії автотранспортної мережі. Науковий журнал “Екологічна безпека”. Кременчук: КрНУ, 2018 № 2/2018 (26). С. 70-75.
4. Патент України №109012 Газо-пилрозахисна лісосмуга автомобільної дороги. Л.С. Шелудченко, С.В. Вознюк, Б.А. Шелудченко, В.Б. Гаврилюк (Україна). – u201601003; заявлено 08.02.2016; опубл. 10.08.2016, Бюл. №15
5. Ivanyshyn V., Sheludchenko L., Hutsol T., Rud A., Skorobogatov D. Mass transfer management and deposition of contaminants within car road zones. Environment. Technology. Resources. Volume 1. Rezekne Academy of Technologies, (2019). P. 70-74.
6. Экологизация автомобильно-дорожного комплекса и экологическое право: монография / Н.В. Внукова, В.В. Соловей В.Г. Кононенко и др. – Х.: ФЛП Бровин А.В., 2015 – 264 с.



## **ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК СКЛАДОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

*Шпильова Юлія Борисівна*

*Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України»*

[shpuleva\\_y@ukr.net](mailto:shpuleva_y@ukr.net)

Зелене будівництво також відоме як стале будівництво, екологічне будівництво, стійке будівництво. Останніми роками більшого поширення отримав термін зелене будівництво або стале будівництво, що пов'язане зі створенням будівельних конструкцій за допомогою процесів з використанням екологічно чистих матеріалів. Якщо припустити, що традиційне будівництво поєднує в собі такі елементи, як економічність, корисність, довговічність і комфортність, то у випадку зеленого будівництва присутній ще й екологічний аспект. Отже, основною метою зеленого будівництва є зменшення негативного впливу будівель на природне середовище та здоров'я людини. Зелене будівництво спрямоване на зменшення впливу цієї сфери на навколишнє середовище і давно перестало бути просто тимчасовим трендом, а стало необхідністю. Отже важливою складовою такого будівництва є сприйняття природи як союзника. Економічне виконання, економічна експлуатація об'єкта, екологічні технології та матеріали – лише мала частина умов такого будівництва. Проміжні його цілі це: охорона здоров'я населення; ефективне використання енергії, води та інших природних ресурсів – фінансові вигоди; зменшення кількості відходів, забруднення та ступеня деградації природного середовища – соціальна та фінансова вигода.

Необхідно зазначити, що будівництво – одна з найважливіших галузей економіки, оскільки створює 10% ВВП Європейського Союзу. Згідно зі звітом Architecture 2030, на будівельну галузь припадає 39% викидів вуглекислого газу в атмосферу. Зниження цього показника є метою, закріпленою в Паризької угоді та Європейській зеленій угоді 2050 р. [1]. Стосовно будівельного сектору, який є основною причиною надмірного енергоспоживання (в Європі це близько 40% від загального обсягу), стале будівництво розглядається як раціональне та екологічно відповідальне здійснення будівельних інвестицій, у тому числі доцільне та економічно обґрунтоване використання природних ресурсів та енергії для виробництва будівельних матеріалів. Ідея сталого розвитку в будівництві також включає просоціальні аспекти, зосереджуючись на створенні оптимальних для здоров'я, естетичних і соціальних умов для населення. Процес впровадження принципів сталого розвитку в будівництві є частиною хвилі глобальних змін в економіці ЄС, спрямованих на значне скорочення споживання енергії та викидів парникових газів. Роль будівельної індустрії розглядається як вирішальна в цьому відношенні, а зелене

будівництво включено до групи європейських піонерських ринків, які підтримуватимуться комплексними інструментами, пов'язаними, наприклад зі зміною правил, стандартизації або маркування. Для сприяння впровадженню принципів зеленого будівництва Європейська Комісія пропонує запровадження вдосконалених правових норм та єдиних методів стандартизації, а також проведення інформаційних кампаній з цього питання. Одним із основних європейських документів щодо сталого будівництва є Директива 2012/27/ЄС від 25 жовтня 2012 р. про енергоефективність. Пріоритетом є раціоналізація енергоспоживання, а директива розглядає питання аудиту будівель з точки зору їх енергоефективності, а також визначає процес проведення перевірок обладнання та установок опалення та кондиціонування повітря тощо [2].

Стале будівництво в усьому світі керується кількома ключовими принципами, зокрема: відсутність використання небезпечних та екологічно шкідливих матеріалів; проектування будинку таким чином, щоб зменшити забруднення та споживання енергії; розташування будівлі, яке не порушує ландшафт та добре вписується в навколишнє середовище тощо. Також необхідно виділити: використання відновлюваних джерел енергії, особливо води та сонця; використання будівельних матеріалів, доступних «на місці»; мінімізація шкідливості будівель для здоров'я та навколишнього середовища; використання переваг модернізації – краще модернізувати будівлі, ніж будувати нові; мінімальна можлива площа новобудов; використання вільного простору тощо.

Необхідно зазначити, що зелене будівництво можна вважати каталізатором для вирішення деяких найактуальніших світових проблем. Незважаючи на те, що 17 цілей сталого розвитку є широкими, є кілька з них, які можуть бути досягнуті за рахунок і зеленого будівництва [3]. Зокрема: ціль «здоров'я і благополуччя». Існують переконливі докази того, що те, як спроектована будівля, може впливати на здоров'я та добробут її мешканців. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, захворювання легенів і дихальних шляхів, пов'язані з поганою якістю внутрішнього середовища, є трьома з п'яти головних причин смерті. Поряд з цим, доведено, що елементи екологічного будівництва, такі як покращене освітлення, краща якість повітря та зелені насадження, позитивно впливають на здоров'я та добробут. А зменшення викидів із будівель, особливо в містах, може зменшити забруднення та покращити якість повітря, сприяючи здоров'ю міських жителів; ціль «доступна та чиста енергія». Зелені будівлі використовують відновлювані джерела енергії, які можуть бути дешевшими. Відновлювана енергія також має додаткову перевагу, оскільки не виробляє викидів вуглецю, обмежуючи вплив на планету. Енергоефективність у поєднанні з місцевими

відновлюваними джерелами також покращує енергетичну безпеку; ціль «гідна праця та економічне зростання». Попит на зелене будівництво зростає відповідно, зростає і попит на робочу силу, необхідну для їх реалізації, і це ще одна мета, якій сталє будівництво може значно сприяти; ціль «відповідальне споживання та виробництво». Ця мета зосереджена на сприянні ресурсо- та енергоефективності, стійкій інфраструктурі та забезпеченні доступу до основних послуг і екологічних робочих місць. Будівельна індустрія відіграє важливу роль у запобіганні утворенню відходів шляхом їх зменшення, переробки та повторного використання; ціль «пом'якшення наслідків зміни клімату». Будівлі спричиняють понад 30% глобальних викидів парникових газів, отже, є одним із джерел зміни клімату, а зелені будівлі мають величезний потенціал для боротьби з цим; ціль «захист екосистем суші» – сталє управління лісами, боротьба з опустелюванням, зупинка деградації земель та втрати біорізноманіття. Матеріали, з яких виготовлена будівля, є ключовими для визначення її сталості. Тому будівельна індустрія та її ланцюги поставок відіграють важливу роль у використанні екологічних матеріалів. Інструменти сертифікації сталого будівництва також визнають необхідність скорочення використання води, цінність біорізноманіття та важливість забезпечення його захисту, і включають це в простір, – мінімізуючи шкоду на оточуюче природне середовище. Що стосується решти ЦСР, прямі зв'язки між ними та сталим будівництвом можуть бути менш явними, але це не означає, що їх взагалі не існує.

Отже, реалізація принципів зеленого будівництва в Україні дозволить здійснити перехід до зеленої економіки, яка є складовим елементом концепції сталого розвитку. Розвиток зеленого будівництва означатиме значний прогрес у відокремленні економічного зростання від зміни клімату, бідності та нерівності, сприятиме досягненню цілей і створенню більш екологічного світу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Karwowski S. Dlaczego budownictwo drewniane jest ekologiczne skoro do budowy należy ścinać drzewa? // Linked.in. URL: <https://pl.linkedin.com/pulse/dlaczego-budownictwo-drewniane-jest-ekologiczne-skoro-karwowski/> (дата звернення: 23.03.2023).

2. Zrównoważony rozwój. Materiały budowlane w zgodzie z ideą zrównoważonego rozwoju. // Muratorplus. URL: <https://www.muratorplus.pl/biznes/wiesci-z-rynku/materialy-budowlane-w-zgodzie-z-idea-zrownowazonego-rozwoju-aa-QkXL-xdH5-YBng.html> (дата звернення: 23.03.2023).

3. Green building: Improving the lives of billions by helping to achieve the UN Sustainable Development Goals. // World Green Building Council. URL:

<https://worldgbc.org/article/green-building-improving-the-lives-of-billions-by-helping-to-achieve-the-un-sustainable-development-goals/> (дата звернення: 23.03.2023).

## **ЦІЛІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ООН ЯК РАМКА ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО МІСТА**

*Ярошук Інна Володимирівна*

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
yaroshchuk.iv@knuba.edu.ua*

Виклики нового часу не дають змогу містам розвиватися в тому ж екстенсивному напрямку, як це було раніше. Цілі регіони стали потерпати від неефективного споживання енергоресурсів, деградації навколишнього середовища, забрудненості повітря, кліматичних змін, наростаючої нерівності та ще низки проблем. Настав час переглянути моделі розвитку та віднайти нову концепцію, яка прокладе шлях до успішного майбутнього.. Такою концепцією може стати модель сталого розвитку, яка гарантує безпеку та задоволення потреб не тільки для нашого сучасного покоління, але й для майбутніх поколінь. Важлива роль в запровадженні нової парадигми розвитку покладається на ООН, як на міжнародну організацію, здатну встановити ефективне міжнародне управління на шляху до справедливого та сталого економічного й соціального розвитку [1].

Саміт ООН який проходив у Нью-Йорку з питань сталого розвитку у порядку денному розглянув питання сталого розвитку світу до 2030 року. Саміті взяли участь 193 країни (члени Генеральної Асамблеї ООН). Резолюція оприлюднила нову траєкторію дій, яка включає 17 цілей сталого розвитку (ЦСР) та 169 задач, які пов'язані з ними. Цілі та, пов'язані з ними, задачі стосуються соціальних, економічних, особистих, фізичних та екологічних питань, що ще раз говорить нам про всеохоплюючий характер концепції сталого розвитку.

Так, однією з 17 цілей резолюції є ціль «Сталі міста і населені пункти», реалізація якої полягає в забезпеченні екологічності урбанізації та стратегічного планування розвитку міст. Відповідно до концепції сталого розвитку, міське планування повинно відбуватись за принципом «компактності міської забудови». Вона являє собою територію, яка включає в себе всю базову інфраструктуру, необхідну для комфортного життя людей, в пішій доступності. Важливим є перехід до концепції «розумного міста», в межах якої передбачається застосування технологічних рішень для забезпечення

екологічного будівництва та оптимізації в використанні й розподіленні ресурсів. [2].

В Україні на державному рівні одним із перших кроків на шляху до впровадження принципів сталого розвитку стало схвалення Концепції сталого розвитку населених пунктів. Концепція визначила сталий розвиток населених пунктів як «соціально, економічно і екологічно збалансований розвиток міських і сільських поселень, спрямований на створення їх економічного потенціалу, повноцінного життєвого середовища для сучасного та наступних поколінь на основі раціонального використання ресурсів (природних, трудових, виробничих, науково-технічних, інтелектуальних тощо), технологічного переоснащення і реструктуризації підприємств, удосконалення соціальної, виробничої, транспортної, комунікаційно-інформаційної, інженерної, екологічної інфраструктури, поліпшення умов проживання, відпочинку та оздоровлення, збереження та збагачення біологічного різноманіття та культурної спадщини» [3].

В грудні 2021 року в Києві було затверджено Концепцію екологічної політики міста Києва «Екологічна стратегія міста Києва до 2030 року», яка направлена на покращення стану екосистем та забезпечення екологічно безпечного середовища для комфортного життя жителів міста.

Дана концепція передбачає запровадження відповідних політик в наступних напрямках: чиста вода, чисте повітря та енергія, зелені зони та біорізноманіття; кругове управління відходами.

Політика за напрямком «чиста вода» насамперед передбачає оновлення та реконструкцію системи каналізації міста з використанням нової технологічної лінії обробки та утилізації осадів. До того ж запроваджуються обмеження в будівництві на територіях водного фонду.

Політика за напрямком «чисте повітря та енергія» передбачає створення моніторингової системи повітря, яка вже активно використовується в місті. Наразі кияни можуть в режимі реального часу слідкувати за станом повітря через додаток «Київ Цифровий». Також передбачається, що будівництво/оновлення інфраструктури міста буде відбуватися за принципом «компактності», що дозволить скоротити використання автомобільного транспорту. До того ж, передбачається перехід до альтернативної енергетики та інноваційних екологічно безпечних технологій при будівництві об'єктів соціальної інфраструктури і публічних просторів.

Політика за напрямком «зелені зони» передбачає створення балансу між забудовою міста та озелененими територіями. Насамперед, компактність забудови міста дозволить зменшити вплив урбанізації на зелені зони та відповідний моніторинг за останніми буд запроваджений [4].

Політика за напрямком «кругове управління відходами» передбачає створення системи заходів направлених на запобігання їх утворенню, повторне використання та переробку. Насамперед, планується включення в інфраструктуру міста ресайклінгових пунктів [5].

Паралельно з концепцією екологічної політики міста Києва «Екологічна стратегія міста Києва до 2030 року» запроваджується проект Плану дій «Зелене місто» (ПДЗМ), який в своїх завданнях та цілях корелює з зазначеною концепцією.

Темпи технологічного розвитку створюють для людини агресивні умови, що корінним чином відрізняються від природних. Зелені будівлі - це споруди, які розташовані, спроектовані, побудовані, відремонтовані і експлуатуються відповідно до основних принципів енергоефективності, і ще вони будуть надавати позитивний вплив на навколишнє середовище, економіку і соціальну сферу протягом всього їх життєвого циклу. Необхідність економії енергії і пом'якшення екологічних проблем сприяла появі хвилі зелених інновацій в будівництві, яка триває і донині.

Зелена покрівля – ефективна технологія, яка об'єднує традиційне будівництво з ландшафтним дизайном і має багато переваг: різноманітність інженерних рішень, які дозволяють озеленити практично будь який тип даху; економічна, ніж звичайна покрівля, за рахунок суттєвого зменшення витрат на стадії експлуатації будівлі, істотно поліпшує умови проживання та життєдіяльності міських жителів, створює привабливий зовнішній вигляд будівлі; високо екологічна, будучи природним фільтром. Це – п'ятий фасад будівлі, що перетворює незатребувану площу на корисну[6, с.60].

Зелені дахи перетворюються з елітарної й малодоступної технології на більш поширену практику у міському просторі. Парки на дахах облаштовують в усьому світі не лише у приватних віллах й котеджах, а й на торговельних й офісних центрах, покинутих промзонах й інших міських будівлях.

Наведемо приклад інтенсивного озеленення покрівлі зі степовим типом рослинності. Ткаченко Т. М. у своєму дослідженні «Можливість створення енергоефективних екологічно чистих зелених технологій в умовах України» доказово показує, що при озелененні покрівлі на несучі конструкції уклавши почергово дев'ять шарів (цементно-піщана стяжка, паро-ізоляційна плівка, теплоізоляція, захисний (розділяючий) шар, гідроізоляція, коренево захисний шар, дренажний шар, фільтруючий шар, ґрунтовий субстрат, призводить до здатності рослин переносити несприятливі літні умови та підвищення температури. Експериментально було встановлено, що всі 9 шарів для інтенсивного типу даху були підібрані і укладені правильно і якісно. Надалі, таку пошарову конструкцію можна рекомендувати для створення зелених покрівель інтенсивного типу з рослинами, що мають невеликий обсяг

кореневої системи, тому що шар гранту становить 0,80 м. Доведено, що для озеленення краще використовувати молодий (1-2-річний) рослинний матеріал, який краще приживається і розростається. Встановлено, що стійке степове саморегулююче рослинне співтовариство формується на третій рік існування покрівлі. Використані для озеленення степові рослини є стійкими до низьких зимових і високих літніх температур. Доведена можливість створення інтенсивної енергозберігаючої зеленої покрівлі в техногенно-кліматичних умовах України з використанням вітчизняного будівельного і садивного матеріалів. Запропонована автором пошарова конструкція є міцною і стійкою в кліматичних умовах України. Степовий тип озеленення покрівель є перспективним для посушливих українських регіонів [7, с.256].

Отже, концепція сталого розвитку віддзеркалює необхідність зміни сучасної ідеології щодо взаємозв'язку між економічною системою та зовнішнім світом, яка побудована на екстенсивному використанні природного капіталу. Зовнішній світ являє собою закриту екосистему з своїми межами та обмеженнями. Країни вже не здатні продовжувати користуватись наявним природним капіталом без згубної дії на життя наступних поколінь.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Adhikari O. Sustainable Development and its Challenges in Developing Countries [Електронний ресурс] / Olga Adhikari // International Young Naturefriends. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.iynf.org/2018/08/a-guide-to-sustainable-development-and-its-challenges-in-developing-countries/>.

2. Fomerand J. United Nations [Електронний ресурс] / J. Fomerand, K. Mingst, C. M. Lynch. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.britannica.com/topic/United-Nations>.

3. Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів: Постанова Верховної Ради України від 24.12.1999 № 1359-XIV– Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1359-14#Text>

4. Проєкт Плану дій «Зелене місто» [Електронний ресурс] // Департамент економіки та інвестицій КМДА. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://drive.google.com/file/d/1PccEEWG8cG6678X6ljS7TvwphCEI5kmk/view>.

5. Концепція екологічної політики міста Києва «Екологічна стратегія міста Києва до 2030 року» [Електронний ресурс] // Київська міська рада. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: [https://kyivcity.gov.ua/news/u\\_stolitsi\\_zatverdili\\_kontseptsiyu\\_ekologichno\\_politiki\\_mista\\_kiyeva\\_ekologichna\\_strategiya\\_mista\\_kiyeva\\_do\\_2030\\_roku/](https://kyivcity.gov.ua/news/u_stolitsi_zatverdili_kontseptsiyu_ekologichno_politiki_mista_kiyeva_ekologichna_strategiya_mista_kiyeva_do_2030_roku/).

6. Дадіверіна Л. М. Інженерні, економічні, соціальні та екологічні переваги зеленої покрівлі / Л. М. Дадіверіна, А. В. Комишня // Вісник

Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2018. – № 5. – С. 60–65.

7. Ткаченко Т. М. Можливість створення енергоефективних екологічно чистих зелених технологій в умовах України / Т. М. Ткаченко // Будівництво, матеріалознавство, машинобудування : зб. наук. тр. / Придніпр. держ. акад. буд. будівництва та архітектури. - Дніпро, 2015. - Вип. 81. - С. 256-260.

## **ЗЕЛЕНІ ПОВЕРХИ- МАЙБУТНЄ ЕКОЛОГІЧНИХ МІСТ**

***Василинич Анастасія Володимирівна<sup>1</sup>, Ковальський Віктор Павлович<sup>2</sup>,  
Бондар Альона Василівна<sup>3</sup>***

*Вінницький національний технічний університет  
vasilinichnasya@gmail.com<sup>1</sup>, kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com<sup>2</sup>,  
bondarav@vntu.edu.ua<sup>3</sup>*

На сьогоднішній день будівельна індустрія щохвилини змінюється, вдало та швидко вдосконалюються нові продукти й технології. Технології залізобетону розвиваються доволі стрімко та використовуються у різних сферах [1-3]. Велика увага приділяється технологіям, за допомогою яких людство може отримати електричну енергію у кількості, що здатна повністю забезпечити потреби. Екологічні стартапи дивують нас швидким та якісним втіленням у життя [4-6]. Для прикладу перша "зелена" багатоповерхівка була збудована у 1970-х роках. У Фінляндії є квартал будівель, у фасад яких вбудовані панелі, що накопичують сонячну енергію. Наприклад, в Естонії так звані хрущівки почали перетворювати на енергоефективні smart-будинки. Об'єкти обладнають сонячними панелями, встановлять сучасні вікна, системи опалення, ізоляції та вентиляції [6-8].

Один з найбільших екологічних будинків у світі - це багатоповерхівка Tairei 101 в Тайвані. Цей будинок займає 508 тисяч квадратних метрів і був спроектований з використанням екологічних матеріалів і технологій, таких як повітряна очистка, використання дощової води та сонячні панелі. Іншим прикладом може бути The Edge в Амстердамі, Нідерланди. Цей офісний будинок був названий "найбільш екологічним будинком у світі" за результатами конкурсу BREEAM Awards 2016. Він використовує відновлювальну енергію, забезпечує ефективне використання електроенергії та води та має високі показники енергоефективності. Багатоповерховий житловий комплекс Bosco Verticale (Вертикальний ліс) в Мілані, Італія складається з двох веж висотою 80 та 112 метрів, на яких знаходяться більше 900 дерев і 20 тисяч рослин. Вони не тільки виглядають красиво, але і відновлюють повітря та зменшують викиди вуглецю.



Збільшення екологічних тенденцій у будівництві пов'язане з кількома факторами. Один з найважливіших факторів - це зростання свідомості людей про вплив будівництва на навколишнє середовище та здоров'я людей. Загроза зміни клімату та екологічних криз викликала підвищений інтерес до екологічного будівництва та інші фактори, що впливають на збільшення екологічних тенденцій у будівництві, включають:

- підвищення енергоефективності та зменшення витрат на енергію в будівлях, що допомагає зменшити викиди парникових газів;

- покращення якості повітря та води в приміщеннях, що забезпечує здоровіші умови для проживання;

- використання екологічних матеріалів у будівництві, таких як відновлювані деревинні матеріали, біопластики та інші, що зменшують вплив будівництва на довкілля;

- розвиток технологій та інновацій у будівельній галузі, що дозволяє створювати більш ефективні та екологічні будівлі.

У результаті, екологічні тенденції у будівництві зростають і стають все більш популярними, що дозволяє зменшити негативний вплив будівництва на навколишнє середовище та поліпшити якість життя людей.

Багато людей на сьогоднішній день зацікавлені у «зеленому» житлі, це не просто тенденція або нова реформа передових країн. Оселя, яка збудована з екологічних будівельних матеріалів, була автономною з погляду енергетичних ресурсів, а головне яка б не забруднювала навколишнє середовище. Пропонується нова ідея, що здатна повністю задовольнити мрії мільйонів людей, а ще позитивно впливати на навколишнє довкілля.

На даний момент в Україні зруйновано 74 тис. житлових будинків і ця цифра не остаточна... У відбудові найпершим кроком до відновлення буде повернення населенню власного житла. Для того, щоб на заводах були працівники, по місту ходили люди і росло майбутнє покоління, потрібно відбудувати житлові квартири. Мета нашого проекту полягає не просто в спроектованому будинку, а в цілій системі, за допомогою якої можна відбудувати не тільки квартали, а цілі міста (рис. 1).



Рис 1. Спроекована модель проекту зеленого житлового будинку

Спроектований багатоповерховий будинок складається зі стінових панелей, за допомогою яких процес зведення значно прискорюється (здача будинку в експлуатацію через 8 місяців від початку зведення) та робить наш будинок набагато дешевшим в порівнянні з іншими. Панельне будівництво - це швидко, надійно та недорого. Дана конструкція включає в собі 8 наземних та 3 підземних поверхи. Паркінгова зона розрахована на 54 паркомісця і має особливий функціонал використання. На 2-ому підземному поверсі можна легко монтувати/демонтувати перегородки для бомбосховища. Туди підведені два окремих канали комунікацій та система мікроклімату. Завдяки товстому шару бетону та ізолюючих матеріалів приміщення захищене від радіаційної небезпеки. Тож, площа може бути використана для різних цілей. Найнижчий підземний поверх обладнаний невеликою ГеоЕС, а також гібридним інвертором. Перший рівень парковки обладнаний системою малошумних гідротурбін, що перетворюють падаючу з даху воду у енергію. В літній час використана вода збирається у резервуар для поливу газону, а в зимовий – для миття автомобілів від бруду та протижеледних засобів. Для зручності пропонується сайт за допомогою якого людина матиме змогу підібрати собі житло відповідно до свого бюджету та побажань, а також керувати системою розумний дім. Даний застосунок представляє будинки які реалізовано і таким чином покупці за своїми критеріями (ціна, планування, комплектація, місце знаходження) обирають собі житло і легко ним керують.

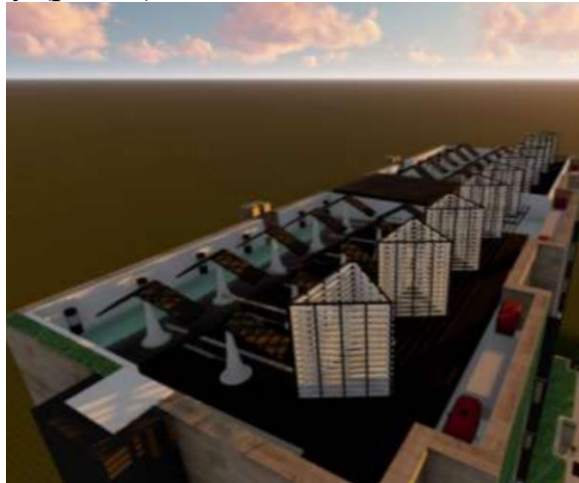


**Рис 2. Вид головного фасаду багатоповерхового екологічного житлового будинку**

Наземні поверхи включають перший поверх під комерцію, четвертий та шостий- зелені поверхи, а всі інші- житлові. Зелений поверх- це поверх, площа якого оздоблена клумбами та вертикальними садами та зонами для відпочинку. На ньому не живуть люди, немає комерції, на ньому кожен охочий може відпочити, прогулятись та просто провести час на свіжому повітрі. Один такий поверх може замінити вуличний майданчик та виділяти кисень у навколишнє середовище в 3,8% більше ніж алея довкола будинку. Вночі кисень експортується в атмосферу через відчинені вікна, а вдень, коли пил забруднює

повітря- надлишок кисню подається через вентиляційні канали до квартир (рис. 2). Такі поверхи відіграють роль кисневої станції (позитивно впливаючи на екологію), між поверхневої звукоізоляції, зменшують вітрове навантаження та збільшують протипожежну безпеку, дозволяють забудовникам будувати щільніше за рахунок зменшення площі прибудинкових паркових зон.

Дах будівлі також поєднує інновації та ідеї. Нерухомі вітряні генератори, сонячні панелі та збір опадів у резервуар для скидання у турбіни ГЕС- ці системи в сумі здатні забезпечити автономне живлення будинку протягом 24 годин, а при надлишку та бажанні електроенергію можна експортувати у міську електромережу (рис. 3).



**Рис 3. Дахове розташування альтернативних систем енергетики**

Дах будинку можна рентабельно використовувати отримуючи електроенергію не лише за допомогою сонячних панелей, а також вітрогенераторів і опадів. При поєднанні цих трьох альтернативних систем енергетики можна досягти максимального акумулювання енергії.

Отож перевагами нашого проєкту є:

- швидкі темпи зведення даного типу будинку;
- зелені поверхи;
- підземний паркінг з укриттям;
- система «розумний дім»;
- системи відновлювальних джерел енергії, що забезпечують автономність та прибуток.

Отож, зелені поверхи - це майбутнє високотехнологічних екологічних міст, які не лише додадуть естетичного шарму міському ландшафту, а і принесуть велику користь. Це екологічно, швидко та будується з меншою собівартістю, поєднує рентабельні рішення для енергоносіїв, а також є великим потенціалом для забудовників.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).

2. ЕКО-БУДИНКИ: НАЙЦІКАВІШІ ІДЕЇ З УСЬОГО СВІТУ – [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<https://www.5.ua/novynykompaniy/ekobudynky-naitsikavishi-idei-z-usoho-svitu-151950.html>

3. Лівінський О.М. Ефективність впровадження енергоощадних заходів в житлово-комунальному господарстві України / О.М. Лівінський, В.П. Очеретний, В.П. Ковальський, А.С. Бойко//Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури.-2012.-Вип. 45.- С. 115-119.

4. Ковальський В. П. Принципи якісної ревіталізації громадських просторів [Текст] / В. П. Ковальський, В. С. Абрамович // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2021. – № 2. – С. 54-59.

5. Ковальський В. П. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії [Текст] / В. П. Ковальський, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - - 2013. - № 2. - С. 116-118.

6. Абрамович В. С. Можливості зведення енергоефективних панельних будинків [Текст] / В. С. Абрамович, В. П. Ковальський, А. В. Бондар // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 199-201.

7. Тиманцева Н.Л. Инновационные архитектурные подходы к решению проблемы доступного жилья / Н. Л. Тиманцева // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. – Орел, 2007. – Вып. 3-15. – С. 107-112.

8. Екологічні багатоповерхівки: чи є для них місце в Україні – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/columns/2019/11/25/654086/> 9. Ковальський В. П. Дизайн міського середовища [Текст] / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, І.М. Вознюк // Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт): Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (15-16 квітня 2020 року). – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, 2020. – С. 317-322

# ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО В АРХІТЕКТУРІ ТА МІСТОБУДУВАННІ

*Карпович Ілля Вікторович*

*Київський національний університет будівництва та архітектури*

На сьогодні надзвичайно є актуальним питання зеленого будівництва в архітектурі та містобудуванні. Зелене будівництво — це термін, який стосується сталого проєктування та будівництва будівель і міських просторів, які мінімізують їхній вплив на навколишнє середовище. В останні роки концепція зеленого будівництва набула значного значення через зростаюче занепокоєння щодо зміни клімату та необхідності скорочення викидів парникових газів.

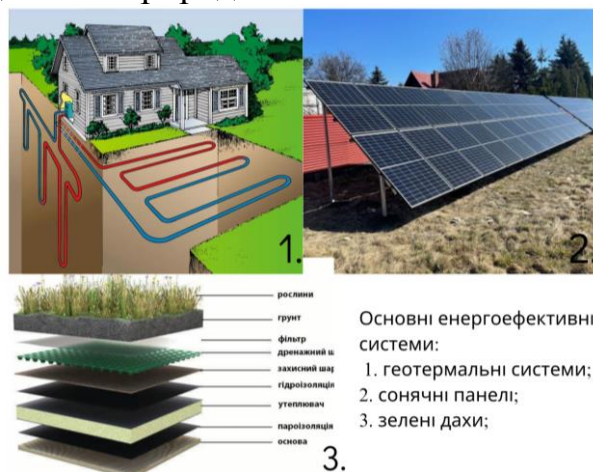
У цій статті обговорюватимуться різні аспекти зеленого будівництва в архітектурі та містобудуванні та переваги, які воно пропонує навколишньому середовищу та суспільству. Огляд літератури проводився шляхом пошуку в різних академічних базах даних, таких як Google Scholar, Science Direct і Web of Science. Ключові слова, використані для пошуку: зелене будівництво, стійка архітектура та містобудування. Статті, відібрані для огляду, були опубліковані за останні десять років, у центрі уваги були останні дослідження та тенденції зеленого будівництва.

Зелене будівництво передбачає використання екологічно чистих матеріалів, енергоефективних систем і методів сталого будівництва для зменшення впливу будівель і міських просторів на навколишнє середовище. Одним із важливих аспектів екологічного будівництва є використання екологічно чистих матеріалів, таких як перероблена сталь, бамбук і солом'яні тюки, які мають низький вуглецевий слід і є відновлюваними. Використання цих матеріалів зменшує кількість відходів, що утворюються в процесі будівництва, і мінімізує втілену енергію будівлі. Ще одним важливим аспектом зеленого будівництва є енергоефективність.

Будівлі споживають значну кількість енергії для опалення, охолодження, освітлення та інших цілей. Зелені будівлі включають енергоефективні системи, такі як сонячні панелі, геотермальні системи та зелені дахи, щоб зменшити споживання енергії та викиди парникових газів. Ці системи також знижують експлуатаційні витрати та покращують якість повітря в приміщенні, створюючи більш здорове та продуктивне середовище.

Містопланування також відіграє важливу роль у зеленому будівництві. Дизайн міських просторів впливає на якість життя мешканців і довкілля. Зелене міське планування передбачає використання зелених насаджень, таких як парки та сади, щоб зменшити ефект міського теплового острова та забезпечити середовище існування для дикої природи. Використання стійких транспортних систем, таких як велосипедні доріжки та громадський транспорт, зменшує кількість автомобілів на дорогах і покращує якість повітря. Зелене будівництво має кілька переваг, зокрема скорочення викидів парникових газів, покращення якості повітря в приміщенні та зниження

експлуатаційних витрат. Згідно з дослідженням Ради зеленого будівництва США, зелені будівлі споживають на 25% менше енергії, викидають на 34% менше вуглекислого газу та використовують на 11% менше води, ніж традиційні будівлі. Зелені будівлі також мають вищі показники заповнюваності та підвищення продуктивності завдяки покращенню якості повітря в приміщенні та природного освітлення.



**Рис.1. Основні енергоефективні системи**

Зелене будівництво є критично важливим аспектом сталого розвитку і набуло значного значення в останні роки через зростаюче занепокоєння щодо зміни клімату. Використання екологічно чистих матеріалів, енергоефективних систем і практик сталого будівництва в архітектурі та міському плануванні може зменшити вплив будівель і міських просторів на навколишнє середовище, покращити якість життя мешканців і сприяти сталому розвитку. Політикам, архітекторам і містобудівникам важливо впроваджувати практики зеленого будівництва у свої проекти, щоб сприяти більш стійкому та стійкому майбутньому.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Рада зеленого будівництва США. (2019). Факти зеленого будівництва. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.usgbc.org/articles/green-building-facts>
2. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ns-plus.com.ua/2017/08/05/zeleni-innovatsiyi-realiyi-ta-perspekty-vy-zelene-budivnytstvo-v-ukrayini/>
3. ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО: ПРИЧИНИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://blog.gitnux.com/green-building-industry-statistics>

*Науковий керівник: Гончаренко Артем Вадимович*

## **ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ В НЕК «УКРЕНЕРГО»**

*Давидов Генадій Матвійович*

*НЕК «Укренаерго»*

*davydov.gm@ua.energy*

НЕК «Укренаерго» – сучасна енергетична компанія, основною метою діяльності якої є управління об'єднаною енергосистемою України, передача електроенергії магістральними електромережами від об'єктів генерації до розподільчих мереж споживачів шляхом адміністрування комерційного обліку ринку електричної енергії України.

В рамках інтеграції в європейську систему ENTSO-E компанія стало розвивається та модернізує свою енергетичну мережу. При цьому може створюватись новий або змінюватись існуючий вплив енергооб'єктів (повітряних ліній та підстанцій) на довкілля. Для мінімізації такого впливу та запобігання негативним змінам у компонентах навколишнього природного та соціального середовища до прийняття рішення про початок провадження планованої діяльності здійснюється процедура Оцінки впливу на довкілля (ОВД). На виконання вимог ОВД, викладених у Звітах та Висновках з ОВД, компанією проводиться післяпроектний моніторинг для забезпечення контролю дотримання екологічних вимог Висновків з ОВД.

Тож, в межах виконання Політики НЕК «Укренаерго» зі збереження біорізноманіття, метою досягнення Глобальної цілі №15 «Захист та відновлення екосистем суші» та задля дотримання умов Висновків з Оцінки впливу на довкілля, НЕК «Укренаерго» впроваджує ініціативи зі збереження вразливих та рідкісних видів біоти.

Першим представником біорізноманіття, до збереження якого долучилась компанія, є Ящірка зелена (рис. 1) [1-4]. За результатами відкритого голосування серед персоналу компанії саме цей вид обраний Екологічним талісманом НЕК «Укренаерго».

Основними досягненнями перших двох років (2021р -2022 р) проєкту «Екологічний талісман НЕК «Укренаерго» є:

✓ обізнаність внутрішніх (персонал та їх родини) та зовнішніх (школярі, студенти населення регіонів в зоні впливу енергооб'єктів компанії, підрядні організації, партнери тощо) стейкхолдерів у сучасних природоохоронних ініціативах, насамперед, критичній потребі суспільства у збереженні біорізноманіття;

✓ розвиток екологічної свідомості молоді та їх залученість до охорони червонокнижних представників фауни;

✓ активна участь працівників у виборі та збереженні екологічного талісману;

✓ ідентифікація місць потенційного впливу енергооб'єктів НЕК «Укренаерго» на оселища Ящірки зеленої та розробка мапи співіснування енергетичної мережі компанії та ареалів Ящірки зеленої (рис. 2);



- ✓ формування та впровадження заходів зі збереження Ящірки зеленої (рис. 3);
- ✓ популяризація руху охорони живих ресурсів планети.



Рис. 1. Типовий представник Ящірки зеленої (*Lacerta viridis*)



Рис. 2. Мапа енергетичних мереж та ареалів Ящірки зеленої

Наступним проектом збереження біорізноманіття, до якого долучилась компанія, є проєкт «Подаруй оселю кажану». Проєкт був розпочатий у серпні 2022 року і спрямований на збереження оселищ кажанів в зоні впливу енергооб'єктів НЕК «Укренерго» (підстанцій, повітряних ліній тощо).

Постановою Національної комісії державного регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 20 січня 2021 р. № 57 було схвалено План розвитку системи передачі на 2021 – 2030 роки національної енергетичної компанії НЕК Укренерго [5].

Після схвалення Плану розвитку системи передачі на 2021- 2030 роки екологи компанії провели моніторинг задіяних земельних ділянок в місцях перетинів природоохоронних територій повітряними лініями НЕК «Укренерго», моніторинг офіційних джерел інформації (Зелена та Червона



книги України, Літописи національних природних парків України, сайт Міндовкілля, Звіти з ОВД задіяних енергетичних об'єктів тощо), консультації з провідними вченими-екологами щодо вразливих та рідкісних видів біоти.



Рис.3. Ящірка зелена

Враховуючи отримані результати попередніх аналізів та згідно висновків сучасних досліджень саме рукокрилі, до яких належать і кажани, є найбільш чутливими істотами до забруднення довкілля, в т.ч. й від впливу бойових дій.

Такою ініціативою Компанія реалізує добровільні зобов'язання зі збереження біорізноманіття, задекларовані Екологічною політикою НЕК «Укренерго» та Політикою НЕК «Укренерго» зі збереження біорізноманіття. Наразі ми підтверджуємо наміри залишатись національним лідером у побудові сучасної системи екологічного управління та спрямовуємо зусилля на досягнення цілей найактуальніших світових природоохоронних тенденцій: декарбонізації, збереження живих ресурсів, таксономії ЄС для сталої діяльності.

***Завдяки проекту компанія виконує екологічні зобов'язання перед:***

- державою (впроваджуємо вимоги звітів і висновків з оцінки впливу на довкілля); міжнародними та національними фінансовими інвесторами (виконуємо соціально-екологічні плани проєктів із залученням коштів ЄБРР, МБРР, ЄІБ, KfW, Укресімбанку, Укргазбанку); громадою (відновлюємо екосистеми та зберігаємо довкілля).

**Стейкхолдери проєкту у 2022 році:** НЕК «Укренерго»; Європейський банк реконструкції та розвитку (рамковий договір від 29.10.2021 №01/0185-21); Міністерство захисту довкілля (національні зобов'язання України по досягненню цілей сталого розвитку, справи з оцінки впливу на довкілля (далі – ОВД) №№20191292711, 20191302735, 2019312981, 20196203919); кафедра Технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці Київського національного університету будівництва і архітектури (договір про співпрацю від 01.11.2022 р.); Березанська селищна громада Миколаївської області (справи з ОВД №№20196203919 та 20191302735); Білогородська територіальна громада Київської області (справа з ОВД №2019312981); Бродівська міська громада та Буська громада (реконструкція ПЛ 750 кВ Хмельницька АЕС-Жешув, діюча ПЛ 750 кВ Рівненська АЕС-Західноукраїнська); Заліщицька міська об'єднана територіальна громада (будівництво ПЛ 330 кВ Чернівецька-Тернопільська); Заліщицький фаховий коледж імені Є. Храпливого; Нижньодністровський НПП; НПП «Голосіївський»; НПП «Дністровський каньйон»; НПП «Кременецькі гори»; НПП «Північне Поділля»; НПП «Сколівські Бескиди»; Регіональний ландшафтний парк «Тилігульський»; Київська міська державна адміністрація (денний центр «Родинний дім»); Скаутське об'єднання «Відрода»; Європейська бізнес-спільнота.

Робочою групою НЕК «Укренерго» сформовані та реалізовані заходи зі збереження оселищ кажанів у семи національних/регіональних природних парках, п'яти громадах. В межах проєкту фахівцями відділу КСВ проведено три арт-терапевтичні акції для дітей та молоді та семінар із студентами та науковцям КНУБА. Результати проєкту представлено персоналу компанії (три публікації на порталі), європейській енергетичній та бізнес-спільноті на двох міжнародних заходах.

**Основні цілі проєкту на 2023-2025 роки:**

- Розширити існуюче коло стейкхолдерів шляхом залучення студентів та викладачів КНУБА, науковців національних природних парків, заповідників та заказників, в т.ч. залучити до проєкту фахівців заказнику «Діброва» та НПП «Кременські ліси»;
- Проаналізувати ступінь заселення кажанятників та визначити основних стейкхолдерів (НПП) на наступні періоди;
- Розширити мережу розміщення кажанятників у тих НПП, де кількість будиночків, заселених кажанами, перевищує 50%;
- Вдосконалити конструкцію кажанятників згідно рекомендацій вчених з НПП та на підставі власних спостережень;
- Провести освітні заходи зі збереження біорізноманіття для персоналу НЕК «Укренерго», громад (в зоні впливу проєктів Укренерго), школярів, студентів та викладачів навчальних закладів;
- Провести круглий стіл для НПП, залучених у проєкт, та заснувати платформу з обміну досвідом між науковцями проєкту;

Одним із напрямків досягнення цілей збереження біорізноманіття в компанії є обов'язкова вимога рекультивації земельних ділянок після виконання робіт з реконструкції на енергетичних об'єктах НЕК з подальшим озелененням місць після рекультивації, в т.ч. із застосуванням елементів вертикального озеленення. Для виконання елементів вертикального озеленення компанія залучає професійний досвід фахівців кафедри Технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці КНУБА.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Oskyrko O, Jablonski D., The first comprehensive data on the distribution of reptiles within the Southern Bug eco-corridor, Ukraine, *Herpetozoa* 34: 97–114 (2021), DOI 10.3897/herpetozoa.34.e62459, Link: <https://doi.org/10.3897/herpetozoa.34.e62459.suppl1> .

2. Бойко М.П., Вікрячак О.К., Голіней Г.М., Шевчик Л.О., Характеристика чисельності та просторового розподілу популяції зеленої ящірки (*Lacerta viridis* Laurenti, 1768) на території НПП «Дністровський каньйон», *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.*, 2019, № 2 (76), doi: 10.25128/2078-2357.19.2.3.

3. Булахов В.Л., Гасо В.Я., Пахомов О.Є. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Земноводні та плазуни (*Amphibia et Reptilia*): Монографія. - Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетровського нац. ун - ту, 2007. - 420 с.

4. Некрасова О. Д., Куйбида В. В., Осирко А. С., Дубина А. Д., Распространение зеленой ящерицы, *LACERTA VIRIDIS* (LAURENTI, 1768) (SAURIA: LACERTIDAE), в экокоридоре Днепра (Украина), *Збірник праць Зоологічного музею*, 48: С.46–53, 2017.

5. Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 20 січня 2021 р. № 57 «Про схвалення Плану розвитку системи передачі на 2021 – 2030 роки»

## ОЦІНКА ТА ПРОБЛЕМИ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ З ВИБУХАМИ БОЄПРИПАСІВ ДЛЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

*Пархоменко Тетяна Василівна, Черненко Олександр Миколайович*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля*

*Національного університету цивільного захисту України*

*chernenko270977@gmail.com*

Запобігання і ліквідація негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє середовище відносяться до пріоритетних завдань будь-якої держави, в тому числі й України, що закріплено в її законодавстві [1, 2]. Надзвичайні ситуації різного походження порушують стан

навколишнього середовища та призводять до негативних наслідків. Такі об'єкти як артбази, артсклади, сховища боєприпасів, є об'єктами підвищеної небезпеки та виступають потенційними джерелами небезпеки внаслідок можливого розвитку надзвичайної ситуації. Зменшення наслідків подібних надзвичайних ситуацій техногенного походження потребує вирішення низки проблем, які пов'язані з їх моніторингом, прогнозуванням, попередженням, локалізацією та ліквідацією. Для цього необхідна комплексна оцінка впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище і людину, яка включає дослідження складу, властивостей, походження і процесів трансформації хімічних речовин в об'єктах навколишнього природного середовища, що є одним з наукових напрямків в галузі техногенної безпеки. Поодинокі вибухи або вибухи декількох боєприпасів представляють собою велику небезпеку як для людини та інших живих організмів, так і для середовища їх проживання. Величезна кількість боєприпасів, як правило, зберігається на спеціальних складах і арсеналах, що збільшує ймовірність виникнення надзвичайних техногенних ситуацій. Не всі особливості таких надзвичайних ситуацій з вибухами боєприпасів вивчені та узагальнені, але в даний час вони однозначно призводять до великомасштабних руйнування і, у багатьох випадках, до людських жертв [3].

Надзвичайні техногенні ситуації, зокрема аварії, на складах боєприпасів, зазвичай, супроводжуються вибухами боєприпасів і пожежами. При цьому відбувається висока забрудненість довкілля токсичними газами, пилом, сажею, летучою золою, отруйними і канцерогенними речовинами з різними фізико-хімічними властивостями і ступенями впливу на довкілля. Автором [4] наводиться перелік основних джерел небезпек, що притаманні складам боєприпасів. До них відносяться:

1) вибухові матеріали, що застосовуються у виробничих процесах, засоби військового призначення, що містять вибухові матеріали, які виготовляються, знаходяться на зберіганні або утилізуються;

2) стаціонарне обладнання для вантажно-розвантажувальних робіт, підіймальні споруди;

3) обладнання для виготовлення вибухових матеріалів і виробів на їх основі, комплекси для їх переробки та зберігання.

Крім того, арсенали, бази, склади і сховища боєприпасів, дислокуються по всій території країни в різних кліматичних і природних зонах, які характеризуються різним температурним режимом, рослинністю, інтенсивністю грозової діяльності, що впливає на їх пожежну небезпеку.

Артсклади розміщуються, зазвичай, на невеликій відстані від населених пунктів, доріг, ліній електропередач. Це, у свою чергу, створює певні труднощі з інженерним забезпеченням протипожежних заходів. Характерним для пожеж на подібних військових об'єктах є те, що горіння супроводжується одиничними і груповими вибухами боєприпасів, а за

певних умов і більш масштабними вибухами. Пожежі на подібних об'єктах здатні до самопоширення як у межах даного об'єкта, так і на інші об'єкти.

Причини, що викликають виникнення пожеж і вибухів, поділяють на об'єктивні і суб'єктивні. До об'єктивних відносяться: вплив супротивника, у тому числі засобів масового ураження, диверсії; вплив блискавок під час гроз; стихійні лиха (землетруси, лісові пожежі, повені, урагани тощо); катастрофи повітряних і космічних об'єктів над територією баз. Суб'єктивними є порушення правил техніки безпеки та експлуатації боєприпасів; порушення правил пожежної безпеки; наявність серед придатних боєприпасів вчасно не виявлених небезпечних у використанні; попадання кулі чи снаряду під час військових дій в штабель боєприпасів. Вплив цих причин може призвести до виникнення пожеж, а надалі - до детонації та вибухів боєприпасів. До чинників небезпек відносять небезпечність будов, споруд, обладнання, технологічних процесів об'єкта господарської діяльності та речовин, що виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються на їх території (внутрішні чинники).

Зовнішні чинники небезпеки - особливості місцезнаходження небезпечних об'єктів, несприятливі природні умови та ін.), можуть безпосередньо спричинити виникнення аварії на об'єкті або негативно вплинути на її розвиток. Для зниження ризику виникнення надзвичайних ситуацій на військових об'єктах пропонується створення системи ідентифікації військових об'єктів як потенційно екологічно небезпечних та їх подальшої паспортизації [4].

В Україні значна кількість робіт з оцінки збитків на територіях військових частин при надзвичайних ситуаціях на складах боєприпасів виконано В.Л. Сидоренко і С.І. Азаровим зі співавторами [5, 6]. У цих роботах збиток оцінювали за викидами в атмосферу оксиду і діоксиду вуглецю, діоксиду сірки, сажі або вуглецю, свинцю та його сполук, міді, нікелю. Детальний аналіз кількості викинутих газів в атмосферу в залежності від виду вибухнули боєприпасів не проводився. Ці роботи присвячені оцінюванню потенційного ризику життєдіяльності внаслідок аерогенного навантаження населення продуктами аварії, комплексного надходження продуктів згоряння речовин і матеріалів в організм людини та ризику ураження внаслідок вживання питної природної води після аварії на складах боєприпасів, але для всеосяжного дослідження впливу продуктів аварії на складі боєприпасів необхідно обчислити значення потенційних ризиків гострого токсичного ефекту, хронічної інтоксикації та впливу токсиканта внаслідок вдихання пилу. Також [6] автори показали, що від початку аварії ризику гострого і хронічного ураження людини та ризик ураження людини зваженими речовинами мають відносно рівномірний розподіл, а з часом починає переважати ризик гострого ураження людини від продуктів аварії. Запропонована ними оцінка розрахунку потенційного ризику життєдіяльності при аварії на складах боєприпасів є універсальною та може бути застосована при аваріях і пожежах з викидом токсичних газів,

пилу, аерозолів та диму на інших об'єктах підвищеної екологічної небезпеки.

Існує декілька методик визначення економічних збитків від надзвичайних ситуацій, пов'язаних з викидом (загрозою викиду) у природне середовище хімічних і біологічних небезпечних речовин, джерел іонізуючого випромінювання, продуктів аварій і пожеж тощо. Авторами запропоновано оцінку екологічних збитків при аварії на складах боєприпасів, яка володіє універсальністю і може являтися фундаментальною щодо проведення розрахунків оцінки екологічних наслідків важких аварій, нової методології аналізу і ймовірних методик розрахунків матеріальних, соціально-політичних та інших видів збитків. Пропонується створення єдиного підходу до методики всебічної комплексної оцінки екологічного збитку внаслідок аварії на військових об'єктах підвищеної небезпеки.

Зазначається, що діючі методики передбачають урахування перш за все тільки прямого збитку, який визначає наступні складові частини:

- поставарійний стан складів, будівель, будинків, механізмів, обладнання і т. ін., що знаходяться на території військових об'єктів;
- витрати на локалізацію і ліквідацію аварій, оплата сил і засобів, що залучаються до проведення пожежно-рятувальних робіт, їх обслуговування;
- витрати на мінімізацію наслідків аварій.

Ці методики є спрощеними і не в повній мірі враховують наступні (вторинні) збитки від аварії, а саме, негативний вплив на навколишнє середовище, шкоду, що наноситься тваринному і рослинному світу, лісовим і водним ресурсам, вплив на ґрунт, суміжні території і простір.

Зазначено, що вплив небезпечних і шкідливих факторів, а також психофізичних аспектів при аварії на складі боєприпасів формує у військовослужбовців екстремальні умови праці: високий рівень ризику втрати здоров'я, власного життя або одержання травми. Робота в таких умовах приводить до виникнення різних захворювань, травм і іншим небажаним психологічним наслідкам, що негативно впливають на боєздатність підрозділів Міноборони.

Визначення екологічного стану післяаварійної території проводили за принципом зонування післяаварійної території розташування складу боєприпасів, який складається з того, що при переході від більш високої до більш низької таксономічній одиниці зонування слід добитися більшої однорідності ландшафтно-геохімічних характеристик і густини забруднення у зонах спостереження – зоні екологічної катастрофи і зоні підвищеної екологічної небезпеки навколо складів боєприпасів, що визначаються за потужністю і тривалістю вибухів і пожеж та моделлю впливу вибухових, механічних, теплових і токсичних продуктів аварії та розповсюдження домішок у приземному шарі атмосфери. В результаті аналізу цих підходів запропоновано підхід до вибору ефективного методу оцінки техногенних збитків, який дає змогу не тільки оптимально оцінити

збитки, а й сформувані достовірну базу даних для прогнозу майбутніх збитків. Автори розглядають загальні питання методичних підходів до оцінки наслідків надзвичайних ситуацій в Україні та в світі. Зазначається, що у світовій практиці ще й досі не існує єдиного методичного підходу до розробки системи індикаторів оцінки вразливості, існує згода тільки щодо переліку сфер, які ці індикатори повинні характеризувати: соціальна, економічна та природна [6].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Екологічне право України [Текст]: підручник/ Г.В. Анісімова [та ін.]; ред.: А.П. Гетьман, М.В. Шульга; Національна юридична акад. України ім. Ярослава Мудрого. - Х.: Право, 2009. - 328 с.

2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» із змінами [Текст]. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, № 41, ст.546.

3. Державна служба України з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <http://www.mns.gov.ua/>.

4. Азаров С.І. Ідентифікація військових об'єктів як екологічно небезпечних [Текст]/ С.І. Азаров, В.Л. Сидоренко // Збірник наукових праць ВІКНУ ім. Т. Шевченка. – 2009. – № 24. – С. 279 – 290.

5. Азаров С.І. Оцінка хімічного забруднення довкілля в результаті аварії на складі боєприпасів у с. Новобогданівка Мелітопольського району Запорізької області (06.05.2004р.) [Текст]/ С.І. Азаров, О.В. Святун, В.Л. Сидоренко, В.В. Токаревський // Гігієна населених місць. – 2005. – Вип. 46. – С. 186 – 190.

6. Сидоренко В.Л. Визначення екологічного збитку від аварії на артскладі [Текст]/ В.Л. Сидоренко, С.І. Азаров // Екологічна безпека. – 2009. – Вип. 7. – С. 38 – 42.

## ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ПРИРОДНИЙ ПАРК «СВЯТІ ГОРИ»

*Ткаченко Тетяна Миколаївна, Климович Дмитро Юрійович*

*Київський національний університет будівництва і архітектури,  
[tkachenkoknuba@gmail.com](mailto:tkachenkoknuba@gmail.com) [klymovych\\_dy-2022@knuba.edu.ua](mailto:klymovych_dy-2022@knuba.edu.ua)*

Національний природний парк (НПП) "Святі гори" розташований в північній частині Донецької області України [1]. Парк знаходиться у числі відібраних на території України 271 територій, затверджених Постійним Комітетом Бернської конвенції 18 листопада 2016 р. і є наявним смарагдовим об'єктом.

НПП «Святі Гори» вміщає в себе декілька великих лісових масивів, розділених населеними пунктами, сільськогосподарські угіддя, виробничі зони, залізничні й автомобільні дороги, лінії електропередачі. Загальна довжина території парку понад 500 км, що ускладнює охорону заповідного



об'єкта.

Згідно з фізико-географічним районуванням України територія розташована в степовій зоні на межі Донецької і Задонецько-Донської північно-степових провінцій, яка проходить по Сіверському Дінцю [2]. Долина ріки асиметрична з крутим обривистим правим берегом і великою добре обводненою заплавою, що переходить у надзаплавні тераси на лівому березі (рис.1).

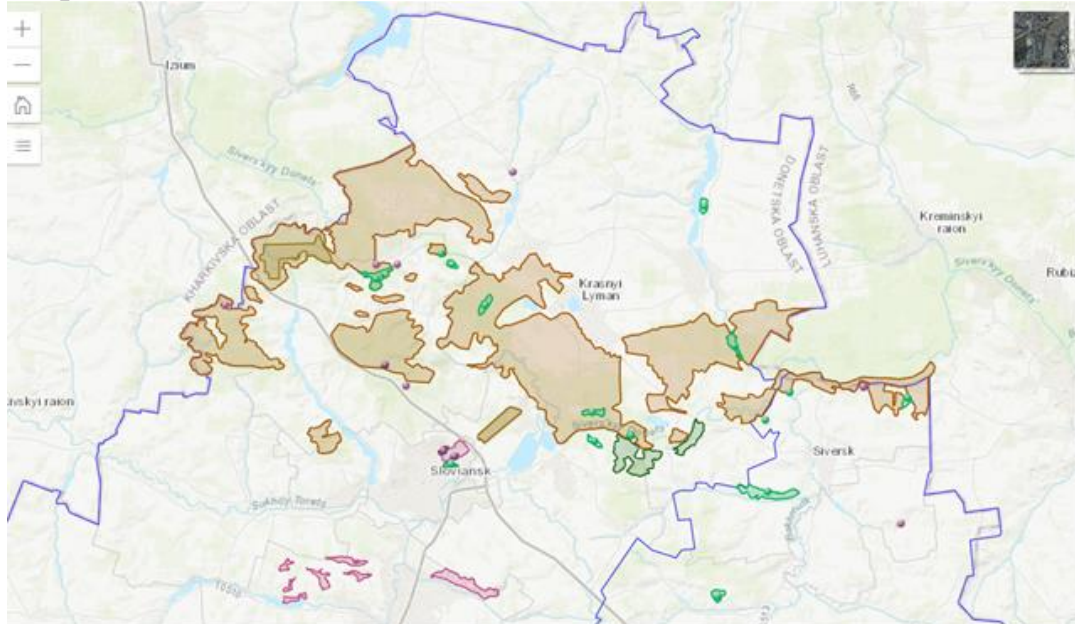


Рис.1. Мапа розташування НПП «Святі Гори»

Рослинність НПП "Святі Гори" має велику наукову і природоохоронну цінність. На площі 40,5 тис. га зосереджено понад третини різноманіття рослинного покриву Південного Сходу України і представлені не лише найбільш типові угруповання долинного рослинного комплексу, але й багато унікальних, ендемічних, рідкісних і реліктових елементів. Основні типи рослинності представлені так: ліси займають понад 91% площі парку, луки – близько 1,5%, болота – 2,5% [2].

Значущу цінність представляють унікальні крейдянні бори, сформовані сосною крейдяною – третинним реліктом, занесеним до Червоної книги України.

Для середнього Придінців'я на сьогодні відомо понад 200 видів птахів. Більшість з них зустрічається в національному парку. Найбільш численні в лісових біотопах: зяблик, вівчарик-ковалик, велика синиця, блакитна синиця, гаїчка, повзик, мухоловка-білошийка, звичайна вівсянка, садова славка. Звичайні фонові види: великий строкатий дятел, крутиголовка, пищуха, чорний і співочий дрозди, соловейко [3]. На території НПП «Святі Гори» щорічно гніздяться 10—20 пар сірого журавля, рідкісного виду, занесеного до Червоної книги України.

Зустрічаються також горностай, борсук і видра, які занесені в Червону книгу України. Із середини 90-х років постійно на території парку живе вовк. За даними обліків його чисельність досить стабільна і становить від 7 до 15



особин.

Висока чисельність в нагорних дібровах лисиці пояснюється дефіцитом місць, зручних для влаштування нір у суміжних сільгоспугіддях. У густих чагарникових заростях лисиці знаходять сприятливі умови для виховання потомства.

Копитні представлені аборигенними для регіону козулею і кабаном, тайговим мешканцем лосем, що широко розселився в другій половині ХХ століття, і акліматизованим у 60-х роках із Примор'я плямистим оленем. В останні роки чисельність копитних помітно знизилася через браконьєрство. Найбільшою мірою це відбилося на лосі, як найбільш великому і привабливому для мисливців звірі [1].

Після військового вторгнення РФ на територію України, з червня по жовтень 2022 р. територія НПП «Святі Гори» була під окупацією. Після звільнення цієї території співробітники парку фіксують, яку шкоду завдали окупанти навколишньому середовищу, культурній та історичній спадщині Національного парку «Святі Гори».

Було зруйновано 80 % будівель парку. Відносно вціліла тільки адміністрація, де жили окупанти. Але її теж розграбовано, розбито. Села громади – Долина, Богородичне, Ярова, Тетянівка – мають 90–100 % пошкоджених будівель, практично жодного цілого будинку не лишилося. Вибиті вікна, знесені дахи, вигорілі хати, декому до фундаменту все рознесло.

У жовтні 2022 р. 95% території парку вдалося звільнити. Зараз співробітники повертаються до НПП, допомагають громаді та сподіваються на відновлення. Територією парку вільно пересуватися заборонено, ходити можна тільки по асфальту в дозволених місцях.

Наслідки окупації НПП зі знищенням флори та фауни представлені на рисунку 2. З офіційних джерел інформації [4] станом на 1.06.2022 р. стало відомо, що внаслідок бойових дій ушкоджень зазнало близько 9000 га лісових масивів на території Святогірського ПНДФ, з них близько 6000 га – від пожеж, близько 3 000 га від механічних пошкоджень. На території Святогірського ПНДФ переважну частину лісових насаджень складає порода – «сосна звичайна». Середній діаметр на висоті 1,3 м становить близько 20-22 см. Кількість дерев на одному гектарі становить приблизно 800-900 одиниць. Вік насаджень становить від 50 до 80 років. Остаточні дані можна буде отримати тільки після завершення бойових дій та проведення розмінування території (Дробишевське лісництво) [5].

Для допомоги розрахунку збитків, пов'язаних зі знищенням біогеоценозів, Міндовкіллям за допомогою Міністерства цифрової трансформації України, розроблено офіційний сайт ЕкоЗагроза, який пропонує стандартизовану форму для автоматичного збирання та фіксування інформації про екологічні загрози в режимі реального часу, з географічною прив'язкою до місцевості [5].



а



б

Рис.2. Наслідки окупації НПП «Святі Гори»

Фото: Анастасія Драпалюк

На етапі оброблення інформації з мобільного додатку ЕкоЗагроза або її веб-версії проходить автоматичний розрахунок впливу на довкілля, параметри та категорії розрахунків постійно оновлюються та розширюються. Після оброблення інформації в системі формуються відповідні розділи панелей для інформування населення про стан довкілля, офіційні застереження та вказівки від Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України та показники ліквідації наслідків загроз в режимі реального часу. Система також передбачає визначення відповідального органу виконавчої влади за усунення наслідків екологічних загроз та відслідковування даного процесу у режимі реального часу (додавання фото відновленої території або ліквідованої загрози).

Документ [6], дозволяє розрахувати розмір збитків, пов'язаних зі знищенням цих лісових масивів. Середній діаметр дерева у корі біля шийки кореня  $d = 25$  сантиметрів. Середня кількість дерев на  $1 \text{ гм}^2$  у парку становить  $n = 900$  шт/  $\text{гм}^2$ . Такса за кожне дерево, зрубане або пошкоджене до ступеня припинення росту (діаметр дерева у корі біля шийки кореня 22,1 – 26 см) у степовій зоні становить  $T = 4040$  грн./шт. Розмір екологічного збитку від знищення лісових насаджень, загальною площею  $S = 9\,000 \text{ гм}^2$  розраховується як добуток  $D = n \cdot S \cdot T \cdot 10^{-9} = 32,724$  млрд. грн.

Орієнтовна сума збитку, нанесеному державі розраховується в додатку [5] і за цим зверненням становить 339,966 грн. (в цьому випадку, ймовірно, було використано коефіцієнт  $K = 10$  для природно-заповідного фонду).

У НПП «Святі Гори» спостерігається забруднення вибухонебезпечними предметами. Пересуватися по парку можна тільки по асфальтованих дорогах, повсюди можна побачити «урагани» на землі, уламки градів, мінометні міни. На схилах і полях видно «білі стовпчики» - транспортні контейнери 9М27К.

На деяких дорогах стоїть спалена військова техніка та підбиті цивільні автомобілі.

Забруднення вибухонебезпечними предметами несе загрозу як людям так і тваринам. Дикі тварини підриваються на мінах, гинуть та зазнають травм та поранень від вибухів. Забруднено не лише суходіл, але й водні об'єкти, що в подальшому потребуватиме засобів підводного розмінування. Через вибухи в річках та озерах відбувалася загибель водної біоти.

Лісові пожежі відбувалися внаслідок пожеж у будівлях. Заходити в ліс заборонено, на згорілі дерева можна подивитися тільки з дороги, або з космічних знімків. Внаслідок обстрілів видно велику кількість зламаних дерев.

Внаслідок обстрілів пошкоджено ґрунтовий покрив. Ґрунт і водні об'єкти забруднено паливно-мастильними речовинами. Було пошкоджено крейдяні схили. Експерти взяли зразки проб ґрунту з вирв, спричинених снарядами, де це було можливо з міркувань техніки безпеки. Також було відібрано проби з місця падіння авіаційних бомб.

Воєнні дії завдали великої шкоди природно-заповідному фондові України. Найбільше від війни постраждали Донецька, Луганська та Харківська області, у тому числі природно-заповідні фонди, які знаходяться на цих територіях. На сьогодні частину територій цих областей звільнено. Збір даних про екозлочини, спричинені війною, не завжди можливий. Але там, де є змога це робити, він проводиться. Зібрані дані передаються до обласних Держекоінспекції для розрахунку збитків довікільно за затвердженими в Україні методиками. НПП «Святі Гори» суттєво постраждав від воєнних дій. Крім шкоди навколишньому середовищу, окупанти нанесли шкоду матеріально технічній базі та історико-культурній спадщині. Зокрема знищено дерев'яний «Скит всіх Святих». Оцінити збитки НПП «Святі Гори» можна повністю тільки після завершення війни. Зараз існує багато онлайн сервісів для подання повідомлень про фіксацію злочинів, яку чинять окупанти на території України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Положення про національний природний парк «СВЯТІ ГОРИ». Київ, Мінприроди. 2019 р. 40 с.
2. ЕкоСистема. Національний природний парк «Святі гори». URL: <https://wownature.in.ua/parky-i-zapovidnyky/natsionalnyy-pryrodnyy-park-sviati-hory/>. Дата доступу: 16.03.2023.
3. Урядовий портал «Стратегія розвитку туризму та курортів на період до 2026 року» 16 березня 2017 року URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/249826501>. Дата доступу: 16.03.2023.
4. Офіційний лист керівництва Національного природного парку «Святі Гори» до Державної екологічної інспекції у Донецькій області без номера від 24.06.2022 р.
5. Офіційний ресурс Міністерства захисту довкілля та природних

ресурсів України Екозагроза URL: <https://ecozagroza.gov.ua/>. Дата доступу: 16.03.2023.

6. Постанова кабінету Міністрів України від 10 травня 2022 р. № 575 «Про затвердження такс для обчислення розміру шкоди, заподіяної порушенням законодавства про природно-заповідний фонд».

## **ЗЕЛЕНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ РЕГІОН ЯК ЧИННИК КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

*Ажжжа Марина Андріївна<sup>1</sup>*

*Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні*

*Запорізького національного університету*

*[azazmarina17@gmail.com](mailto:azazmarina17@gmail.com)*

Регіональна екологічна конкурентоспроможність означає, що регіон бере зелену основу в процесі розвитку, охорону навколишнього середовища, екологію, переробку, низький рівень вуглецю, здоров'я та сталість як головну лінію, а інклюзивне зростання людини та природи є моделлю для реалізації гармонійного симбіозу людського розвитку та природи. Шляхом раціонального та ефективного розподілу та створення ресурсів у регіоні повинна забезпечуватися більш конкурентоспроможна зелена платформа для регіонального розвитку, екологічно чистий та зелений екологічний регіон з унікальною зеленою конкурентоспроможністю формує переваги для регіону.

Теорія зеленого екологічного регіону базується на теоретичних основах охорони навколишнього середовища, наукового розвитку та зеленої екології. Порівняно з чисто регіональною екологічною конкурентоспроможністю, конотація регіональної зеленої конкурентоспроможності є більш розвиненою, має свої унікальні істотні атрибути у теоретичній системі регіональної конкурентоспроможності. Основою регіональної зеленої конкурентоспроможності є зелень. Зелений означає охорону навколишнього середовища, екологію, переробку, низький рівень вуглецю, здоров'я та стійкість. Охорона навколишнього середовища - це загальний термін для різних дій, які вживаються людьми для вирішення актуальних або потенційних екологічних проблем, координації відносин між людьми та навколишнім середовищем і забезпечення сталого розвитку економічного суспільства.

Його конкурентоспроможність в основному відображається в удосконаленні та впровадженні правової системи захисту навколишнього середовища, обізнаності та свідомих діях щодо захисту навколишнього середовища та рівні технологій захисту навколишнього середовища. Екологія стосується життєвого стану всіх живих істот і взаємозв'язку між ними та між навколишнім середовищем. Конкурентоспроможність в основному відображається в екологічному середовищі, яке розширюється

водою, лісами, повітрям, кліматом тощо, включає екологічні галузі та формує екологічну цивілізацію. Кругообіг - це процес взаємозв'язку, взаємовпливу, взаємоперетворення і багаторазового кругообігу біологічної енергії. Його конкурентоспроможність в основному відображається на рівні технології переробки відходів, кількості компаній, що займаються переробкою відходів, обсягом продукції галузей переробки відходів. Низький рівень вуглецю означає менші (нижчі) викиди парникових газів (переважно вуглекислого газу) для підтримки середовища проживання людей, здоров'я та безпеки. Конкурентоспроможність регіону в основному відображається у низьковуглецевому виробництві, низьковуглецевому споживанні та низьковуглецевому житті, включаючи життя, промисловість, сільське господарство та тваринництво. Конкурентоспроможність регіону в основному відображається на зеленій трансформації методів виробництва, використанні ресурсів і технологічної освіти.

Режимом регіональної зеленої конкурентоспроможності є інклюзивність. Підвищення регіональної зеленої конкурентоспроможності має бути не просто концепцією, а прагматично прийняти відповідні моделі для сприяння ефективному вдосконаленню. Модель інклюзивного зростання є основною моделлю для покращення регіональної зеленої конкурентоспроможності. Інклюзивне зростання прагне до узгодженого та сталого розвитку суспільства та економіки. На відміну від простої гонитви за економічним зростанням, інклюзивне зростання виступає за зростання рівних можливостей, найосновнішим значенням є розподіл економічного зростання справедливо та розумно. Ця модель є ключем до формування зеленої конкурентної переваги у регіоні, що відповідає збалансованому розвитку між людиною та природою, який підтримує регіональна зелена конкурентоспроможність.

Досягнення економічного розвитку повинні формуватися не тільки за рахунок природи, але й повертатися до неї, щоб людське суспільство і природа могли розвиватися в гармонії. Метою регіональної зеленої конкурентоспроможності є симбіоз, що означає тісні та взаємовигідні стосунки між двома різними організмами. Концепція регіональної зеленої конкурентоспроможності полягає в тому, щоб заохочувати людей враховувати природне середовище під час власного розвитку, оскільки люди та природа є взаємозалежними симбіозами, а сприяння регіональній зеленій конкурентоспроможності відбувається шляхом врахування природних факторів у процесі сприяння економічному розвитку та досягнення конкурентної переваги у цьому процесі.

Упровадження регіональної зеленої конкурентоспроможності сприяє зеленій трансформації регіональної економіки. Сприяння зеленій трансформації економічного розвитку означає, що економічний розвиток більше не відбувається за рахунок природи, і зберігаючи координацію з природою, у процесі економічного розвитку більше уваги приділяє захисту навколишнього середовища та зеленим трансформаціям. У процесі

введення концепції зеленого регіону слід докласти всіх зусиль, щоб оптимізувати розподіл ресурсів, підвищити ефективність використання ресурсів, зробити їх кругообіговими та максимально чистими, щоб вироблена продукція була більш екологічною та орієнтованою на людей. Таке екологічне мислення – саме те, що має бути реалізовано в процесі підвищення регіональної зеленої конкурентоспроможності.

Підвищення регіональної зеленої конкурентоспроможності сприяє гармонійному співіснуванню людини та природи. Симбіоз є біологічним поняттям, але він також відповідає законам і принципам взаємовідносин між людиною та природою. Гармонійне співіснування людини та природи є необхідною умовою для того, щоб люди могли отримати стійке відтворення. Поліпшення регіональної зеленої конкурентоспроможності сприяє гармонійному співіснуванню між людиною та природою, оскільки регіональна зелена конкурентоспроможність спрямована на захист природного середовища. Природне середовище оптимізується та стає більш гармонійним, і регіональний індекс зеленої конкурентоспроможності може бути покращений.

Регіональну зелену конкурентоспроможність слід формувати і накопичити. У процесі вдосконалення зеленої конкурентоспроможності кожен регіон продовжуватиме скорочувати природну депривацію, використовувати різноманітні інноваційні технології для відновлення та захисту природного середовища, використовувати закон симбіозу між людиною та природою для підтримки екологічної рівноваги, наскільки це можливо, сприяти зменшенню забруднення навколишнього середовища завдяки екологічному виробництву. Це навіть не забруднює природне середовище, а досягає гармонійного симбіозу між виробничим процесом і природним середовищем [1].

Підвищення регіональної зеленої конкурентоспроможності сприяє створенню сучасного цивілізованого екологічного середовища. Підвищення регіональної зеленої конкурентоспроможності сприяє забезпеченню соціального здоров'я, гармонії та прогресу. З соціальним прогресом та економічним розвитком прагнення до комфортних умов життя, хорошого фізичного та психічного здоров'я, високого рівня споживання, хорошої якості життя та красивого життєвого середовища стало основними ознаками цивілізованого екологічного середовища.

Основою всебічного, здорового та сталого соціального розвитку є міцна підтримка суспільного виробництва та розвитку. Покращення регіональної зеленої конкурентоспроможності може використовувати ідею зеленої продуктивності для забезпечення сталого розвитку суспільної продуктивності та постійного покращення умов життя шляхом коригування та модернізації промислової структури. На основі зеленої платформи формується зелене споживання, яке у свою чергу робить структуру споживання більш розумною, а якість споживання покращується.



Протягом тривалого часу існують значні відмінності в етапах економічного розвитку, характеристиках промислової структури, географічній забезпеченості ресурсами та соціальних і культурних характеристиках різних регіонів. Те, як різні регіони покладаються на свої ресурси та промислові переваги та об'єднують власні потреби для просування місцевої зеленої та низьковуглецевої трансформації та розвитку для формування національних спільних сил, щоб допомогти досягти мети «вуглецевий пік і вуглецевий нейтралітет».

З одного боку, щоб сприяти регіональній зеленій та низьковуглецевій трансформації, необхідно включити економічну систему, енергетичну систему, екологічне середовище, соціальне забезпечення та багато інших сфер у систему розробки та оцінки політичних механізмів. Необхідно всебічно враховувати характеристики регіонального розвитку та забезпеченість ресурсами для розробки політики сприяння високоякісному промислому розвитку та сталій енергетичній трансформації. У той же час, зовнішні фактори навколишнього середовища, такі як викиди парникових газів, звичайні викиди забруднювачів повітря та викиди стічних вод, щоб максимально зменшити вплив виробничої діяльності на навколишнє середовище та здоров'я жителів.

Сприяючи стабільному розвитку економіки на національному рівні, зелена промисловість модернізації та здорового та доброзичливого навколишнього середовища, має бути адаптована до місцевих умов. Зосередження на зеленій екології, споживання енергії на одиницю регіонального ВВП і викиди вуглекислого газу повинні відповідати національним вимогам. Необхідно розширити зелений екологічний простір, посилити управління екологічним середовищем, сприяти зеленому та низьковуглецевому круговому розвитку та вдосконалити механізм і систему захисту екологічного середовища. Регіони повинні розвивати зелену промисловість, прискорювати зелену енергетичну революцію, сприяти екологічній та низьковуглецевій трансформації виробництва та способу життя, прагнути досягти піку викидів вуглецю, а також повністю демонструвати красу природної екології.

Цифрова галузь також є галуззю з високим енергоспоживанням. Розвиток цифрової індустрії значною мірою сприяв низьковуглецевому розвитку традиційних галузей. У процесі промислової цифровізації підприємства значно підвищують продуктивність та енергоефективність завдяки постійному вдосконаленню рівня цифрових технологій. Головне завдання - сприяти технологічним інноваціям у цифровій індустрії та зменшувати споживання енергії, створити та вдосконалити систему екологічних стандартів для цифрової галузі, провести оцінку екологічного рівня та сформулювати плани впровадження вуглецевої нейтральності, дорожні карти та графіки.

Будівництво зелених регіонів – це один із шляхів для формування екологічних міст відновлення міської природної екології. Між

містобудуванням і будівництвом екологічного середовища завжди існують протиріччя та конфлікти. Як ефективний засіб сталого розвитку міст, зелені регіони дозволяють відновлювати та реконструювати природну екологію міста. Міські зелені коридори не тільки захищають природні ресурси, але й задовольняють потреби людей у дозвіллі та розвагах, захищають і відновлюють цінні культурні ресурси, а також відіграють керівну роль у плануванні міського простору та створенні екологічного середовища. Зелене споживання означає, що коли споживачі купують продукти, вони враховують вплив продуктів на навколишнє середовище та вибирають продукти, які є менш шкідливими для навколишнього середовища або навіть корисні для навколишнього середовища. Сфера зеленої промисловості охоплює виробництво, транспортування, маркетинг, утилізацію продуктів. ЗВО повинні формувати екологічну свідомість, проводити широкі курси з екологічного споживання та екологічної промисловості, пов'язані з концепцією споживчої поведінки, що може сформувати базову обізнаність людей щодо охорони навколишнього середовища [2].

Завдяки концепції зеленого будівництва, змінити характеристики виробництва та збуту виробників, а також зменшити навантаження на міське забруднення та вирішити проблеми зі сміттям. Сформувати зелений режим розвитку та підвищити якість регіонального розвитку, для чого екологію вважати підтримкою для високоякісного зеленого розвитку, зосереджуючись на перетворенні та модернізації традиційних галузей промисловості. Міста повинні практикувати концепцію екологічного розвитку та посилювати концепцію екологічної ефективності за допомогою екологічного будівництва, органічного сільського господарства. Сприяння зеленому та низьковуглецевому розвитку цифрової індустрії та формування цифровізації та екологізації є вимогами для досягнення високоякісного економічного розвитку та підвищення національних інноваційних можливостей і міжнародної конкурентоспроможності в умовах безпрецедентних змін зеленого будівництва. Розвиток цифровізації та екологізації є темою глобального розвитку.

**Висновок.** Визначення базової конотації та суттєвих атрибутів зеленої конкурентоспроможності забезпечує теоретичний простір і напрямок для подальших досліджень регіональної зеленої конкурентоспроможності і водночас має велике практичне значення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ажажа М.А., Фурсін О.О., Венгер О.М. Зарубіжний досвід регіонального економічного розвитку: інновації, екосистема, місцеве самоврядування. Humanities studies: Collection of Scientific Papers / Ed. V.Voronkova. Zaporozhzhia : Publishing house «Helvetica», 2022. 11 (88). P. 169-182.



2. Воронкова В. Г., Ажажа М. А., Нікітенко В. Цивілізація, залежна від викопного палива. Еко Форум – 2021: збірка тез доповідей V спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму, 14 – 16 вересня 2021 р. / Запорізька міська рада, Запорізька торгово-промислова палата. Запоріжжя: Запорізька торгово-промислова палата, 2021. С. 80-81.

## **ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ ДЛЯ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ВІД ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ПРИКЛАДІ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*Березницька Юлія Олегівна*

*Київський національний університет будівництва і архітектури,  
Juli\_mmm@ukr.net*

Природно-заповідний фонд України (далі ПЗФ) — ділянки суходолу і водного простору, природні комплекси та об'єкти, які мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність і виділені з метою збереження природної різноманітності ландшафтів, генофонду тваринного і рослинного світу, підтримання загального екологічного балансу та забезпечення фонового моніторингу довкілля [1].

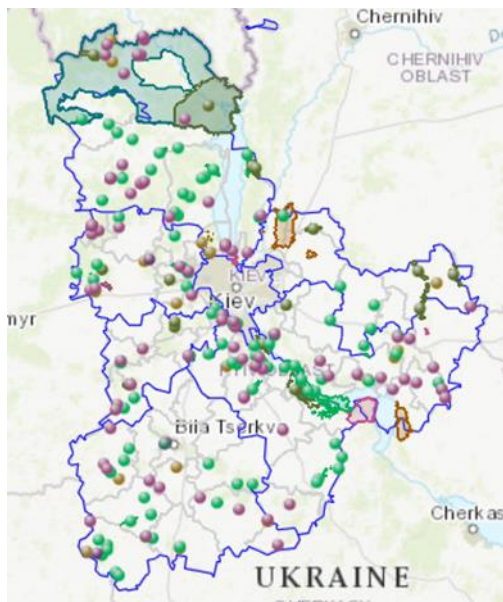
ПЗФ України відіграє надважливі функції для забезпечення стабільності екологічної ситуації та сталого розвитку України, як сучасної Європейської держави. Серед таких функцій, зокрема, можна виділити природоохоронну, наукову, екологічної освіти та екологічного виховання населення, збереження біорізноманіття тощо.

На території Київської області налічується 279 територій і об'єктів ПЗФ, з них 25 територій мають загальнодержавне значення та 254 - місцеве. Відсоток заповідності становить 10,42 % від адміністративної площі Київської області.

Карта ПЗФ Київської області представлена на рис. 1.

Загальна характеристика ПЗФ Київської області за категоріями та фактор проведення військових дій наведена в таблиці 1.

Важко переоцінити негативний вплив військових дій на вплив війни на навколишнє природне середовище. Даний фактор впливу являє собою складну систему, адже неможливо навести точні цифри, провести розрахунки та фоновий моніторинг стану довкілля, особливо в зоні активних бойових дій. Військові дії руйнують інфраструктуру, завдають економічних збитків, змушують тисячі людей покинути свою державу. Звичайно, на тлі людських втрат наслідки для природних екосистем можуть здаватись проблемою не першочерговою, як то кажуть «не на часі». Але страждання, які війна завдає довкіллю, ще не одне десятиліття нагадуватимуть про повномасштабне російське вторгнення та потребують визначення кількісних та якісних показників нанесеної шкоди та відповідних природоохоронних рішень.



- Заказники місцевого значення
- Пам'ятки природи загальнодержавного значення
- Пам'ятки природи місцевого значення
- Ботанічні сади загальнодержавного значення
- Ботанічні сади місцевого значення
- Дендрологічні парки загальнодержавного значення
- Дендрологічні парки місцевого значення
- Зоологічні парки загальнодержавного значення
- Зоологічні парки місцевого значення
- Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення
- Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення

Рис. 1. Природно-заповідний фонд Київської області [2]

Таблиця 1

**Загальна характеристика ПЗФ Київської області за категоріями**

Категорія ПЗФ	Кількість	Площа, га	Відсоток від загальної площі області, %	Фактор проведення військових дій
Біосферний заповідник	1	226964,7	8,07	+
Національний природний парк	2	21850,4	0,78	+
Регіональний ландшафтний парк	4	11377,1	0,4	+
Заповідні урочища	17	1572	0,06	+
Заказники	96	88681,6	3,15	+
Пам'ятки природи	61	461,5201	0,016	+
Дендрологічні парки	1	406	0,014	+

Через бойові дії служби охорони природно-заповідних територій часто не можуть виконувати свої функції та забезпечувати збереження рідкісних видів, а деякі заповідники та національні парки опинилися на межі гуманітарної кризи.

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, за попередніми підрахунками, агресор веде бойові дії на території природно-заповідного фонду площею 12,4 тис. кв. км — це третина усього природно-заповідного фонду України [3].

Загальна ситуація щодо територіального розповсюдження впливу військових дій на ПЗФ України представлена на рис. 2 [3].

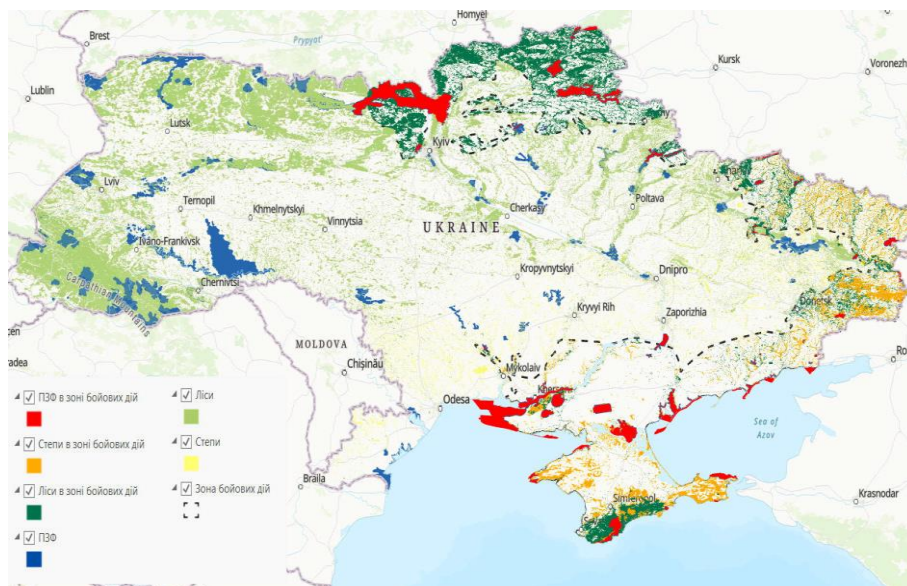


Рис. 2. Розповсюдження впливу військових дій на ПЗФ України

В результаті російської агресії природоохоронні території України зазнають наступних негативних впливів: змінюються міграційні маршрути перелітних птахів, руйнуються місця гніздування рідкісних видів, порушується спокій диких тварин, вони або гинуть, або намагаються втекти з гарячих точок, також значного ризику зазнає виведення майбутнього потомства багатьох птахів і ссавців, зростає кількість лісових пожеж, що призводить до втрати біологічного різноманіття, масово гине риба та дельфіни вздовж узбережжя Чорного та Азовського морів, висихають озера.

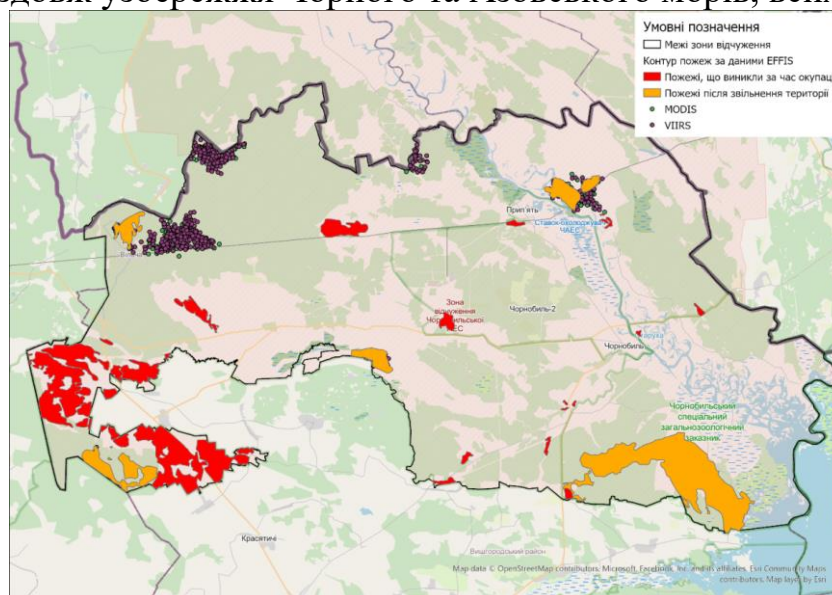


Рис. 3. Контури пожеж та точки горіння згідно даних Європейської інформаційної системи лісових пожеж

Військова агресія росії та білорусі завдала значної шкоди зоні відчуження та природі Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника зокрема. Незважаючи на звільнення цих територій, негативні наслідки вторгнення продовжують накопичуватися. Згідно з

даними European Forest Fire Information System (EFFIS), з 24 лютого пожежами пройдено 22171 га території зони відчуження (рис. 3) [4].

На сьогодні важко повністю оцінити вплив військової агресії на природно-заповідні території України в цілому та Київської області зокрема. Дане питання є актуальним та вимагає подальших досліджень для своєчасного прийняття управлінських природоохоронних рішень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про природно-заповідний фонд України» м. Київ, 16 червня 1992.
2. Електронний проект Природа України. Режим доступу: <https://nature.land.kiev.ua/projekt.html>.
3. О. Омельчук. Природа стогне від війни / О. Омельчук, С. Садогурська/ Дзеркало тижня: електронне видання. Режим доступу: <https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/priroda-stohne-vid-vijni.html>.
4. З 24 лютого в зоні відчуження вигоріло понад 22000 га: Наслідки окупації продовжують завдавати шкоди довкіллю. Українська природоохоронна група. Режим доступу: <https://uncg.org.ua/z-24-liutoho-v-zoni-vidchuzhennia-vyhorilo-ponad-22000-ha-naslidky-okupatsii-prodovzhuut-zavdavaty-shkody-dovkilliu/>.

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ЗАПОРІЖЖЯ

*Белоконь Каріна Володимирівна<sup>1</sup>, Пірогова Ірина Миколаївна<sup>2</sup>, Манідіна Євгенія Анатоліївна<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Запорізький національний університет, [kv.belokon@gmail.com](mailto:kv.belokon@gmail.com)

<sup>2</sup>Департамент захисту довкілля Запорізької обласної державної адміністрації, [iryna.pirohova@gmail.com](mailto:iryna.pirohova@gmail.com)

<sup>1</sup>Запорізький національний університет, [manidina\\_ZGIA@ukr.net](mailto:manidina_ZGIA@ukr.net)

Запоріжжя є одним з найбільш урбанізованих, індустріальних та екологічно несприятливих міст України. Населення м. Запоріжжя проживає в умовах постійного забруднення повітря небезпечними хімічними речовинами техногенного походження. Криза техногенного навантаження на місто погіршується кліматичними особливостями регіону та існуючою забудовою. Місто Запоріжжя перебуває в кліматичних умовах, для яких характерні несприятливі умови розсіювання шкідливих викидів (температурні інверсії, штилі й тощо), що приводить до накопичування викидів підприємств у житлових районах. Основні підприємства міста Запоріжжя розташовані на промисловому майданчику, який знаходиться практично в центрі міста, забруднення атмосферного повітря над основними районами міста відбувається практично при будь-яких напрямках вітру [1].

Запорізька область зазнала значних збитків (руйнувань, окупації та інше) від початку повномасштабного вторгнення військ російської федерації на територію України. Місто Запоріжжя стало адміністративним, промисловим та гуманітарним центром Запорізької області за часу війни. Метою роботи було порівняти якість повітря м. Запоріжжя у 2022 році з аналогічними періодами 2019-2021 років, що дозволило виявити загальні тенденції та зміни у якості повітря, спричинені початком війни в Україні. В якості основного індикатора порівняння обрані вибіркові дані про обсяги виробництва основних видів продукції підприємств на території агломерації м. Запоріжжя. Оцінка якості повітря була виконана за основними та поширеними забруднювальними речовинами, серед яких: дрібнодисперсний пил, формальдегід, оксид вуглецю, фенол, оксиди азоту, діоксид сірки.

Оцінка результатів моніторингу зі стаціонарних постів спостережень виконана за критерієм Індексу забруднення повітря (ІЗА). Цей параметр порівняння є застарілим, проте відповідає усталеній практиці в Україні. Цей підхід застосовується останні 30 років Незалежності. ІЗА передбачає індивідуальну оцінку впливу для кожної забруднюючої речовини (яка включена до програми моніторингу), а також комплексну оцінку взаємного впливу цих забруднюючих речовин у атмосферному повітря (комплексний індикатор – КІЗА). Для обчислення індикаторів якості повітря ІЗА та КІЗА отримані усереднені концентрації забруднюючих речовин порівнювалися з відповідними гігієнічними нормативами [2, 3].

Оцінка стану атмосферного повітря за 2020-2022 роки здійснювалась за величинами середньомісячних концентрацій у кратності перевищень середньодобових ГДК по пріоритетним забруднюючим речовинам з урахуванням їх максимально разових та середньодобових граничних концентрацій. У 2022 році по всім забруднюючим речовинам спостерігається тенденція до зниження рівня вмісту та забруднення повітря. Особливо виражено це для забруднюючих речовин – діоксид азоту та фенол. Це пояснюється в першу чергу таким же різким зниженням виробничих потужностей найбільших підприємств м. Запоріжжя.

В якості фактору порівняння використані дані про питомі обсяги основної продукції промислових підприємств на території агломерації м. Запоріжжя. Повномасштабне воєнне вторгнення суттєво вплинуло на виробничу діяльність промислових підприємств, частина підприємств призупинила свою діяльність, частина суттєво знизила обсяги виробництва, інші – були зруйновані під час ракетних та артилерійських атак.

Для кореляції рівнів забруднення повітря з детермінантою (потужність виробництва) було проведено аналіз відповідностей по основним видам продукції 5 найбільших підприємств міста, які розташовані на основному виробничому майданчику (Вознесенівський район) міста Запоріжжя. Підприємства обрані за ознакою – найбільші валові викиди забруднюючих речовин. Види продукції зведені по категоріям до основних та за



специфікою підприємства (наприклад вся продукція ПрАТ «Запоріжжкокс» об'єднана у один вид – коксохімічна продукція – кокс, коксовий газ з переведенням у тони, тощо).

Слід зазначити, що інші райони міста (Хортицький, Шевченківський), також мають потужні виробництва металургійного комплексу і підприємства 1 групи небезпеки. Однак для поточного аналізу не враховані, оскільки у цих районах відсутні пости спостережень, інформація з яких є основою для розрахунку КІЗА.

На нашу думку, обсяги основної продукції 5 найбільших підприємств є достатнім критерієм для порівняння якості повітря на території агломерації м. Запоріжжя. Вибір цього детермінуючого фактору додатково обґрунтовується тим, що обрані підприємства на території м. Запоріжжя (що належать до 1 групи) за результатами державної статистичної звітності формують до 90% задокументованого балансу викидів у атмосферне повітря. П'ять обраних підприємств є «економічними індикаторами» загальної виробничої (суспільно-економічної) діяльності у місті. Динаміка змін обсягів виробництва цих підприємств може поширюватися на загальну динаміку виробництва у місті).

Детермінуючий фактор (потужність виробництва) корелюється з рівнями КІЗА за умови зниження виробничих потужностей відповідно знижується і рівень забруднення.

Динаміка зміни концентрацій поллютантів та обсягів виробництва продукції наведена на рис. 1 та 2.

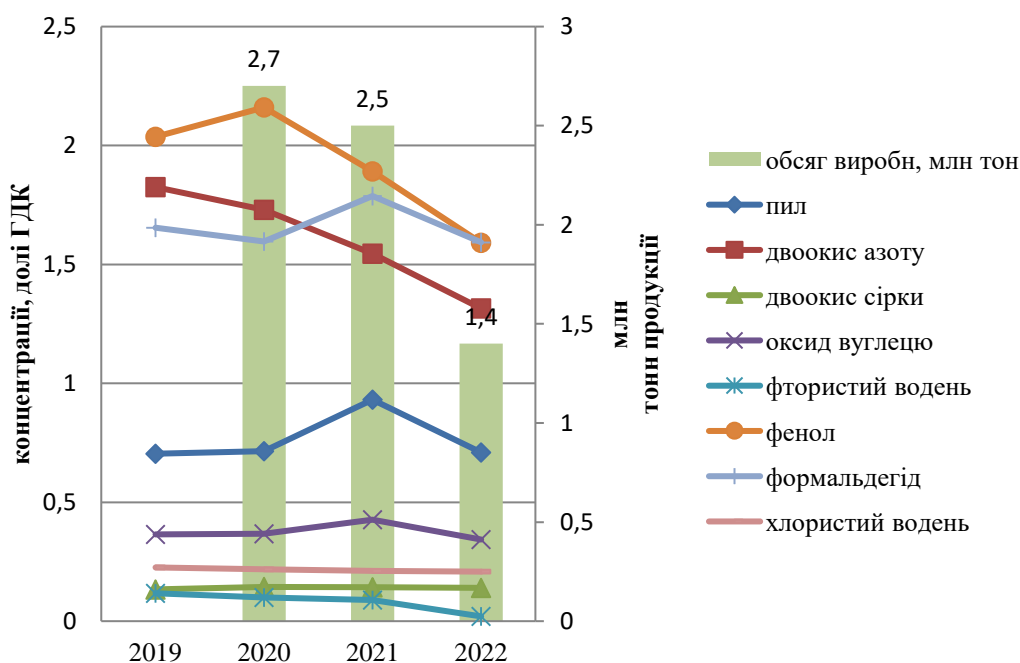


Рис. 1. Динаміка зміни концентрацій поллютантів та обсягів виробництва продукції

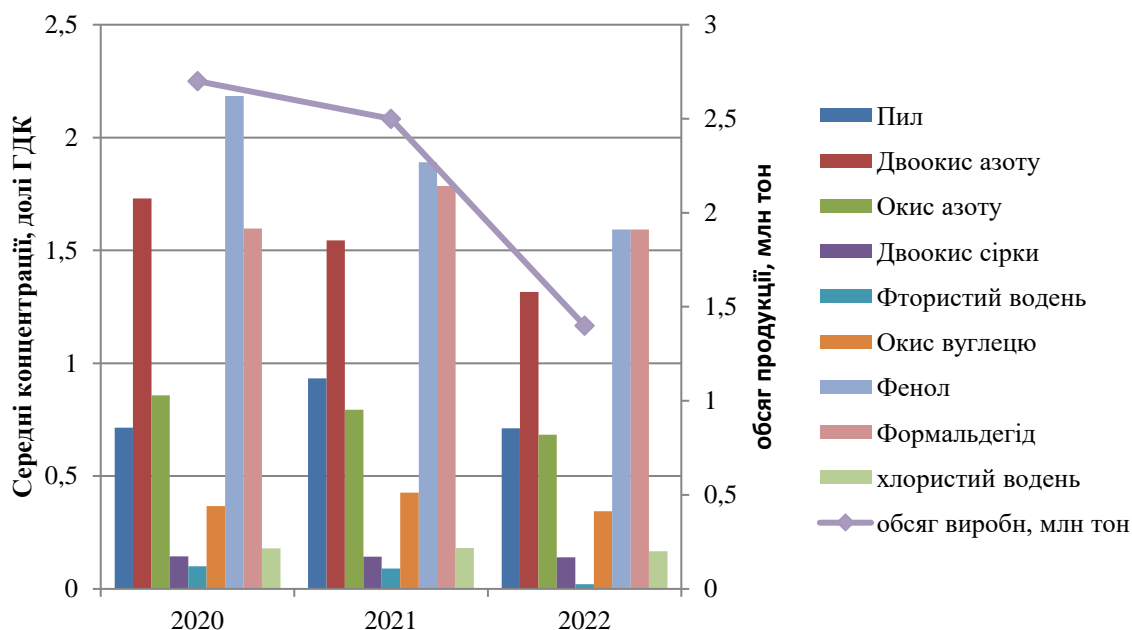


Рис. 2. Динаміка зміни концентрацій поллютантів та обсягів виробництва продукції

Динаміка зміни КІЗА та обсягів виробництва продукції наведені на рис. 3 та 4.

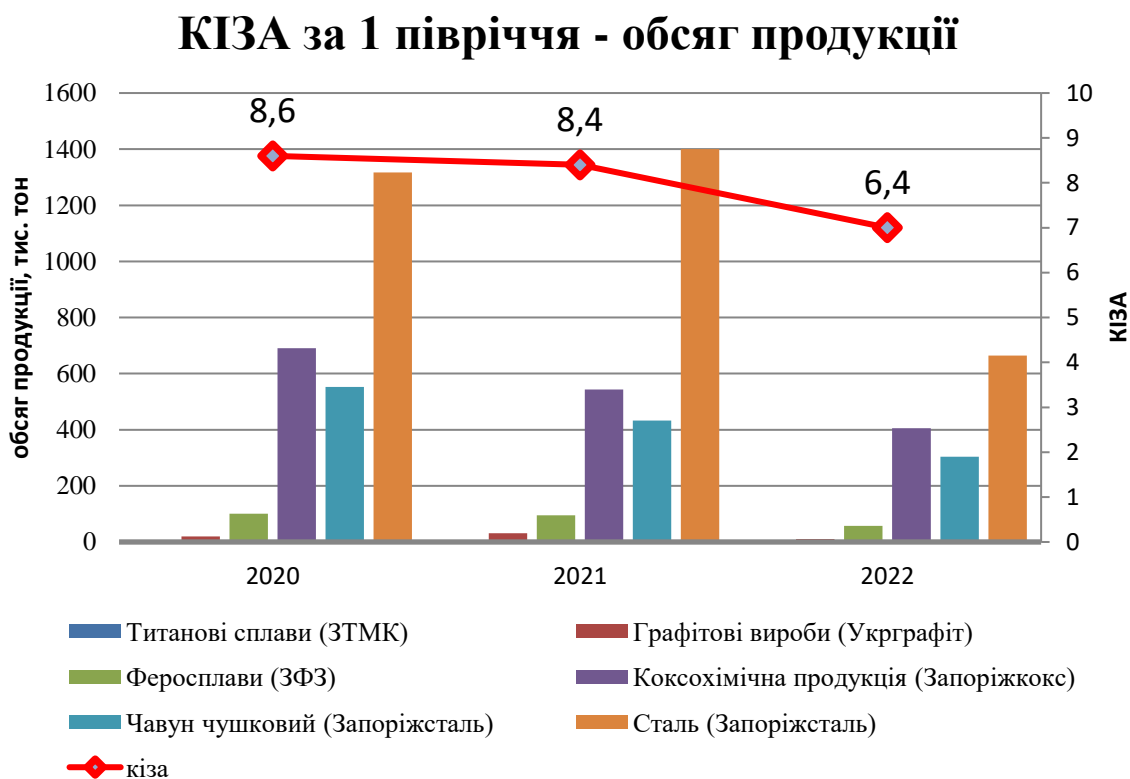


Рис. 3. Динаміка зміни КІЗА та обсягів виробництва продукції по основним підприємствам

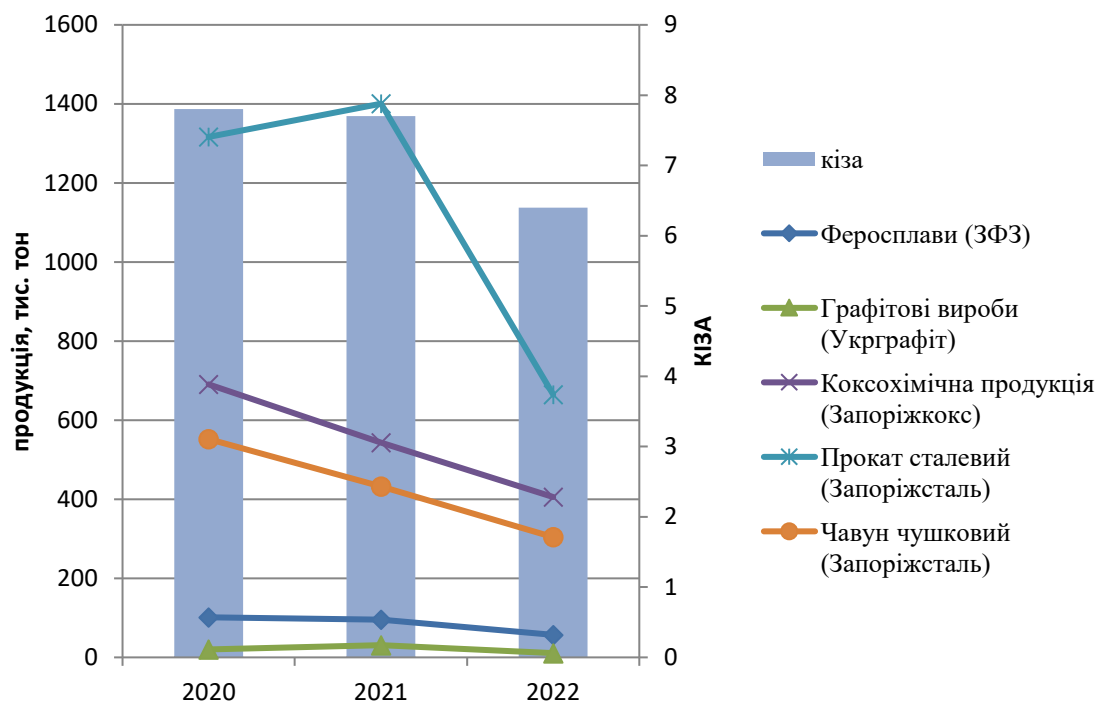


Рис. 4. Динаміка зміни КІЗА та обсягів виробництва продукції

Результати досліджень підтверджують, що виробничі джерела викидів мають домінуючий вплив на якість повітря у агломерації м. Запоріжжя. Скорочення та зупинка великих виробництв на території міста, а також у зоні транскордонного перенесення викидів (Донецька, Дніпропетровська, Харківська області), стали причиною короткострокового «покращення» якості повітря. Аналіз відповідності детермінуючого фактору (потужність виробництва) та рівнів КІЗА показав, що за умови різкого падіння виробничих потужностей відбувається зменшення вмісту пріоритетних забруднюючих речовин.

Система аналізу якості повітря потребує більш коректного порівняння. Наразі аналіз проводиться з використанням даних про валові обсяги забруднення та рівнями концентрацій пріоритетних забруднюючих речовин. Для більш коректного порівняння видається доцільним проведення певних наукових досліджень з виявлення маркерних речовин для кожного підприємства. Наприклад викиди вуглецю оксиду є панівними для виробництва чавуну та агломерату ПАТ «Запоріжсталь», фенолу – є маркерними (характерними для даної технології) для виробництва графітових виробів, коксохімічної продукції.

Отримані та проаналізовані дані підтверджують: 1) виробничі джерела викидів мають домінуючий вплив на якість повітря у агломерації м. Запоріжжя; 2) система моніторингу та управління якістю повітря у агломерації м. Запоріжжя потребує модернізації, застосування сучасних та коректних інструментів порівняння та аналізу; 3) в умовах воєнного стану система моніторингу повітря потребує розвитку та використання всіх наявних інструментів, і особливо – інтеграції якісних вимірювань станціями



громадського моніторингу до регіональних систем спостережень за станом довкілля у агломерації м. Запоріжжя та Запорізької області.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Белоконь К.В., Тулушев Є.О. Аналіз впливу технологій промислових підприємств та автотранспорту на стан екологічної безпеки атмосферного повітря (на прикладі м. Запоріжжя). Монографія. Запоріжжя: ВД «Гельветика», 2020. 230 с.

2. Пірогова І.М., Белоконь К.В., Єрмоменко В.О., Олійник О.В. Визначення рівня забруднення атмосфери м. Запоріжжя на основі індексу забруднення атмосфери. Міжнародна науково-практична конференція «Біоекономіка як ключовий фактор розвитку виробництва та екологізації промислового регіону» Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2020. С. 392-395.

3. Белоконь К.В., Пірогова І.М. Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. 2021. Т. 1. № 38. С. 149-158.

## ОЦІНКА ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ I-TREE ECO TOOLS

*Бідолах Дмитро Ілліч<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»,  
dimbid@ukr.net*

Загальновідомо, що процес урбанізації потребує регулярного виділення нових територій під забудову та покращення інфраструктури. У зв'язку з цим часто постає вибір відносно зміни призначення земельних ділянок, в тому числі й тих на яких зростають дерева та кущі через неусвідомлення їх цінності. При цьому через відсутність належної економічної оцінки екосистемних користностей насаджень часто приймаються необґрунтовані рішення про вилучення зелених насаджень на користь забудови. На противагу цьому, розуміння екологічних, економічних та соціальних користностей, що надаються природою, і, зокрема, деревними і кущовими видами, повинно призвести до кращого використання природних ландшафтів та проєктування їх через призму оптимізації довкілля та покращення здоров'я людей для теперішніх та майбутніх поколінь [7].

Найбільш вживаним визначенням терміну екосистемних послуг можна вважати наступне: «Це всі корисні блага (вигоди), які можна отримати від правильної взаємодії з екосистемами, що нас оточують» [6]. Варто враховувати, що дані користності підтримують значну частину нашої економіки, культури, здоров'я та добробуту, а тому, згідно з висновками [1], нехтування вимог щодо підтримки, захисту та примноження функцій екосистем, що нас оточують є неприпустимим.

Дослідження підходів щодо оцінки вартості екосистемних послуг вирізняється актуальністю, що підтверджується постійним збільшенням кількості праць, присвячених вивченню даної проблематики [2, 8, 12, 14]. У цьому контексті важливим завданням науковців є опрацювання теоретичних та практичних засад оцінювання екосистемних послуг міських насаджень з урахуванням корисностей, які вони створюють для довкілля та суспільства.

Водночас для забезпечення постійної та регулярної підтримки екосистемних послуг важливим є процес їх кількісного визначення [10]. Слід зауважити, що таке оцінювання може виконуватись у різних одиницях. Так, для оцінювання екосистемних послуг міських насаджень можна встановлювати кількість докладеної праці, витраченої енергії, матеріальних ресурсів чи інших витрат, проте для їх підвищення ефективності такого підходу та покращення ґрунтованості прийняття подальших рішень рекомендується проводити їх монетизацію. Адже, при наявності чіткого фінансового виразу вартості екосистемних послуг зелених насаджень у населених пунктах виникають підстави для адекватної оцінки та покращення усвідомлення цінності таких насаджень в урболандшафтах. При цьому слід зауважити, що весь перелік екосистемних корисностей насаджень оцінити не завжди можливо. Зокрема, станом на сьогодні відсутні чіткі затверджені методики оцінки естетичних, виховних, освітніх, санітарно-гігієнічних, рекреаційних, окремих екологічних та інших екосистемних функцій насаджень у містах. Водночас, визначення навіть частини корисностей, які створюють зелені насадження для урбоекосистем створює умови для підвищення розуміння цінності зелених насаджень та акцентування уваги на важливості їх охорони та збереження.

Сучасні підходи щодо вивчення можливостей оплати вартості наданих екосистемних послуг міськими насадженнями, як економічно ефективного засобу для удосконалення екологічного менеджменту шляхом фінансового стимулювання зусиль, які направлені на підвищення ефективності формування екосистемних корисностей, характеризуються також наявністю суттєвого міжнародного інтересу [9]. Важливим напрямком таких видів платежів згідно досліджень науковців [13] є важливість обґрунтування потреби фінансового стимулювання екологічних заходів за результатами економічних розрахунків вартості екосистемних послуг, що надаються зеленими насадженнями.

У нашій державі також ведеться дискусія стосовно необхідності приділення більшої уваги прикладним дослідженням вартості екосистемних послуг [3] у напрямі демонстрації їх цінності для суспільства. З 2013 року навіть ведеться мова про доцільність створення окремого Державного агентства екосистемних послуг. Проте, в Україні і досі мало напрацювань у сфері практичних підходів щодо оцінювання екосистемних послуг в урбанізованих екосистемах.

У цьому контексті, проведене дослідження дало змогу виконати апробацію можливості та доцільності застосування одного з провідних та доступних інструментів оцінки вартості екосистемних послуг i-Tree Eco для отримання інформації про екологічну та вартісну цінність деревних та кущових рослин на прикладі парку у м. Бережани Тернопільської області. У ході виконання дослідження встановлено, що запропонована для цього методика [11, с. 31-48] подібна до типової в Україні методики інвентаризації зелених насаджень [4], проте для підвищення точності визначення біомаси проводиться вимірювання ряду додаткових показників. Тобто дану методику можна інтегрувати в процес інвентаризації зелених насаджень шляхом проведення додаткових вимірювань.

Тому, головною метою даного дослідження є перевірка можливості та доцільності застосування одного з інструментів оцінки вартості екосистемних послуг i-Tree Eco для отримання та подальшої інтерпретації інформації про екологічну та вартісну цінність дерев та кущів на прикладі рекреаційних насаджень парку у м. Бережани. Для досягнення цієї мети поставлено завдання збору параметрів дерев та кущів у ході їх інвентаризації разом із перевіркою методики отримання та опрацювання інформації, дослідження можливості поєднання цієї методики з типовим для України процесом інвентаризації зелених насаджень, аналізу отриманої інформації та її візуалізації.

Рекреаційні насадження, екосистемні послуги яких оцінювались у ході цього дослідження розташовані на території Призамкового парку у м. Бережани Тернопільської області. Площа об'єкта дослідження складає 3,6 га, середня висота над рівнем моря 343,7 м. Насадження парку представлено 22-ма видами (228 дерев), серед яких найбільш чисельними є *Aesculus hippocastanum* L. (17,8%), *Tilia cordata* Mill. (15,1%), *Fraxinus excelsior* L. (14,3%) and *Acer platanoides* L. (7,8%) Інші види представлені у насадженні часткою 5 і менше відсотків. Крони дерев за даними I-Tree Eco вкривають площу 2,002 га, що становить 55,6% від загальної площі Призамкового парку і забезпечує 16,33 га листової поверхні.

Інвентаризація зелених насаджень парку (збір польових матеріалів) проводилась протягом вегетаційного періоду для можливості оцінки параметрів крони та стану рослин відповідно до методики [11]. Значення географічної довготи і широти, які визначались за допомогою приймача Garmin Etrex 22x. В якості картографічної основи використано отриманий ортофотоплан, що створило умови для уточнення місць розташування рослин в ГІС QGIS 3.16. Це, у свою чергу, дало змогу підвищити точність отриманих даних геолокації дерев та кущів. За підсумками опрацювання введених до I-Tree Eco даних отримано ряд звітів і результатів, які використовувались для оцінки окремих екосистемних послуг насаджень Призамкового парку як у кількісному, якісному так і у вартісному виразі.

Аналіз структури розподілу діаметрів дерев парку засвідчив, що дендроценоз Призамкового парку є типовим для подібних парків і

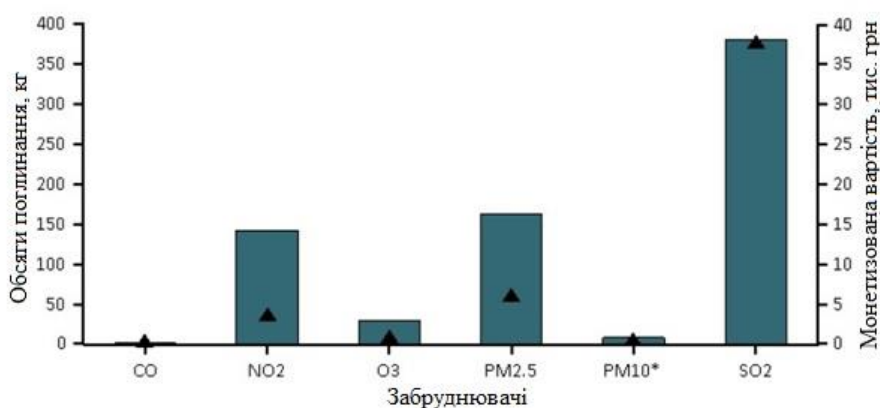
представлений рослинами різного діаметру із середнім значенням 54 см. Найбільш віковим деревом для цього парку є *Quercus robur* L. із діаметром 136 см. Як можна зауважити з даних таблиці 1, продукування кисню прямопропорційно залежить від листової площі рослин, яка у свою чергу корелює з розмірами та життєвим станом дерев.

Таблиця 1

**Перелік деревних видів, які забезпечують найбільше значення киснепродуктивності для парку**

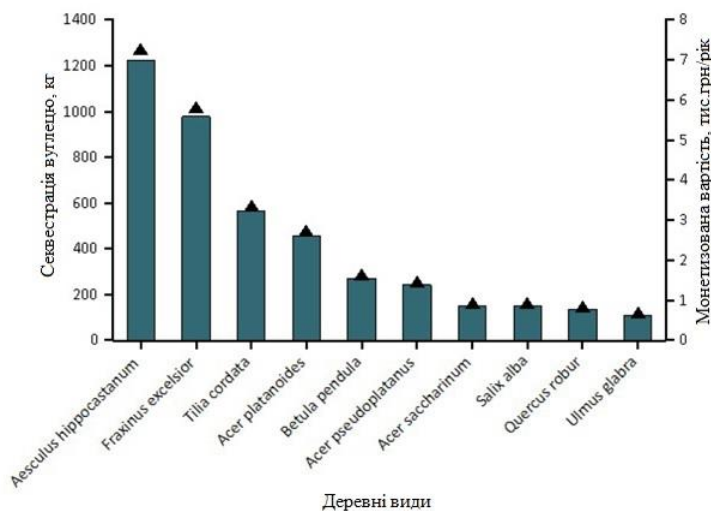
№	Вид	Щорічне продукування кисню, кг	Щорічна секвестрація вуглецю, кг	Кількість дерев	Листова площа, га
1	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	3 380,40	1 267,65	42	3,58
2	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	2 697,65	1 011,62	36	3,41
3	<i>Tilia cordata</i> Mill.	1 555,54	583,33	30	2,53
4	<i>Acer platanoides</i> L.	1 258,02	471,76	18	2,16
5	<i>Betula pendula</i> Roth.	745,95	279,73	11	0,35
6	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	668,65	250,74	11	1,18
7	<i>Acer saccharinum</i> L.	414,34	155,38	6	0,70
8	<i>Salix alba</i> L.	413,68	155,13	6	0,28
9	<i>Quercus robur</i> L.	372,17	139,56	6	0,43
10	<i>Thuja occidentalis</i> L.	180,75	67,78	13	0,13

Використання інструментарію I-Tree Eco дало змогу встановити обсяги щорічного поглинання забруднення деревами Призамкового парку у розрізі окремих показників. За результатами проведеного аналізу (рис. 1) вони складають 481,4 кілограмів на рік (озон (O<sub>3</sub>), чадний газ (CO), діоксид азоту (NO<sub>2</sub>), тверді частинки розміром менше 2,5 мікрон (PM<sub>2,5</sub>), тверді частинки розміром менше 10 мікрон і понад 2,5 мікрон (PM<sub>10</sub>) і діоксиду сірки (SO<sub>2</sub>)) із врахуванням промислової діяльності регіону дослідження та актуальних метеорологічних показників. У монетизованому виразі вартість цієї екосистемної послуги оцінюється у розмірі 1965 євро на рік.



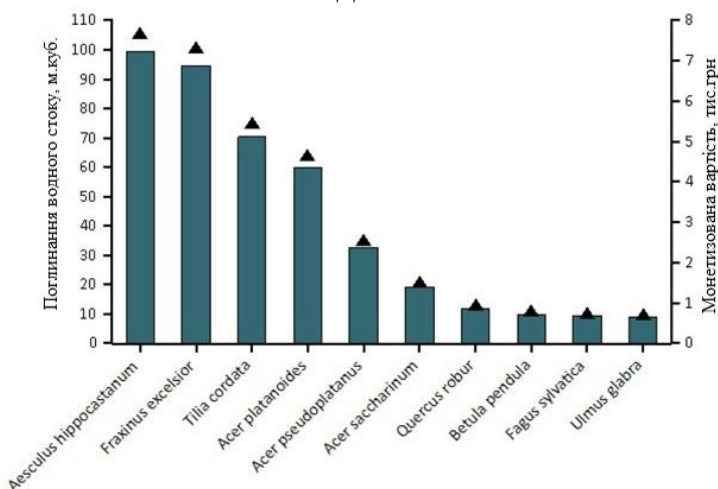
**Рис 1. Щорічні обсяги поглинання забруднення деревами парку та їх монетизована вартість**

Міські дерева також допомагають пом'якшити кліматичні зміни, зменшуючи кількість вуглецю в атмосфері. Кількість щорічно поглинутого вуглецю збільшується разом із ростом та розвитком міських дерев та корелює зі санітарним станом рослин. Орієнтовне щорічне поглинання вуглецю насадженнями Призамкового парку становить близько 4885 метричних тонн вуглецю, що у монетизованому виразі становить 731,7 євро на рік (рис. 2).



**Рис 2. Щорічні обсяги поглинання вуглецю насадженнями Призамкового парку та їх монетизована вартість**

Аналізуючи виконання екосистемної послуги зелених насаджень у площині регулювання водного стоку слід зауважити, що неконтрольований рух води по різних поверхнях у населених пунктах створює окремі труднощі для урболандшафтів. Типовий екологічно-орієнтований підхід до рішення цієї проблеми полягає у використанні дерев та кущів, які створюють умови для регулювання кількості води, яка потрапляє на поверхню землі, формуючи певний поверхневий стік [14]. В урболандшафтах спостерігається зростання обсягів регулювання поверхневого стоку разом зі збільшенням кількості зелених насаджень та їх листової поверхні.



**Рис 3. Щорічні обсяги поглинання водного стоку насадженнями Призамкового парку та їх монетизована вартість**

Дерева та кущі досліджуваного парку, за даними I-Tree Eco, сприяють зменшенню поверхневого стоку приблизно на 480 кубометрів на рік (рис. 3) із монетизованою вартістю цієї екосистемної послуги на суму 33 тисячі українських гривень (грн.) або 894,3 євро. При оцінці даного показника програмою враховано місцеві кліматичні дані з найближчої метеостанції. У Призамковому парку загальна річна кількість опадів у 2022 році становила 91,9 см.

Підсумовуючи наведені дані слід відмітити, що загальна вартість визначених у ході цього дослідження екосистемних послуг дерев та кущів Призамкового парку становить 3591 євро на рік. Окрім того дерева та кущі досліджуваного парку станом на сьогодні зберігають у своїй біомасі вуглецю на суму 42751 євро. Використання інструменту i-Tree Eco для цих досліджень також дало змогу отримати інформацію по виконанню частини екосистемних послуг (зменшення забруднення довкілля, поглинання та секвестрація вуглецю, регулювання водного стоку) кожним окремим деревом та кущем парку та оцінити їх в монетизованому виразі. Проведені дослідження засвідчили, що у минулому році найбільше серед досліджуваних екосистемних послуг у Призамковому парку створено деревом №97 з діаметром 66 см та висотою 18 м, щорічна екосистемна корисність якого (у рорізі досліджених послуг) складає 2494 грн (91,60 євро). Водночас усереднене значення щорічної корисності для дерев та кущів парку склало 429 грн (15,75 євро) щороку.

Аналіз можливості адаптації інструменту i-Tree Eco до економічних умов України засвідчив, що дана програма використовує окремі вхідні Національні параметри, такі як: кліматичні дані місцевих метеорологічних станцій, кількість населення регіону, місцева вартість основних енергетичних ресурсів, поточний курс валют та ін. Це дає можливість не тільки отримувати результати монетизації екосистемних послуг в національній грошовій одиниці, але й адаптовувати їх у певній мірі до місцевих економічних умов.

Можливість отримання результатів як загалом для об'єкту дослідження (для всіх дерев та кущів парку) так і по кожній окремій рослині відкриває нові можливості для інтерпретації отриманих результатів. Зокрема, є можливість представити корисність кожного дерева чи куща як в одиницях продукування екосистемних послуг, так і в грошовій формі. Наведені підходи до оцінювання екосистемних послуг міських лісів дають підстави акцентувати увагу на їх цінності, обґрунтовувати доцільність проведення природоохоронних заходів та необхідність збільшення їх фінансування як компенсацію за надані деревами та кущами послуги.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Berghöfer, A., Schneider, A. (2015). Indicators for Managing Ecosystem Services – Options & Examples [Guidance]. Helmholtz Zentrum für

Umweltforschung (UFZ) Leipzig GmbH. Retrieved February 7, 2020, URL: [http://www.aboutvalues.net/ru/data/about\\_values/values\\_indicators\\_for\\_managing\\_ecosystem\\_services\\_options\\_and\\_examples\\_dec2015.pdf](http://www.aboutvalues.net/ru/data/about_values/values_indicators_for_managing_ecosystem_services_options_and_examples_dec2015.pdf).

2. Esperon-Rodriguez, M., Tjoelker, M.G., Lenoir, J. et al. (2022). Climate change increases global risk to urban forests. *Nat. Clim. Chang.* <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01465-8>.

3. Havrylenko, O. Tsyhanok, E. (2019). Degradation of ecosystem services of protected areas in urbanized zones. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geography.* (73), 10–14. URL: <https://doi.org/10.17721/1728-2721.2019.73.2> [in Ukrainian].

4. Instruktsiia z inventaryzatsii zelenykh nasadzhen u naselenykh punktakh Ukrainy, (2001). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0182-02> [in Ukrainian].

5. Lakyda, P. I., Bidolakh, D. I., Kuziovych, V. S. (2020). Spatial database of urban landscapes on the example of Berezhany greenery. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(4), 51–56. <https://doi.org/10.36930/40300409> [in Ukrainian].

6. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Available at <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html> (access on 20 September 2022).

7. Nowak, D. J. (2017). Assessing the benefits and economic values of trees. *B Routledge handbook of urban forestry* (p. 152–163). Routledge. Retrieved August 10, 2018, URL: <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/54838>.

8. Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Doyle, M., McGovern, M., Pasher, J. (2018). Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health. *Urban Forestry & Urban Greening*, 29, 40–48.

9. Schomers, S., Matzdorf, B. (2013). Payments for ecosystem services: A review and comparison of developing and industrialized countries. *Ecosystem Services*, 6, 16–30. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.01.002>.

10. Steenberg, J. W. N., Millward, A. A., Nowak, D. J., & Robinson, P. J. (2017). A conceptual framework of urban forest ecosystem vulnerability. *Environmental Reviews*, 25(1), 115–126. <https://doi.org/10.1139/er-2016-0022>

11. USDA Forest Service. (2011). i-Tree Eco Users Manual (version 4.1.). [www.itreetools.org](http://www.itreetools.org). URL: <https://www.itreetools.org/documents/250/i-Tree%20Eco%20Users%20Manual.pdf>.

12. Velasco-Muñoz, J. F., Aznar-Sánchez, J. A., Schoenemann, M., López-Felices, B. (2022). An Analysis of the Worldwide Research on the Socio-Cultural Valuation of Forest Ecosystem Services. *Sustainability*, 14 (4), 2089. <https://doi.org/10.3390/su14042089>.

13. Wunder, S., Wertz-Kanounnikoff, S. (2009). Payments for ecosystem services: A new way of conserving biodiversity in forests. *Journal of Sustainable Forestry*. URL: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/20169>.

14. Zabret, K., & Šraj, M. (2018). Spatial variability of throughfall under single birch and pine tree canopies. *Acta hydrotechnica*, 1–20. <https://doi.org/10.15292/acta.hydro.2018.01>



## **АКТУАЛЬНІСТЬ НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ В ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАНЬ З ОХОРОНИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ ТА ЄВРОПІ.**

*Веремська-Миколаєць Марія Олександрівна*

*Київський національний університет будівництва та архітектури,*

*[veremaska@gmail.com](mailto:veremaska@gmail.com)*

Події передніх років принесли чималі реформатування в житті людей, зокрема і для розвитку освіти. Бажання суспільства до саморозвитку відкрило чимало нових можливостей, особливо актуальними стали всі можливі варіанти неформальної освіти.

Такі зміни торкнулися не лише освіти як галузі. Також безпекові обмеження дали поштовх для розвитку різноманітних форм проведення професійних навчань, та навчань з питань охорони праці на підприємствах. Якщо в країнах Європи давно використовується сучасні привілеї здобуття знань, такі як віртуальна реальність, електронне навчання та симуляційні тренажери, щоб забезпечити більш практичну та ефективну підготовку працівників. То Україна мала формальну систему освіти, з традиційними лекціями та нечисленними практиками. Лише Наказом Міністерства соціальної політики № 140 від 30.01.2017 були внесені зміни в Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці щодо врегулювання дистанційної ідентифікації працівників для проходження тестування, заліку або іспиту.

Проте загалом для оцінки і порівняння ефективності існуючого процесу, слід звернути увагу на декілька моментів.

По-перше, спеціалізоване навчання в Україні передбачене обов'язково лише для працівників, які задіяні в роботах підвищеної небезпеки. Решта мають проходити інструктажі з періодичністю у 6 місяців за затвердженими на підприємстві інструкціями з охорони праці на робочому місці та 1 рік з правил пожежної безпеки.[1,2] Враховуючи, що перегляд інструкції передбачено законом раз на 5 років, або зі зміною умов праці, такий вид навчання перетворюється в формальну рутину і не охоплює проблематику конкретного часу та людського фактору.

В той час як європейський досвід більш гнучкий, прогресивний та максимально доступний для працівників. Це зумовлено саме поширенням вимог до проходження навчання на усіх працівників, адже використання неформального підходу до навчання, тобто методів неформальної освіти, таких як майстер-класи, спеціалізовані курси, відео-уроки, тематичні навчальні презентації дозволяє працівникам здобувати знання та навички в зручній для них спосіб.

По-друге, більшість українських підприємств надають перевагу навчанню працюючого персоналу в акредитованих центрах, де програма навчання є загальною і універсальною за родом діяльності згідно діючих нормативно-правових актів. Такий підхід також зумовлює формалізацію цих навчань, адже спеціалісти вузького профілю чи конкретного



направлення не вивчають і не розглядають ризики при виконанні саме своїх безпосередніх обов'язків. При цьому інструктажі, які мали б компенсувати недостатність уваги до особливостей підприємства, теж направленні більше на узагальнене нагадування основних небезпек робочого місця, ніж на загальну специфіку дій працюючого. Також більшість програм мають в складі лише години лекційних занять, в основі яких матеріали з нормативно-правової літератури і малою часткою практичного досвіду.

Якщо порівнювати з європейським досвідом, ризико-орієнтовний підхід визначає розгляд усіх процесів роботи відокремлено, а також індивідуально для кожного працюючого. Навчальні програми з охорони праці зазвичай є детальними та націлені на конкретні ризики, пов'язані з конкретною професією, підприємством або галуззю. Навчання з охорони праці здебільшого може бути спрямоване на забезпечення безпеки працівників у різних конкретних найпоширеніших ситуаціях. Так, у разі виявлення тенденції однотипних травмувань, обов'язково буде проведений додатковий тренінг саме за конкретною темою і виявленими основними порушеннями правил безпеки. Також особливістю Європейського підходу є те, що курси навчання повинні містити практичну складову, яка дає можливість робітникам навчитися використовувати засоби індивідуального захисту, а також діяти в екстремальних ситуаціях.

Третім аспектом є те, що у Європі культура безпеки на робочому місці більш розвинена, і працівники частіше усвідомлюють важливість дотримання правил охорони праці. Україна також прагне до розвитку культури безпеки, але це більше залежить від конкретної організації та її підходу до охорони праці.

Отже можна прийти до висновку, що наявність неформальної освіти в процесі навчання з питань охорони праці має вагомий роль, адже допомагає спростити процедуру проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці роботодавцем та забезпечити відповідний рівень знань та навичок у відповідних сферах, що може допомогти зменшити кількість нещасних випадків на робочому місці.

Наприклад, навчання з використанням симуляцій та віртуальної реальності може допомогти працівникам отримати практичний досвід роботи в потенційно небезпечних ситуаціях, не виставляючи їх на реальні ризики. Такі тренінги можуть включати навчання дій при пожежі, навчання безпечного користування інструментами та машинами, навчання техніки виконання робіт на висоті та інші ситуації, що можуть стати небезпечними для працівників.

Також неформальна освіта може мати велику цінність для ризико-орієнтованого підходу до управління охороною праці. Так як підхід базується на ідентифікації потенційних ризиків та прийнятті відповідних заходів для їх запобігання або зменшення. Нетрадиційна освіта може бути важливим інструментом для реагування на нещасні випадки на підприємстві та забезпечення безпеки та здоров'я працівників

Неформальна освіта може допомогти працівникам розуміти ризики на робочому місці та навчитися використовувати ефективні методи безпеки для запобігання небезпечних ситуацій. Вона може також допомогти працівникам виявляти потенційні небезпеки та повідомляти про них керівництво, щоб ті могли прийняти відповідні заходи для запобігання небезпек.

Крім того, організації можуть використовувати неформальну освіту для створення культури безпеки на робочому місці. Такі навчальні програми можуть допомогти підвищити рівень усвідомлення робітників щодо важливості дотримання правил безпеки на робочому місці та збільшити мотивацію працювати в безпечному середовищі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. НПАОП 0.00-4.12-05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці
2. Наказ від 05.12.2019 № 1021 Про затвердження Порядку затвердження програм навчання та інструктажів з питань пожежної безпеки, організації та контролю за їх виконанням
3. Манжелей А.О. Неформальна освіта майбутніх фахівців з охорони праці у період вимушеного здобуття формальної освіти дистанційно: Матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції студентів та молодих науковців «Актуальні питання охорони праці у контексті сталого розвитку та європейської інтеграції України», Харків, 09–11 листоп. 2022 р. : тези доп. / Харків. нац. ун-т міськ.госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 256 с.

## ВІЙНА І НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

*Гапоненко Наталія Пилипівна<sup>1</sup>, Гапоненко Геннадій Миколайович<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Відокремлений структурний підрозділ Кам'янець-Подільський фаховий коледж навчально-реабілітаційного закладу вищої освіти*

*«Кам'янець-Подільський державний інститут»,*

*<sup>2</sup>Державний науково-дослідний інститут*

*hhm71@ukr.net*

**Вступ.** Сума шкоди українському довкіллю від збройної агресії Росії вже становить понад \$46 млрд. Про це повідомив міністр захисту довкілля та природних ресурсів України Руслан Стрілець. «Основну частину обрахованих збитків на сьогодні становить забруднення повітря – \$27 млрд. Лише за десять місяців внаслідок російського вторгнення в повітря потрапило понад 42 мільйони тонн парникових газів. Цей обсяг можна порівняти із річними викидами Болгарії», – зазначив міністр.

Основними причинами викидів стали лісові пожежі та атаки окупантів на об'єкти енергетичної інфраструктури. За даними Держекоінспекції,

внаслідок російських обстрілів вже згоріло понад 680 тис. тонн нафти та пального. При цьому війна завдала шкоди майже третині українських лісів. Повністю вигоріло щонайменше 23,3 тис. га.

За словами міністра, війна «отруїла» і значну частину української землі. Шкода, завдана забрудненням ґрунтів, оцінюється у \$18 млрд.

Загалом з початку широкомасштабного вторгнення Україна задокументувала майже 2,300 злочинів проти довкілля [1].

Ми приєднуємось до слів міністра, але зі свого боку хочемо зазначити, що та незначна чи ще не повністю врахована шкода, яку спричиняє ця війна, ще буде дуже довго вимірюватись як забрудненням навколишнього середовища, так і людських душ. І це ми процитували виступ лише одного нашого міністра.

**Постановка проблеми.** Оцінювання військових ризиків для навколишнього середовища.

**Мета тез.** Розглянути і спрогнозувати можливі ризики, що виникли в Україні за час повномасштабного російського вторгнення і ведення війни.

**Аналіз останніх публікацій в цьому напрямку.** Російська збройна агресія проти України, яка розпочалась 24 лютого 2022 р., завдає значної шкоди не лише економіці та культурній спадщині, а й довкіллю нашої країни, а численні випадки цілеспрямованого знищення природних ресурсів та інфраструктурних об'єктів мають риси екоциду проти українського народу.

Внаслідок загарбницьких дій російських військ склалася загроза радіаційній безпеці України. Всі українські реактори знаходяться в зоні ризику, адже обстріл або ракетна атака на активну зону одного або кількох із 15 реакторів чотирьох діючих атомних електростанцій України може призвести до широкомасштабної ядерної катастрофи. Крім того, захоплення атомних станцій російськими військовими несе значну загрозу радіаційної катастрофи як внаслідок аварій на об'єктах зони промислового використання, так і внаслідок підпалів лісів і перелогів, які накопичили значну кількість радіонуклідів. Зокрема мова йде про Чорнобильську АЕС.

Внаслідок окупації території ЧАЕС 24 лютого Україна втратила контроль над радіаційно небезпечними об'єктами, розташованими в Чорнобильській зоні відчуження, а саме над: новим безпечним конфайнментом та об'єктом «Укриття»; сховищами відпрацьованого ядерного палива; заводами з переробки рідких радіоактивних відходів. У результаті пересування російської бронетехніки територією зони відчуження було знято верхній шар землі на території розміщення радіоактивних відходів, що спричинило підвищення рівня радіаційного фону (24-25 лютого 2022 р. – у 7,6 разів). Через пошкодження високовольтної лінії електропередачі у березні 2022 року три дні об'єкти в зоні відчуження ЧАЕС залишалися без зовнішнього електропостачання, що загрожувало порушенням радіаційної безпеки нового безпечного конфайнменту та сховища відпрацьованого ядерного палива. Хоча на даний

момент Чорнобильська АЕС повернулася під контроль української сторони, російські військові розікрали всю техніку та обладнання, які містять дані щодо радіаційного контролю та обсягів радіоактивних відходів у зоні відчуження тощо [2].

Збройна агресія російської федерації проти України має також і кліматичний вимір. Розв'язавши війну, кремль прагне знищити не тільки українську націю, але й нашу природу. Наслідками бойових дій російсько-української війни вже стало руйнування ґрунтів, забруднення навколишнього середовища та знищення біофонду України. Зміни клімату впливають на всіх нас. Тож наразі надзвичайно важливо розповісти про вплив війни на довкілля, аби подолати виклики, спричинені російським неоімперіалізмом. Під час панельної дискусії «Екотероризм: як Росія руйнує екосистему України та Європи» представники Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України і громадських організацій обговорили виклики та можливості зеленого відновлення [3].

Якби нам дозволили, то ми і надалі в своїх тезах могли би перерахувати безліч фактів, які оприлюднено на офіційних сторінках друкованих видань, в мережі інтернет, в соціальних мережах тощо.

**Виклад основного матеріалу.** Ми і без сторонньої допомоги усвідомлюємо усі ризики, що виникають під час війни. Але виділимо найбільш небезпечні з них. По-перше, це об'єкти на території України, що мають на своїх територіях «мирний атом».

По-друге, це об'єкти хімічної промисловості і навіть маленькі організації і підприємства, що мають невеличкі хімічні потужності чи навіть обладнання з хімічним наповненням.

По-третє, це об'єкти паливно-енергетичної інфраструктури.

По-четверте, це об'єкти промисловості, руйнування яких може привести до екологічної катастрофи.

Може бути і по-п'яте і навіть по-тисячне, але зараз ми при всьому бажанні не змогли б спрогнозувати всі ризики війни, які заподіюють шкоду навколишньому середовищу.

Натомість хочемо зазначити, що слід врахувати і шкоду, що завдана нашим українським містам, селам і навіть окремим будинкам. Окремі міста, села перестали існувати. Замість них залишились руїни з цегли і інших будівельних матеріалів. Це вже і людська, і екологічна біда.

Ми навіть не порушуємо питання мінної безпеки, це окрема тема доповіді, а можливо навіть конференції. Наголосимо лише на тому, що Україна обіймає третє місце в світі по забрудненню довкілля вибухонебезпечними предметами. В стані війни Україна з 2014 року, а після закінчення війни щоб повністю очистити територію від вибухонебезпечних предметів потрібно буде за кожен рік війни саперам працювати до п'яти років. Тобто ми навіть не прогнозуємо, а достовірно констатуємо, що на теперішній час вісім років ведення бойових дій – це сорок років для розмінування.

**Як висновок зазначимо, що найбільший екологічний військовий ризик для навколишнього середовища становлять загублені людські життя. Люди становлять невід’ємну частину екосистеми і навіть спрогнозована загибель одного українця для нас неприйнятна.**

Закінчимо нашу доповідь спрогнозувавши нашу перемогу, яку здобуде український народ в найближчий час.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Руслан Стрілець Міністр захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: [https://lb.ua/society/2023/01/14/542516\\_zbroyna\\_agresiya\\_rosii\\_zavdala\\_shkod\\_i.html](https://lb.ua/society/2023/01/14/542516_zbroyna_agresiya_rosii_zavdala_shkod_i.html) (дата звернення : 22.03.2023)
2. Державна установа «Інститут всесвітньої історії НА України» URL: <https://ivinas.gov.ua/viina-rt-proty-ukrainy/ekologichni-naslidky-viiny-rosii-proty-ukrainy.html> (дата звернення : 23.03.2023)
3. Екологічний тероризм кремля знищує українське довкілля. URL: <https://armyinform.com.ua/2023/02/06/ekologichnyj-teroryzm-kremlya-znyshhuye-ukrayinske-dovkillya/> (дата звернення : 25.03.2023)

## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

*Гламаздін Павло Михайлович<sup>1</sup>, Козячина Богдан Ігорович<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури,  
<sup>1</sup>[sib.kiev@gmail.com](mailto:sib.kiev@gmail.com), <sup>2</sup>[bogdankozyachyna@gmail.com](mailto:bogdankozyachyna@gmail.com)*

В останні роки спостерігається тенденція до швидкого зростання використання теплових насосів в системах теплопостачання [1]. Це пояснюється стрімким підвищенням їх надійності та економічності, а також розширенням діапазону їхньої потужності. При цьому найбільш потужні теплові насоси в системах теплопостачання використовуються при наявності джерел теплоти з більш-менш постійною плюсовою температурою протягом року, наприклад при наявності моря [2]. Якщо в якості джерела теплоти використовується теплота атмосферного повітря, то в умовах України при використанні теплових насосів доводиться комбінувати їх з іншими джерелами теплоти для покриття навантаження в зимовий період із значними від’ємними температурами повітря. Найчастіше для цього використовуються конденсаційні газові водогрійні котли [3]. Для вибору комбінації теплових насосів і пікових газових котлів, як найбільш економічних і найпростіших для улаштування в умовах міста та найбільш гнучких в регулюванні можна використовувати графік Росандера [4]. Приклад такої комбінації наведений на рис. 1, де цей графік ілюструє вибір обладнання для проектуємого автономного джерела теплоти для головного корпусу КНУБА.

На відміну від інших типів теплових насосів, наприклад «вода-вода»,

теплові насоси «повітря-вода» не відрізняються великою одиничною потужністю, тому в цьому випадку вибрано шість теплових насосів, потужністю 140 кВт·год кожний (при температурі зовнішнього повітря +2°C), зібраних в єдиний каскад. В якості конденсаційних газових котлів вибрані котли підлогові потужністю 700 кВт·год та 450 кВт·год. З графіка видно, що більшу частину опалювального сезону все навантаження покривають теплові насоси, але після проходження точки бівалентності включається газовий котел меншої потужності. По мірі зниження температури зовнішнього повітря і відповідно зниження потужності теплових насосів, поступово збільшується частка навантаження, що покривається піковим газовим котлом і при досягненні його номінальної потужності переноситься на базовий котел з відключенням пікового. При наближенні до розрахункового максимального навантаження знову підключається піковий котел і в цей період навантаження покривається одночасно всіма тепловими насосами та обома газовими котлами.

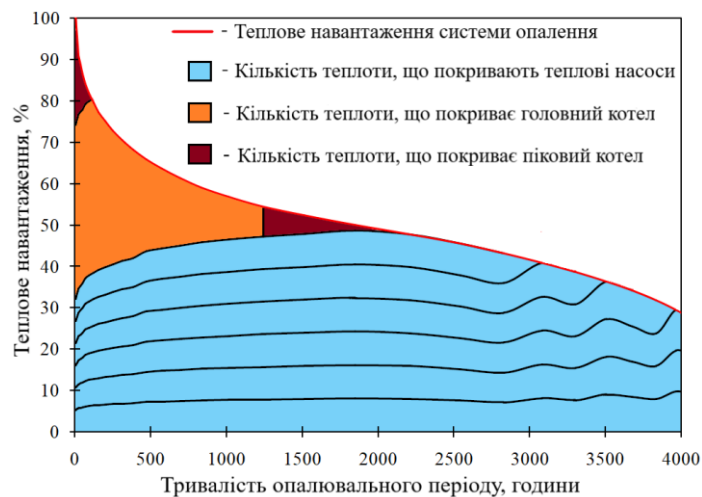


Рис 1. Графік Росандера для комбінованого джерела теплоти

Використовуючи методи чисельного інтегрування прямокутників на основі побудованого графіка Росандера було визначено кількість теплоти, що може бути спожитою за опалювальний період та співвідношення кількості теплоти, що може бути отримано на протязі цього сезону від теплових насосів та газових котлів. При бівалентній схемі джерела теплоти частка теплових насосів становить 83% від загальної кількості теплоти, а газових котлів відповідно 17%. Натомість при моновалентній схемі газові конденсаційні котли генерують 100% необхідної теплоти.

На перший погляд використання теплових насосів сприяє зменшенню антропогенного впливу на атмосферне повітря, оскільки 83% теплоти отримується в теплових насосах за допомогою електроенергії. Однак все не так просто. Електроенергія на сьогодні може отримуватись декількома способами. Традиційними джерелами електроенергії є теплові електростанції, гідроелектростанції та атомні електростанції. Крім того, в Україні досить велика частка електроенергії генерується сонячними та вітровими електростанціями. Якщо два останніх джерела електроенергії не

призводять до генерування шкідливих викидів в атмосферу, як і атомні та гідроелектростанції, то теплові електростанції натомість є активними джерелами шкідливих викидів. При цьому саме на теплових електростанціях генерується в Україні близько 36% електроенергії [5]. Це означає, що при споживанні електроенергії тепловими насосами антропогенний вплив на атмосферне повітря має місце. Для оцінки такого впливу виконані розрахунки витрати електроенергії при використанні теплових насосів на прикладі комбінованого джерела теплоти, що розглядається. Дані по споживанню електроенергії тепловими насосами, які були прийняті в розрахунку, отримані від словацького виробника Wamak для повітряних теплових насосів з проміжним впорскуванням робочого тіла [6]. Коефіцієнт перетворення будь-якого теплового насосу, а отже і величина кількості спожитої ним електричної енергії значною мірою залежить від різниці температур між джерелом низькопотенційної теплоти та теплоносієм подавального трубопроводу. Тому крім температури зовнішнього повітря на ефективність та економічність повітряних теплових насосів має безпосередній вплив тип системи опалення для якої вони трансформуватимуть теплоту. Через це для більш детальної оцінки впливу теплових насосів на екологічний стан атмосферного повітря, при їх роботі на системи опалення з різними площами опалювальних приладів, розрахунок обсягу електричної енергії, що може бути ними спожитий за опалювальний період, був проведений для трьох варіантів температур теплоносія в подавальному трубопроводі: при температурі 45°C, 55°C, 65°C. Для подальшого аналізу впливу екологічних характеристик електрогенеруючого обладнання та антропогенного впливу теплових насосів на атмосферне повітря, приймаємо три варіанти будови теплових електростанцій: на твердому паливі з ККД  $\approx 38\%$  [7], на природному газі з ККД  $\approx 40\%$  [7], із використанням парогазового циклу з ККД  $\approx 49\%$  [8]. В розрахунку кількості спожитого палива теплота згоряння була прийнята на рівні умовного палива. При цьому ККД конденсаційних котлів прийнятий згідно [3]. Результати розрахунків представлені на рис. 2.

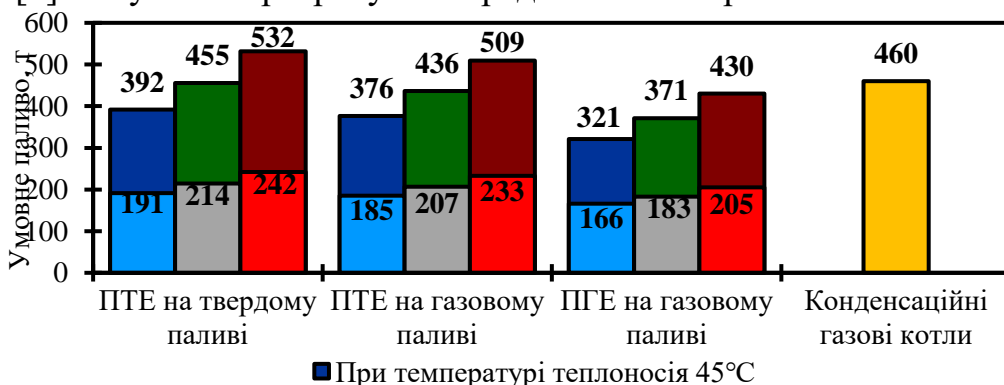


Рис. 2. Витрата умовного палива за опалювальний період

Витрати умовного палива, що можуть бути використані для генерації електричної енергії вже враховують також і частку, що спалюватиметься в

газових конденсаційних котлах (17%). Крім того, темними відтінками на рис. 2 позначені витрати палива, які виникнуть якщо 100% спожитої тепловими насосами електричної енергії генеруватимуть теплові електростанції, натомість якщо тільки 36% електричної енергії генеруватиметься на теплових електростанціях, то витрати палива приблизно дорівнюватимуть стовбцям гістограми із світлими відтінками представлених кольорів. На перший погляд отримані дані дещо шокують, адже витрата умовного палива на теплових електростанціях для теплових насосів майже тієї потужності, за винятком частки в 17% навантаження, що покривається газовими котлами, майже на 50% менша навіть у «найгіршому» варіанті – при спалюванні твердого палива та використання високотемпературного графіку системи опалення. Це пояснюється тим, що 93% опалювального періоду коефіцієнт перетворення теплових насосів становить  $COP \geq 2$  при температурі теплоносія  $65^{\circ}\text{C}$ . Якщо ж тепловий насос працює на низькотемпературну систему опалення з температурою теплоносія  $45^{\circ}\text{C}$ , то 100% опалювального періоду коефіцієнт перетворення становить  $COP > 2$  і навіть досягає  $COP = 4$  вкінці опалювального сезону. Крім того, важливу роль відіграє той факт, що лише 36% електроенергії в Україні генерується шляхом спалювання органічного палива.

За методикою [9] та кількістю витраченого палива були розраховані обсяги викидів  $\text{NO}_x$  для всіх трьох варіантів генерації електроенергії. Для розрахунку обсягу викидів  $\text{NO}_x$  конденсаційними газовими котлами були використані дані німецького виробника Viessmann [3].

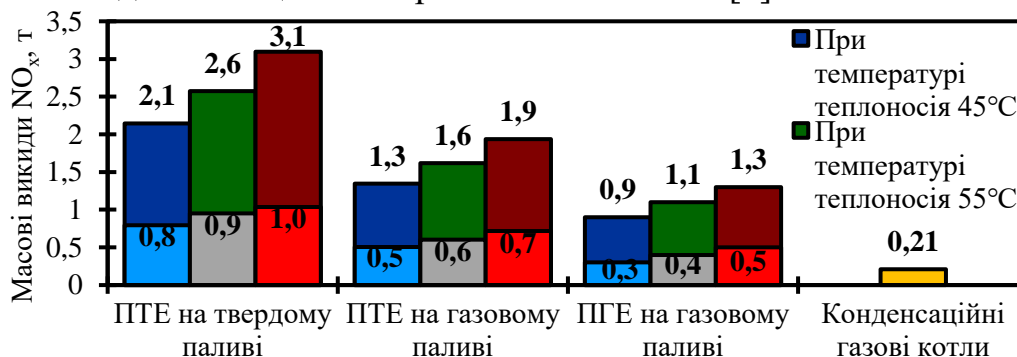


Рис. 3. Обсяг викидів оксидів азоту за опалювальний період

З рис. 3 видно, що навіть при 50% різниці у витраті палива, викиди оксидів азоту конденсаційними газовими котлами менші за викиди теплових електростанцій на 30-79%, що говорить про поганий стан існуючих теплових електростанцій.

За методикою [9] та кількістю витраченого палива був також розрахований обсяг викидів двоокису вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) для усіх описаних варіантів (рис. 4).



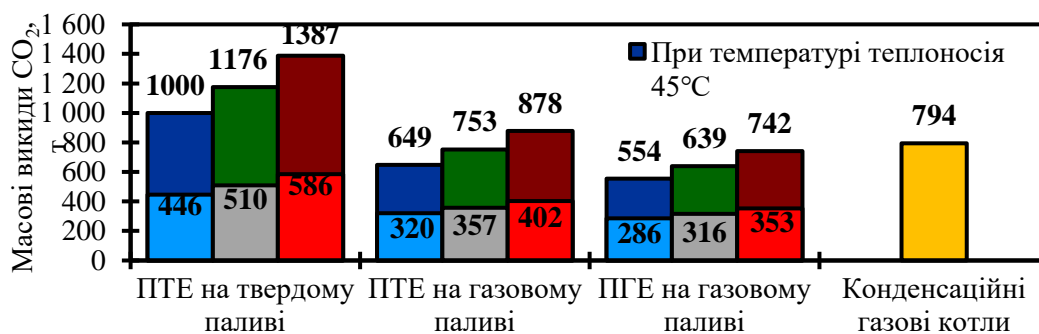


Рис. 4. Обсяг викидів вуглекислого газу за опалювальний період

З рис. 4 видно, що викиди CO<sub>2</sub> конденсаційними газовими котлами більші за викиди теплоелектростанцій на 26-64%. Це викликано більшою витратою палива при моновалентному режимі роботи газових конденсаційних котлів (рис. 2). Окрім описаних вище викидів при генерації спожитої тепловими насосами електроенергії теплоелектростанцією на твердому паливі до атмосфери також викидатимуться: тверді частинки в обсязі 0,7-1,0 т, діоксид сірки в обсязі 7-10 т, важкі метали в обсязі 30-40 кг за опалювальний період.

З отриманих результатів можна зробити висновок, що теплові насоси, не спалюючи органічного палива, мають безпосередній вплив на забруднення атмосферного повітря. Для комплексного рішення цієї проблеми необхідно проводити заходи з модернізації існуючих теплоелектростанцій та збільшувати частку генерації інших джерел електроенергії, які не передбачають забруднення навколишнього середовища. До більш локальних напрямків вирішення даної проблеми можна віднести сумісне використання теплових насосів з фотогальванічними установками та низькотемпературними системами опалення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дерій В.О., Соколовська І.С., Тесленко О.І. Перспективи використання теплових насосів у системах централізованого теплопостачання країн світу та України. *Проблеми загальної енергетики*. 2021. Т. 66, №3. С. 43–52.
2. Дерій В.О., Соколовська І.С., Тесленко О.І. Огляд джерел низькопотенційної теплоти для теплонасосних установок систем централізованого теплопостачання. *Проблеми загальної енергетики*. 2022. Т. 68, №1. С. 30–41.
3. Viessmann Vibooks. *Viessmann*. URL: <http://surl.li/fzrwq>.
4. Дубровська В.В., Шкляр В.І. Визначення теплового навантаження будівель та вибір системи теплопостачання: навч. посіб. Київ: НТУУ "КПІ", 2011. 93 с.
5. Структура електрогенерації в Україні та її зв'язок із тарифами на електроенергію. *ТЕК - Постачальник електричної енергії та газу в Україні*.

URL: <http://surl.li/fbpix>

6. WAMAK heat pumps - AW EVI HeavyDuty. URL: <http://surl.li/fzrxl>

7. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. Київ: Політехніка, 2003. 224с.

8. Андрущенко А.І., Лапшов В.Н. Парогазові установки електростанцій. 5-те вид. Москва: Енергія, 1965. 248 с.

9. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення:– [Чинний від 2002–07–01]// Науково-технологічний центр «Реактивелектрон» Національної академії наук України.

## **ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТ**

*Забарило Олексій Віталійович<sup>1</sup>, Коротких Юлія Анатоліївна<sup>2</sup>, Забарилло  
Павло Олексійович<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури,  
zabarylo.ov@knuba.edu.ua*

*<sup>2</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури,  
korotkykh.iaa@knuba.edu.ua*

*<sup>3</sup>ТОВ «Ковальська Нерухомість», p.zabarylo@kovalska.com*

В сучасному суспільстві, наряду з економічними, екологічні проблеми набувають все більшої й більшої актуальності та мають всеосяжний характер, а їх вирішення вимагає пошуку все нових і нових інструментів. В містобудівній галузі одним із таких інструментів стало так зване «зелене будівництво»(green building), «стійке будівництво» (sustainable building) або просто «екологічне будівництво» – явище, що є досить актуальним в країнах Європи та знаходить застосування і в українських реаліях. Воно спрямоване на зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів, а також на скорочення згубної дії будівельної діяльності на здоров'я людини та довкілля і по суті своїй являє сукупність нормативів, правил і рекомендацій. Найбільш поширеними стандартами для «зеленого будівництва» є BREEAM(Британія), LEED(Сполучені Штати Америки) та DGNB(Німеччина).

Методи зеленого будівництва універсальні, можуть бути інтегровані на будь-якому етапі – від проектування і спорудження до реконструкції та демонтажу – та використовуються як для зведення будівельних конструкцій цивільного чи промислового призначення, так і для транспортної інфраструктури. З урахуванням того факту, що саме в процесі експлуатації ВДМ відбувається забруднення навколишнього міського середовища, розроблення та впровадження заходів для покращення екологічного стану населених пунктів набуває все більшої доцільності.

Одним з основних джерел забруднення атмосферного повітря є автомобільний транспорт, частка шкідливого впливу від якого складає в

деяких містах України 50-90% від загального рівня міського забруднення, в той час як в середньому у великих містах світу цей показник нижчий приблизно на 10%. Загалом же ступінь забруднення атмосфери саме викидами автотранспорту посідає третє місце після виробництва електроенергії, газу, води та обробної промисловості. Автотранспорт під час експлуатації (разом з вихлопними газами, випарами з паливних систем, а також під час заправки автомобіля паливом) виділяє у повітря велику кількість шкідливих речовин, які в подальшому накопичуються у нижніх шарах атмосфери, тобто знаходяться в зоні дихання людини. Їх склад налічує більш ніж 200 різних компонентів, зокрема величезних мас пилу, сажі, відпрацьованих газів, масел, важких металів та інших речовин, значна частина яких належить до токсикантів: окис вуглецю, окисли азоту, сполуки свинцю, ароматичні альдегіди тощо.

Таблиця 1

**Питомі коефіцієнти викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигунів автомобілів, т/т[1]**

Значення коефіцієнтів	Вид палива		
	Бензин	Диз.паливо	Газ природний
Оксид вуглецю, CO	0,42	0,05	0,09
Вуглеводні, CH	0,046	0,019	0,021
Альдегіди, RCHO	0,0012	0,0034	0,0019
Тверді часки	0,0011	0,0092	-
Бенз(а)пірени	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,14 \cdot 10^{-12}$	$0,01 \cdot 10^{-12}$
Оксиди азоту, NO <sub>x</sub>	0,027	0,033	0,016
Оксиди сірки, SO <sub>x</sub>	0,0015	0,022	0,0011
Сполуки свинцю	$0,37 \cdot 10^{-3}$	-	-
Усього	0,5	0,2	0,13

Варто також відзначити, що найбільша кількість токсичних речовин викидається автотранспортом у повітря на тихому ході, на перехрестях, зупинках перед світлофором. Як видно з Таблиці 1, на невеликій швидкості бензиновий двигун викидає в атмосферу 0,05% вуглеводів і 0,42% оксиду вуглецю (від загального викиду), в той час як на тихому ході ці показники зростають – 5,1% та 13,8% відповідно.

Серед причин інтенсивного забруднення атмосфери автомобільним транспортом можна назвати постійне збільшення його загальної кількості, експлуатація технічно застарілого автомобільного парку, низька якість паливно-мастильних матеріалів, незадовільний стан автомобільних шляхів, відсутність об'їзних маршрутів, дорожніх розв'язок, підземних пішохідних переходів і погана організація руху в цілому. За рахунок вищезазначеного, оцінка викидів забруднюючих речовин від автотранспортних засобів належить до вкрай складної проблеми через те, що залежить від численних факторів і наявні на даний момент вітчизняні методики оцінки не охоплюють їх комплексно в повній мірі, а концентруються на якомусь одному аспекті, будь то структура чи геометричні параметри окремих

елементів вулично-дорожньої мережі, складові автомобільного пального, інтенсивність і потоковість руху автотранспорту [2], тощо.

Дана проблема актуальна для більшості країн світу, оскільки загалом зараз на планеті експлуатується близько 1 млрд. автомобілів. У середньому при пробігу 15 тис. км на рік кожен автомобіль спалює 2 т палива і близько 26–30 т повітря. У середньому за цей час він збіднює атмосферу на 4350 кг кисню(що в 50 разів більше річних людських потреб) та збагачує її на 3250 кг вуглекислого газу, 530 кг оксиду вуглецю, 93 кг вуглецевих сполук і 7 кг окислів азоту та безліч твердих дрібнодисперсних часток.

Таблиця 2

**Середня експлуатаційна витрата палива для обраних типів автомобілів**

№	Вид автомобіля	Середня експлуатаційна витрата палива, л/км	Щільність палива, кг/л	Середня експлуатаційна витрата палива, кг/км
1	Легкові автомобілі бензинові	0,09	0,77	0,07
2	Легкові автомобілі дизельні	0,08	0,84	0,07
3	Малі вантажні автомобілі бензинові (до 5 тонн)	0,16	0,77	0,12
4	Малі вантажні автомобілі бензинові (6 тонн і більше)	0,33	0,77	0,25
5	Вантажні автомобілі дизельні	0,34	0,84	0,29
6	Малі автобуси бензинові	0,16	0,77	0,12
7	Малі автобуси дизельні	0,11	0,84	0,09
8	Малі автобуси ЗПГ	0,16 м <sup>3</sup> /км	0,71 кг/м <sup>3</sup>	0,11
9	Автобуси бензинові	0,37	0,77	0,28
10	Автобуси дизельні	0,28	0,84	0,24
11	Автобуси ЗПГ	0,37 м <sup>3</sup> /км	0,71 кг/м <sup>3</sup>	0,26

Значних успіхів у подоланні цієї проблеми досягли країни Західної Європи. Екологічна орієнтація транспортної політики Євросоюзу виражається в поступовій зміні і удосконалюванні інфраструктури транспорту. Населення західноєвропейських країн використовує втричі більше транспортного палива, однак в той же час транспортні системи притримуються більш суворих стандартів у сфері охорони навколишнього середовища та техніки безпеки. Досвід ЄС показує, що вдосконалення автотранспортних технологій, використання менш забруднюючих транспортних засобів, зокрема електромобілів та палива з урахуванням екологічних вимог допоможе суттєво знизити рівень певних впливів у розрахунку на одну транспортну одиницю і насамперед рівень забруднення повітря. Також варто відзначити, що середній вік парку легкових автомобілів в даний час в країнах ЄС становить 7,3 роки, в той час як за

останніми даними інформаційно-аналітичної групи AUTO-Consulting, станом на початок 2023 року середній вік авто в Україні становить 23,2 роки. Важливість цього факту в контексті нашого дослідження можна проілюструвати наслідками нещодавньої повені у Західній Європі 2021-го року, що призвела до масової заміни старих застрахованих автомобілів на нові, в результаті чого питомий викид в цих країнах знизився на 10-20%.

Загалом у ЄС з метою зменшення тиску транспорту на навколишнє середовище передбачається два напрямки. Перше - зниження гранично допустимих норм викидів забруднюючих речовин відпрацьованих газів і витрат палива окремими видами транспорту. Друге - посилення контролю за їх дотриманням, зокрема інструментами економічної політики: розміри податків і зборів повинні відповідати наслідкам впливу транспорту на навколишнє середовище. [3]

Для України як кандидата у Європейський Союз важливим завданням на найближчий період є досягнення відповідності комплексним та широким директивам ЄС щодо захисту навколишнього середовища та транспорту. Крім технологічних рішень, необхідна також більш повна інтеграція транспортної та екологічної стратегій, щоб приборкати зростання транспортного потоку, а також підтримати використання більш екологічних підходів – це два ключові завдання стратегії ЄС зі сталого розвитку. При цьому підкреслюється, що процес інтеграції всіх транспортних мереж у транс'європейську мережу автомобілів буде вважатися закономірним, коли будуть вирішені завдання екологічного характеру. Наявні вітчизняні можливості зниження викидів забруднюючих речовин від автомобільного транспорту не забезпечують бажаний ступінь чистоти атмосферного повітря, однак розширення та поглиблення досліджень в даному напрямку, як то розробка комплексної моделі ефективної оцінки із залученням сучасних інформаційних технологій, а також практичне впровадження результатів в розвиток транспортної інфраструктури сприятимуть досягненню в осяжному майбутньому відповідності світовим стандартам зеленого будівництва.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Екологія автомобільного транспорту: Навч.посіб./Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун, А.О. Корпач, Л.П. Мержиєвська. — К.: Основа, 2002. — 312 с.
2. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : ДЕА, 2020. – № 1(28). – 206-210 с.
3. H.St. Siedenfus: Ecologiczne aspekty polityki transportowej Unii Europejskiej Materiały Konferencyjne TRANS'97, SGN Kolegium Gospodarki Światowej, Warszawa 17—19 października, 1997.

## **ВПЛИВ АКТИВНИХ БОЙОВИХ ДІЙ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ**

*Іваненко Валерія Сергіївна, Курепін Вячеслав Миколайович*

*Миколаївський національний аграрний університет,*

*[valeria857@ukr.net](mailto:valeria857@ukr.net), [kupins@ukr.net](mailto:kupins@ukr.net)*

Військові конфлікти завжди призводили до цілого ряду небезпечних впливів на навколишнє середовище. Війна в Україні не виключення, при бойових діях відбувається негативний вплив на ґрунти та ландшафти, поверхневі і підземні води, рослинність і тваринний світ.

Порушення штатної діяльності та аварійні ситуації, частина яких пов'язана з потенційною небезпекою для населення і навколишнього середовища відбувається під час обстрілів населених пунктів, зокрема об'єктів господарювання, більшість з яких промислові об'єкти з потенційною небезпекою. В умовах воєнного конфлікту основна небезпека пов'язана з можливістю забруднення навколишнього середовища через нештатні ситуації, аварії, серйозні порушення роботи на промислових підприємствах та інфраструктурних об'єктах.

Особливу небезпеку для довкілля становлять промислово розвинені території з великою кількістю екологічно небезпечних підприємств та об'єктів [1], до таких територій відносять Донецьку, Дніпропетровську, Запорізьку, Луганську, Миколаївську, Херсонську області.

Активні бойові дії є причиною порушення роботи систем і об'єктів водопостачання та водовідведення, як наслідок порушення роботи комунальних очисних споруд. Уздовж лінії зіткнення та в зонах активних бойових дій виникають проблеми з вивозом твердих побутових відходів (неможливість своєчасного збору та транспортування на сміттєві полігони). Необхідні додаткові потужності для утилізації залишків військової техніки та елементів інфраструктури [2].

Проблемою для природнього середовища є будівництво фортифікаційних споруд, проведення бойових маневрів або військових навчань, застосування боєприпасів. При таких обставинах відбувається порушення поверхневого шару ґрунтів, пошкодження їх унаслідок бойових дій. Додатковим навантаженням є розмінування територій та знешкодження боєприпасів.

Внаслідок військової агресії на окупованих територіях і територіях активних бойових дій втрачена велика частина лісових та лісозахисних насаджень. Лісові пожежі, механічні ушкодження та незаконна вирубка призводить до критичного зниження лісистості та зниження полезахисних, ґрунтозахисних, водоохоронних та рекреаційних функцій лісів (Донецька, Запорізька, Луганська, Миколаївська Херсонська області).

Від воєнних дій страждають природно-заповідні фонди областей України, на території яких відбуваються бойові дії. У зоні збройного конфлікту відзначається зміна біорізноманіття [3], одні зникають, інші,

здебільше ті, які становлять загрозу санітарно-епідемічному стану територій та сільському господарству, неконтрольовано поширюються.

Більше року на східних та південних територіях України паралізовано багато аспектів природоохоронної діяльності: припинення фінансування та охорона територій, відсутність кваліфікованого персоналу, втрата архівної інформації тощо. Це наслідки початкового руйнування системи охорони навколишнього середовища [4]. В наслідок бойових дій не проводиться екологічний моніторинг, є проблеми з матеріально-технічним забезпеченням, відсутня повноцінна взаємодія між природоохоронними і військовими органами.

За роки використання природних ресурсів на територіях України які потрапили у зону активних бойових дій, накопичилася велика кількість екологічних проблем, а будь-яке додаткове техногенне навантаження може призвести до катастрофічних наслідків для довкілля, передбачити які вкрай складно.

На думку професійних екологів, на стан довкілля при безпосередніх бойових діях може впливати хімічне забруднення від потрапляння до навколишнього середовища значної кількості уламків продуктів згорання боєприпасів. Також є негативний вплив від пересування важкої військової техніки та забруднення довкілля паливно-мастильними матеріалами, які протягом тривалого часу можуть залишатися у природному середовищі. Будучи мобільними, забруднюючі речовини, які потрапили на ґрунт, у воду, залишилися у повітрі [5], переміщуються ланцюгами харчування біологічних організмів і становлять безпосередню загрозу для населення через свою токсичність, канцерогенність і мутагенність.

Прояснити ситуацію щодо хімічного забруднення зони бойових дій може повноцінне обстеження території: малорухомих середовищ, здатних накопичувати хімічні речовини - ґрунтів, донних відкладів і біологічних матеріалів. Але в деяких містах воно частково або зовсім неможливе через відсутність доступу до таких територій [6]. В умовах обмеженості інформації дуже важливими джерелами даних є засоби масової інформації та соціальні мережі, хоча у деяких випадках точність та достовірність відповідних повідомлень треба підтверджувати за допомогою додаткових джерел.

Спроба оцінити вплив наслідків активних бойових дій на якість поверхневих та підземних вод та атмосферного повітря показує очевидний факт – безпосередній руйнівний негативний вплив на якість поверхневих вод і атмосферного повітря. Впливу зазнали головні та малі річки районів, які охоплені війною, це Дніпр, Південний Буг, Інгул, Клебан-Бик, Сіверський Донець, Інгулець, Кальміус, Кальчик, Громоклея тощо, природні та штучні затоки та водойми, прибережні води Азовського та Чорного морів.

Беручи до уваги характер об'єктів інфраструктури, які прив'язані до поверхневих вод: промислові підприємства, об'єкти комунальної

інфраструктури, які були пошкоджені або повністю чи частково зруйновані, можна відзначити негативні зміни, за результатами досліджень, показників хімічного складу поверхневих вод і забруднюючих речовин. Це загальна мінералізація води, мінеральні форми азоту і фосфору, важкі метали та нафтопродукти.

Динаміка змін індикаторів впливу дозволяє чітко встановити наслідки впливу надзвичайної ситуації воєнного характеру: підвищена концентрація біогенних елементів (мінеральних форм азоту і фосфору) у воді річок Дніпро, Південний Буг, Інгул, Кривий Торець тощо. Наслідки забруднення річок Клебан-Бик, Кальміус, Казенний Торець, Південний Буг (біля м. Миколаїв) стічними водами привели до збільшення концентрації амонійного азоту. У водах річок, які знаходяться у зоні бойових дій, було встановлено збільшення вмісту міді, наявність нафтопродуктів. Така ситуація виникла із-за пошкодження комунальних очисних споруд населених пунктів, які потрапили під жорстокі обстріли окупантів.

Схід та південь України характеризується високим рівнем промисловості, ці регіони мають потужні промислові і сільськогосподарські виробництва, які і в мирний час мали достатньо високі обсяги викидів і скидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище.

В період воєнного стану природно очікувати загальне скорочення викидів і виробництва промислових відходів (зниження потужності підприємств, повне припинення роботи). Нажаль, унаслідок бойових дій зазнали пошкоджень багато промислових підприємств, які мають найбільш екологічно небезпечні виробництва, це коксохімічні, металургійні, нафтопереробні заводи, підприємства хімічної галузі, теплові електростанції, підприємства по переробці сільськогосподарської продукції (Донецька, Луганська, Миколаївська, Запорізька, Херсонська області).

Брак інформації не дає можливості в повному обсязі оцінити стан атмосферного повітря та зміни його якості за час війни в Україні. У зоні активних бойових дій, особливо на лініях зіткнення та на територіях, тимчасово непідконтрольних уряду України, наразі не працюють пости автоматизованого спостереження за станом атмосферного повітря, тимчасово припинили роботу і пости контролю якості атмосферного повітря на небезпечних для перебування населення територіях.

Однак згідно з даними, які вдалося зібрати з разових спостережень, за період з лютого 2022 року, такі фіксуються разові випадки високого забруднення атмосферного повітря з концентрацією небезпечних домішок які значно перевищують гранично допустимі концентрації. Було виявлено кілька випадків високого забруднення, які характеризуються перевищенням значення ГДК у 10 та більше разів в малих річках Донецької та Луганської областях, які перетинають лінію зіткнення: перевищенням вмісту марганцю, сульфатів, хрому та цинку, марганцю та сульфатів.



В умовах збройного протистояння є небезпека яка пов'язана з можливістю забруднення навколишнього середовища в разі умисної серйозної шкоди та серйозних порушень у роботі та аварій на промислових та інших підприємствах. Зазнали пошкоджень унаслідок бойових дій екологічно небезпечні виробництва, це підвищує ризики забруднення навколишнього середовища на сході та півдні України. Значно підвищити ризик можуть активізація бойових дій, зміна їх характеру, ускладнений доступ аварійних служб до пошкоджених об'єктів зі значними запасами небезпечних речовин.

Обстріли систематично порушують роботу систем енергоживлення, водопостачання, водовідведення, створюючи умови для спонтанного аварійного забруднення. Випадки пошкодження комунальних каналізаційних та водопровідних мереж фіксують в більшості населених пунктів вздовж лінії зіткнення (м. Миколаїв). Через неможливість своєчасного обслуговування відстійників каналізаційних стоків стічні води можуть потрапити в навколишнє середовище, пошкодження очисних споруд призводить до зупинки очищення і знезараження стоків міста та забруднення довкілля [7]. При цьому ліквідація аварій та їх наслідків часто ускладнюється неможливістю оперативно узгодити режим припинення вогню, щоб забезпечити своєчасний доступ до відповідних ділянок та об'єктів для аварійних бригад.

Отже, Війна в Україні триває; відповідно, зберігається ризик, пов'язаний із впливом бойових дій як безпосередньо на природні об'єкти, так і, насамперед, на об'єкти промислової і комунальної інфраструктури, що становлять підвищену екологічну небезпеку. Зрозуміло, такі негативні наслідки є притаманними не тільки для регіонів у зоні активних бойових дій, а і в масштабі країни. Тому необхідно мати постійно уточнювану оцінку небезпек, регулярно планувати й виділяти ресурси для систематичного обмеження і зниження ризику.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Костюк А.С. Бізнес у воєнний час: як змінилося законодавство// Актуальні проблеми трудових відносин під час воєнного стану: тези доповідей здобувачів вищої освіти інженерно-енергетичного факультету та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на інженерно-енергетичному факультеті, м. Миколаїв, 27 квітня 2022 року. Миколаїв: МНАУ, 2022. С. 21-24.  
URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11726>.

2. Іваненко В.С., Курепін В. М. Місцеві органи влади в умовах воєнного стану: повноваження та співпраця військових адміністрацій з органами місцевого самоврядування// Правові засади організації та здійснення публічної влади: V Міжнародної науково-практичної конференції, м. Хмельницький, 17 червня 2022 р. Хмельницький: Хмельницький

університет управління та права імені Леоніда Юзькова, 2022. С. 148-150. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11869>.

3. Іваненко В.С., Курепін В.М. Захист водних ресурсів та джерел водопостачання// Захист водних ресурсів - Глобальні виклики, загрози опустелювання територій, міжнародні зобов'язання держав світу : тези доповідей з щорічного тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 22 березня 2022 року. Миколаїв: МНАУ, 2022. С. 9-13. URL <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11213>.

4. Піндера М. Екологічна безпека територій у зоні бойових дій// Молодь, наука, бізнес: матеріали Всеукр. інтер.-конф. здоб.вищ.освіти і мол.учених, 5-6 жовтня 2022 р., м. Миколаїв. Миколаїв: МНАУ, 2022. С. 81-83. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11861>.

5. Мазур В.Є. Загальні поняття про хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори// Глобальні тенденції сучасного світу: соціально-економічні та інформаційно-психологічні аспекти розвитку суспільства: матеріали тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті, м. Миколаїв, 18 листопада 2021 року Миколаїв : МНАУ, 2021. С. 31-34. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/10167>.

6. Курепін В.М., Іваненко В.С. Механізм управління екологічною безпекою об'єктами господарювання на засадах маркетингу// Обліково-аналітичне і фінансове забезпечення діяльності суб'єктів господарювання: національні, глобалізаційні, євроінтеграційні аспекти: матеріали IV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Миколаїв, 20-21 листопада 2019р. – Миколаїв: МНАУ, 2019. – С. 169 – 172. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/6411>.

7. Пранович К.О. Охорона земель, інженерно-технічні заходи цивільного захисту та благоустрій територій об'єднаних громад// Інформаційно-психологічна та техногенна безпека: історичні аспекти, особливості захисту суспільства та особистості: тези доповідей за результатами тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 9 грудня 2022 р. Миколаїв: МНАУ, 2022. С. 43-46. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12080>.

## **ЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ**

*Ільїна Марія Володимирівна*

*ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН  
України», maria\_ilina@ukr.net*

Впровадження екологічних та енергетичних технологій в Україні набуло особливої актуальності у повоєнний період. Це зумовлено загальною спрямованістю сучасної глобальної політики управління територіальними

спільнотами на дотримання принципів сталого розвитку, зеленої економіки, а також посилення енергетичної незалежності та безпеки Європи й України.

В Україні ухвалено низку нормативно-правових актів, спрямованих на впровадження екологічних та енергоефективних технологій. Це, зокрема, Угода про асоціацію України та Європейського Союзу, Рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про виклики і загрози національній безпеці України в екологічній сфері та першочергові заходи щодо їх нейтралізації» (Указ Президента України від 23.03.2021 р. № 111/2021), Закон України від 21.10.2021 р. № 1818-IX «Про енергетичну ефективність», Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року (розпорядження КМУ від 29.12.2021 №1803-р), постанова КМУ від 23.12.2021 р. №1460 «Про впровадження систем енергетичного менеджменту».

Впровадження екологічних та енергоефективних технологій потребує попередніх науково обгрунтованих рішень, стратегій та планів економічного розвитку громад. Зокрема мають бути розроблені інструменти, за допомогою яких підприємства та місцеві громади зможуть розробляти стратегії і плани сталого розвитку, що включатимуть впровадження екологічно й енергетично ефективних технологій, а також самостійно визначати ефективність ухвалених рішень.

Теоретичним підґрунтям для розробки таких інструментів є оцінка екологічної стійкості територій регіонів України з метою визначення найбільш перспективних громад для релокації підприємств та переміщення осіб. В подальшому стратегії розвитку місцевої економіки мають розроблятися з урахуванням екологічної місткості територій, наявних природних ресурсів, промислового потенціалу та демографічного статусу. Наступним етапом стане обгрунтування стратегій впровадження екологічних та енергоефективних технологій на рівні підприємств і громад, включаючи розробку, адаптацію та алгоритмізацію інструментів стимулювання впровадження технологій [1].

Внаслідок воєнних дій економічне, соціальне та демографічне становище територій та регіонів України суттєво змінюється. Це відбувається внаслідок руйнування інфраструктури, зупинки підприємств, переміщення населення, скорочення доходів бюджетів громад, забруднення довкілля, вичерпання ресурсів та потенціалу відновлення. Після закінчення бойових дій першочерговим завданням для таких територій буде проведення оцінки наявного населення, можливостей швидкого відновлення роботи підприємств та соціальної інфраструктури. Така оцінка дасть змогу визначити кількість інфраструктурних об'єктів, які необхідно відновити або побудувати, та населення, заради якого ці заходи варто реалізовувати. Адже окрім зруйнованості інфраструктури, території різнитимуться за демографічними показниками (кількість наявного постійного населення, переміщених осіб) та економічними (стабільність

роботи підприємств, кількість релокованих або новостворених підприємств).

Плани відновлення громад повинні надавати нові можливості, забезпечувати прискорений розвиток, формувати більш ефективну просторову структуру економіки з дотриманням балансу інтересів усіх зацікавлених осіб. Стратегія розвитку громад повинна збігатися з загальнодержавними цілями, перспективами європейської інтеграції, але при цьому враховувати місцеві особливості та зміни в економічній, демографічній і соціальній структурі.

Відновлення громад та територій вже зараз потребує розробки програм їх комплексного відновлення. Для цього потрібно здійснити збір та аналіз первинної інформації щодо поточного стану громад та потреб щодо їх відновлення. Програма комплексного відновлення громади – це документ, який визначає основні просторові, містобудівні, соціально-економічні цілі відновлення і включає відповідні заходи. Така програма не належить до містобудівної документації, але розробляється у формі електронного документа та вноситься до Реєстру будівельної діяльності у встановленому порядку. Розробка програми здійснюється самостійно фахівцями громади або із залученням експертів, потребує стратегічної екологічної оцінки та узгодження з архітектурною містобудівною інспекцією. Головною метою розробки програми є визначення «точок росту», врахування особливостей території, загроз та викликів її подальшому розвитку. Крім того, ухвалення програми має здійснюватися за результатами громадських обговорень.

Метою розвитку громад мають стати не лише відновлення інфраструктури, але й забезпечення енергетичної незалежності. В перспективі житлово-комунальне господарство громад має бути переорієнтовано з традиційного газопостачання на електроенергетику. Під час формування оновлених післявоєнних планів розвитку слід розглянути можливість будівництва установок з виробництва сонячної енергії та підприємств з виробництва біопалива. Наприклад, на зруйнованих територіях, де чисельність населення та кількість підприємств суттєво скоротяться, доцільно максимально заліснювати території швидкоростучими видами дерев, які не лише поліпшуватимуть стан довкілля, але й слугуватимуть паливом та виробничою сировиною.

З метою екологізації середовища життєдіяльності громади мають додатково стимулювати перехід до маловідходних і наукомістких виробництв і технологій. Відбудова зруйнованого житла і спорудження нового потребуватимуть окрім фінансових ресурсів великого обсягу будівельних матеріалів, створення підприємств з виробництва таких матеріалів і модульних конструкцій. Це означає додаткові можливості підтримки зайнятості населення та використання місцевої сировини. З метою інтеграції внутрішньо переміщених осіб на тривалу перспективу громади слід враховувати не лише власну спроможність забезпечення таких осіб житлом, але й робочими місцями, соціальними та освітніми послугами.

Потреба впровадження екологічних технологій зумовлена викликами та загрозами національній безпеці України в екологічній сфері з огляду на високий рівень ризиків для природних екосистем та здоров'я населення [2]. До основних проблем слід віднести такі: значне забруднення довкілля внаслідок воєнних дій та техногенного навантаження; нераціональне використання природних ресурсів; значні обсяги накопичених відходів, у т.ч. внаслідок ведення бойових дій; загострення екологічних та техногенних проблем; недостатній рівень адаптаційних можливостей економіки, що і надалі перешкоджатиме подоланню екологічних проблем та забезпеченню енергетичної безпеки держави; неналежний моніторинг стану навколишнього природного середовища.

Впровадженню екологічних технологій мають передувати польові дослідження щодо обсягів скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти, показників якості води у басейнах рік, обсягів водозабору для зрошування та промислових потреб; використання даних автоматизованих систем контролю викидів забруднюючих речовин, визначення якості атмосферного повітря та оцінка впливу його забруднення на здоров'я населення; здійснення контролю за спалюванням сухої рослинності з метою зменшення ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря; використання даних спеціалізованих порталів цифрових природоохоронних і природно-ресурсних послуг; впровадження сталої системи управління відходами: організація роздільного збору твердих побутових відходів, їх утилізація, створення об'єктів інфраструктури з переробки відходів.

Реформа енергоефективності є важливою для України не лише з точки зору економії або охорони навколишнього середовища, а в першу чергу задля забезпечення енергетичної безпеки та незалежності держави. Ключовим завданням є розробка технічних рішень для впровадження енергоефективних заходів, що стане запорукою енергоефективності на рівні домогосподарств та економічних суб'єктів. Одним із напрямів наукових досліджень є розробка рішень та інструментів реалізації планів соціально-економічного розвитку громад з урахуванням поточних викликів та загроз, екологічного стану територій, наслідків релокації підприємств та переміщення населення, можливостей отриманні «теплих кредитів» та послуг енергосервісу, організації енергетичного аудиту, сертифікації енергетичної ефективності будівель. Впровадження передбаченого Угодою про асоціацію між Україною та ЄС екодизайну енергоспоживчих продуктів та енергетичного маркування сприятиме посиленню конкурентоспроможності вітчизняних підприємств, підвищенню вимог та стандартів якості продукції, підвищенню рівня захисту прав споживачів.

Впровадження енергоефективних та екологічних технологій збігається з цілями сталого та «зеленого» розвитку, поширення відновлювальних джерел енергії, підвищення енергоефективності на рівні кінцевих споживачів. Такої мети можливо досягти лише шляхом залучення належно

навчених фахівців до реалізації енергоефективних проектів на місцевому рівні, а також шляхом підвищення обізнаності громадян щодо можливостей застосування сучасних енергоефективних і екологічних технологій на побутовому рівні. На сьогодні, навіть пропри наявні можливості отримання фінансування, основною перешкодою для впровадження енергоефективних технологій є недостатня кількість експертів та громадян, що володіють навичками планування та реалізації відповідних проектів. Особливо актуальною ця проблема є на муніципальному рівні та на рівні ОСББ, і на сьогодні багато міст України вже мають негативний досвід реалізації проектів міжнародної підтримки.

Навчання якісному плануванню, розробці планів дій зі сталого енергетичного розвитку громад, бізнес-проектів є ключовим завданням. В перспективі відповідна консультативна й інформаційні підтримка не лише сприятиме забезпеченню енергоефективності громад та підприємств, але й допоможе встановити відкритий діалог з донорами та міжнародними фінансовими організаціями, поширити інформацію про кращі проекти енергоефективності, що вже реалізовані в Україні. Для органів управління та представницької влади такий діалог сприятиме визначенню основних бар'єрів для досягнення енергоефективності як на національному, так і на локальному рівні.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Піна М.В., Шпыліова Ю.В. Comprehensive spatial differentiation of territorial communities: case of Zhytomyr region. Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, series 'Geology. Geography. Ecology', 2021. No. 55, 174-186. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-13>.

2. Хвесик М.А., Ільїна М.В. Екосистемні платежі як інструмент реалізації екосистемного підходу в управлінні природокористуванням. *Економіка України*. 2022. № 10. С. 76-92. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2022.10.076>.

### **ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАВА НА БЕЗПЕЧНЕ ДЛЯ ЖИТТЯ І ЗДОРОВ'Я НАВКЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ**

*Ільченко Іван Петрович*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

[ilchenko130620@gmail.com](mailto:ilchenko130620@gmail.com)

Дослідження впливу військових дій на природне середовище та право на безпечне для життя та здоров'я навколишнє середовище в умовах воєнного стану є надзвичайно актуальним. Війна може мати серйозний вплив на біорізноманіття, ландшафти, повітря та воду. В результаті війни можуть виникнути екологічні катастрофи, що загрожують життю та



здоров'ю людей, а також впливають на економіку та соціальний розвиток країни.

Одним з найбільш серйозних наслідків війни є забруднення довкілля. Військові дії можуть призвести до викидів токсичних речовин у повітря, воду та ґрунт. Це може призвести до хвороб дихальної системи, раку, вад розвитку, а також смерті. Крім того, військові дії можуть призвести до знищення екосистем, що має негативний вплив на біорізноманіття та природні ресурси.

Таким чином, дослідження впливу війни на природне середовище та право на безпечне для життя та здоров'я навколишнє середовище в умовах воєнного стану дуже важливі. Ці дослідження можуть допомогти виявити проблеми, пов'язані з військовими діями та забезпеченням прав людини на безпечне для життя та здоров'я навколишнє середовище, і знайти шляхи їх вирішення.

Основи правового забезпечення екологічних прав людини встановлено у Конституції України, у статті 50 якої закріплено право громадян нашої країни на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди, а стаття 16 визначає обов'язком держави забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України [1].

Законом України «Про правовий режим воєнного стану» у ст. 8 встановлюються заходи правового режиму воєнного стану, серед яких вагомими для забезпечення права, передбаченого у ст. 50 КУ є заходи з проведення евакуації населення, якщо виникає загроза його життю та здоров'ю. Але, на думку Катерини Ковбасюк, у зазначеному Законі та підзаконних актах, прийнятих на його виконання, відсутні норми, які б повноцінно визначили особливості регламентації суспільних відносин у сфері забезпечення екологічної безпеки в умовах воєнного стану задля збереження безпечного для життя і здоров'я навколишнього природного середовища, а також більш якісне з нормативно-правової та інституційно-функціональної точок зору гарантування права на екологічну безпеку під час воєнного стану. Ст. 64 КУ передбачається, що в умовах воєнного стану можуть встановлюватись окремі обмеження прав і свобод людини і громадянина. Проте, згідно з Конституцією України, Законом України «Про правовий режим воєнного стану» та Указом Президента України «Про введення воєнного стану в Україні» від 24 лютого 2022 року, право, передбачене ст. 50 КУ та яке кореспондує та впливає з обов'язку, передбаченого ст. 19 КУ, не підлягає обмеженню під час дії правового режиму воєнного стану. Тому, з урахуванням зазначеного, Катерина Ковбасюк пропонує внести зміни до ЗУ «Про правовий режим воєнного стану», а саме передбачити необхідність виконання заходів задля забезпечення екологічної безпеки, зокрема у ст. ст. 3, 4, 15, 28 слова «з питань забезпечення... громадської безпеки» доповнити після слова «громадської» словами «та екологічної» безпеки [2, с. 243].

Варто погодитись з вищенаведеною думкою автора, так як в умовах воєнного стану, забезпечення права на безпечне для життя і здоров'я навколишнє природне середовище є особливо важливим. Проте, як зазначено в цитованому законі, відсутні норми, які б повноцінно визначили особливості регламентації суспільних відносин у сфері забезпечення екологічної безпеки в умовах воєнного стану, а також більш якісне з нормативно-правової та інституційно-функціональної точок зору гарантування права на екологічну безпеку під час воєнного стану.

Дійсно, навіть у звичайний період, забезпечення екологічної безпеки є складною задачею, а умови воєнного стану можуть ще більше ускладнити ситуацію. З метою забезпечення безпеки населення і навколишнього середовища у таких умовах, необхідні конкретні заходи, які повинні бути визначені в законі.

Таким чином, внесення змін до ЗУ «Про правовий режим воєнного стану», які передбачали б необхідність виконання заходів задля забезпечення екологічної безпеки, є дійсно необхідним і важливим для захисту прав населення на безпечне для життя і здоров'я навколишнє природне середовище.

Також, відповідно до Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища", забезпечення екологічної безпеки є обов'язком держави та громадян. В умовах воєнного стану, коли можуть бути порушені природоохоронні норми та здійснюватись дії, що негативно впливають на навколишнє середовище, важливість забезпечення екологічної безпеки стає ще більшою.

Отже, думка вищезгаданого автора про те, що в Законі "Про правовий режим воєнного стану" відсутні норми, які б повноцінно визначали особливості регламентації суспільних відносин у сфері забезпечення екологічної безпеки в умовах воєнного стану, є вірною. Таким чином, пропозиція внесення змін до Закону "Про правовий режим воєнного стану" щодо доповнення словами "та екологічної" після слова "громадської" відповідає необхідності забезпечення екологічної безпеки в умовах воєнного стану та відповідає принципам збереження природного середовища та екологічної безпеки.

Отже, необхідно розглядати екологічну безпеку як важливий аспект забезпечення прав людини в умовах воєнного стану і розробляти відповідні заходи для її збереження та покращення. Це може включати розробку спеціальних нормативно-правових актів та процедур для забезпечення екологічної безпеки в умовах воєнного стану, введення додаткових механізмів контролю за станом довкілля та реагування на екологічні порушення.

У контексті воєнного стану важливим є не лише захист прав людини, а й забезпечення безпеки навколишнього природного середовища. З врахуванням впливу військових дій на довкілля, необхідно вживати заходів для забезпечення екологічної безпеки. Закон України «Про правовий режим



воєнного стану» та підзаконні акти, які були прийняті на його виконання, не повністю регулюють суспільні відносини у сфері забезпечення екологічної безпеки під час воєнного стану.

Отже, необхідно внести зміни до законодавства, які передбачатимуть заходи для забезпечення екологічної безпеки у разі введення воєнного стану.

Узагальнюючи, можна сказати, що військові дії мають значний вплив на навколишнє середовище та можуть становити загрозу для життя та здоров'я людей. Тому необхідно приділяти достатню увагу забезпеченню екологічної безпеки під час воєнного стану та гарантувати право людей на безпечне для життя та здоров'я навколишнє природне середовище.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України Верховна Рада України; Конституція України, Конституція, Закон від 28.06.1996 № 254к/96-ВР

2. Катерина Ковбасюк. Особливості правового забезпечення права на безпечне для життя і здоров'я навколишнє природне середовище в умовах воєнного стану. Актуальні питання розвитку юридичної науки та практики: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (12 травня 2022 року)/ За заг. ред. д.ю.н., акад. НАПрН України О.П. Орлюк, к.ю.н., доц. Г.З Остапенко, к.ю.н. А.В. Айдинян. К., 2022. 389 с.

## ЕКОЛОГІЧНА ШКОДА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Ковальова Анастасія Володимирівна, Лазебний Артем Олексійович*

*Київський національний університет будівництва та архітектури,*

*[kovalova.av@knuba.edu.ua](mailto:kovalova.av@knuba.edu.ua), [lazebnyi\\_ao-2022@knuba.edu.ua](mailto:lazebnyi_ao-2022@knuba.edu.ua)*

Одна з найнебезпечніших ланок навколишнього середовища є будівництво близько 30% складає викиди CO<sub>2</sub>, вплив самих матеріалів складає близько 11%. Будівельна споруда генерує близько 40% від усього обсягу шкідливих речовин засвідчив кліматичний саміт Шотландії [1].

Екологічна шкода будівельних матеріалів полягає в шкідливому впливі на навколишнє середовище та здоров'я людей процесу виробництва зокрема: забруднення повітря, забруднення водних ресурсів, забруднення ґрунту, енергетичні витрати, також шкідливою ланкою є відходи та використання шкідливих речовин.

Екологічна шкода будівельних матеріалів дуже широко вивчається в світі, з розвитком будівельної галузі збільшився рівень негативного впливу на довкілля, стан здоров'я працюючих та людей. За останні роки активно вивчається негативний вплив на та природі ресурси та екологію у від будівельної галузі. Пошук екологічно безпечних матеріалів, зміна методів виробництва та використання безпечних будівельних матеріалів для навколишнього середовища є вкрай необхідними [2].

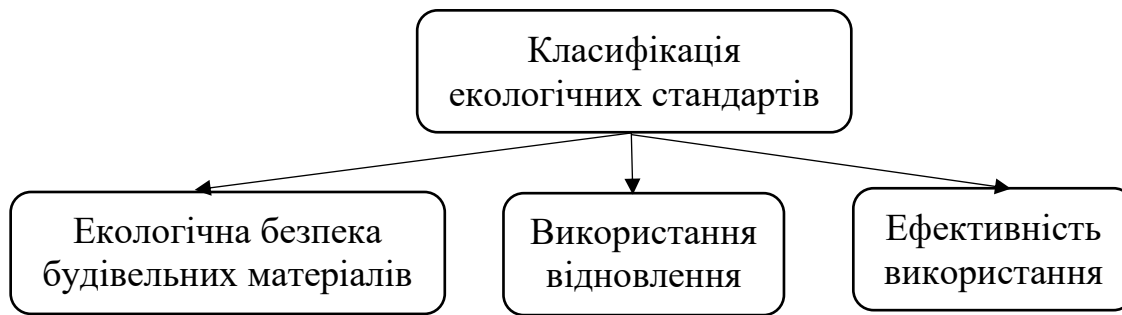


Рис 1. Схема класифікації екологічних стандартів

- Екологічна безпека будівельних матеріалів:
  - Екологічно безпечні матеріали;
  - Матеріали з обмеженою екологічною безпекою;
  - Екологічно небезпечні матеріали;
- Використання відновлення:
  - Матеріали вироблені в використанням відновлюваних джерел енергії;
  - Матеріали вироблені в використанням традиційних джерел енергії;
  - Матеріали вироблені в використанням традиційних джерел енергії;
- Ефективність використання:
  - Енергоефективні;
  - Ресурсозберігаючі;
  - Матеріали з обмеженою ефективністю використання ресурсів [3].

Промисловість будівельних матеріалів має вагомий вплив на навколишнє середовище. Внаслідок впливу негативних факторів спричинених видобутком природних матеріалів можуть бути використані такі небезпечні методи, як буріння, вибухові пристрої, розпилювальні машини, дія високих температур, в наслідок цього відбувається забруднення повітря шляхом пилового забруднення, викиду токсичних речовин в процесі згоряння та вибуху. Оскільки процес виробництва будівельних матеріалів та конструкцій є складним технологічним процесом та перетворення сировини у різні стани фізико-механічних властивостей. У багатьох випадках ці процеси супроводжуються виділенням великої кількості полідисперсного пилу, шкідливих газів та інших забруднень. До технологічних процесів, пов'язаних з підвищеним виділенням пилу та шкідливих газів, відносяться завантаження, перевантаження та розвантаження сипучих матеріалів, їх сортування, подрібнення, транспортування, змішування, формування та пакування.

На сьогодні широко розповсюджені екологічні стандарти будівельних матеріалів таких, як LEED та BREEAM:

LEED – система сертифікації будівель, розроблена в США та базується стандартах екологічної стійкості. Використовується для оцінки та сертифікації будівель за категоріями: енергоефективність, використання

водних ресурсів, якість навколишнього середовища та ін. Дана система сприяє підвищенню якості будівництва на зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище [4].

BREEAM – система сертифікації будівель, що базується стандартах екологічної стійкості, розроблена у Великобританії. Оцінку споруд проводить за енергоефективність, водні ресурси, якість навколишнього середовища, інновації та інші [5].

Системи сертифікації є схожими категоріями оцінювання, будівля здобуває оцінювання за допомогою балів та отримує різні сертифікації в залежності від набраних балів. Система сертифікації BREEAM – допомагає підвищити ефективність будівництва та знизити негативний вплив споруд та будівель на навколишнє середовище, покращує стимуляцію інноваційної галузі. Система сертифікації LEED, стимулює покращення будівництва, та знижує негативний вплив на довкілля [4,5].

Метою проведення сертифікації полягає в мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище та суспільство, та зниження або раціональне використання таких ресурсів як вода, електроенергія та матеріали. Для проведення сертифікації LEED перш за все обов'язково враховуються такі критерії – земельна ділянка, будівельні матеріали або ресурси для виробництва, рівень технічної підтримки для експлуатації будівлі, а також транспортна доступність будівлі. «Зелені будівлі» та будівництво, сертифіковані LEED – це високий стандарт «зеленої сертифікації». Ще на етапі проектування, формується модель майбутнього енергоспоживання проекту. Створення енергетичного моделювання має під собою розробку математичної моделі змін, коливань, в процесі експлуатації. В процесі будівництва реалізуються проектні рішення, тому сертифікація передбачає експертизу [4].

Метод оцінювання екологічного рівня ефективності будівельних конструкцій – це «зелена сертифікація». BREEAM має відмінність від LEED в наданні оцінок життєвому циклу оцінювання приймально-здавальної роботи та уведенні в експлуатацію, підтримка після продажу. Ці категорії сприяють підвищенню безпеки, комфорту, підвищення якості безпечного життя в будівлях [5].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Мельнецька Ю. Медіатека інвестиційних ідей. Екологічні хмарочоси: як будівельна галузь незабаром рятуватиме планету. INVESTORY NEWS, 2021. URI: <http://surl.li/gehid> (дата звернення 28.03.2023).
2. Мальований М.С., Боголюбов В.М., Шаніна Т.П. Техноекологія: підручник /Київ: Вид-во ОЛДПЛЮО 2018. 280с.
3. Кривомаз Т.І., Тищенко О.В., Сулейманов І.Е. Рослини для біофільного дизайну в зеленому будівництві. Теорія та практика дизайну:

зб. наук. праць. Садово-паркове господарство. К.: НАУ, 2022. Вип. 25. С. 236-248.

4. Калюх Ю. І., Фаренюк Г. Г., Іщенко Ю. І. Концепція «зеленого будівництва» та її застосування при проектуванні та розрахунках геотехнічних конструкцій. Наука та будівництво. 2020. № 2. С. 19– 43.

5. MCL GROUP Сертифікація “зеленого будівництва” по стандарту LEEDURI: <http://surl.li/gehrs> (дата звернення 02.04.2023).

6. Kryvomaz, T. I., Karpenko, N. S. (2020). Zeleni standarty dlia pokrashchennia ofisnoi diialnosti v novykh umovakh [Green standards for improving office operations in the new environment] Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia, 2020, 2, 5-21. [In Ukrainian].

**ПОЛІМЕРНА УПАКОВКА. ЄВРОПЕЙСЬКА СТРАТЕГІЯ**  
*Іщенко Олена Володимирівна<sup>1,2</sup>, Ляшок Ірина Олександрівна<sup>1,2</sup>, Ткаченко  
Тетяна Миколаївна<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури,

<sup>2</sup>Київський національний університет технологій та дизайну

[e.ishchenko5@gmail.com](mailto:ishchenko5@gmail.com), [liashok77@gmail.com](mailto:liashok77@gmail.com)

На сьогоднішній день основна частина пакувальних матеріалів припадає на пластики. Це пояснюється їх досить високою міцністю, легкістю, технологічністю виготовлення, дешевизною і доступністю вихідної сировини, тощо. Разом з тим, сучасні упаковки створили гостру проблему ліквідації безповоротних відходів, що спричиняє нагромадження полімерних матеріалів у навколишньому середовищі, що погіршує екологічну ситуацію. На сьогоднішній день ми маємо велику кількість не утилізованого "полімерного сміття", яке є досить міцним, еластичним, стійким до багатьох хімічних реагентів і радіоактивного випромінювання матеріалом.

Утилізація полімерних відходів є для людства не менш складним та важливим процесом, ніж виробництво виробів з полімерів, і, майже усюди, людство йде найлегшим шляхом – складання відходів разом іншим сміттям на величезних звалищах. Поліолефіни, полістирол, поліетилентерефталат та інші полімери можуть сотні років знаходитися на смітниках і не розкладатися, а випуск їх складає мільйони тон та продовжує рости з кожним роком. Щорічно на міських смітниках накопичується велика кількість твердих побутових відходів, половину з яких складають матеріали синтетичного походження, такі як вироби короткострокового або ж одноразового застосування (це пакувальні побутові та сільськогосподарські плівки, вироби медичного призначення, гігієнічні та косметичні товари). Світовий банк прогнозує збільшення щорічного утворення відходів на 70 % до 2050 року [1].

Існуюча державна політика у сфері використання твердих побутових відходів не достатня для вирішення проблеми, що виникли на сьогоднішній день. Ця причина призводить до катастрофічного росту такого типу сміття на території України.

23 червня 2022 року Україна отримала статус кандидата в члени ЄС, тому національне законодавство повинно відповідати європейському, зокрема резолюції ООН 70/1 «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку на період до 2030 року», якою затверджено 17 Цілей у галузі Сталого Розвитку на період до 2030 року [2]. В резолюції поставлені цілі повинні забезпечити збалансованість трьох компонентів сталого розвитку: економічного, екологічного та соціального через перехід до циркулярної економіки. У ЄС проводиться політика, яка спрямована на екологічно безпечне поводження з відходами для отримання з них вторинних ресурсів, підвищення рівня рекуперації, використання вторинної сировини та скорочення кількості залишкових відходів. 11 грудня 2019 Європейський Зелений Курс оголосив прагнення до нульового забруднення навколишнього середовища без токсичних речовин.

8 листопада 2017 р. Кабінетом Міністрів України схвалено Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року, а 20 лютого 2019 року Кабінетом Міністрів України затверджено Національний план управління відходами до 2030 року. 20 червня 2022 року Верховна Рада ухвалила Закон «Про управління відходами» (набрання чинності, відбудеться 09.07.2023 року). Прийняття цих документів наблизить поводження з відходами в Україні до стандартів ЄС та дозволить зменшити шкідливий вплив відходів на довкілля.

Підтримка запобігання утворення відходів та запровадження циклічності відбувається через запровадження п'ятиступеневої ієрархії управління відходами: запобігання утворенню, повторне використання, рециклінг, відновлення, в тому числі енергетичне, видалення [3].

Поводження у відходами упаковки в ЄС у 2020 році кількість утворених відходів упаковки становила 177,2 кг на жителя ЄС (від 66,0 кг на жителя в Хорватії до 225,8 кг на жителя в Німеччині) [4].

Європейський Зелений Курс спрямований, на впровадження переробки упаковки, пакування багаторазового використання та виготовлення біорозкладної упаковки.

Мета Європейської стратегії щодо пластмас полягає в тому, щоб до 2030 року вся пластикова упаковка, що постачається на ринок Союзу, була багаторазовою, або може бути перероблена з мінімальними витратами. В Статті 3 і Додатку I Директиви (EU) 2018/852 від 30 травня 2018 р.

Ці цілі розраховуються відповідно до ваги шляхом ділення кількості перероблених відходів упаковки на загальну кількість утворених відходів упаковки. Рівень переробки відходів пластикової упаковки враховує виключно матеріал, який переробляється назад у пластик.

Згідно Директиви (ЄС) 2019/904 від 5 червня 2019 р. «Про зниження впливу деяких пластикових виробів на довкілля» держави-члени ЄС повинні забезпечити роздільний збір для переробки відходів одноразових пластикових пляшок для напоїв місткістю до трьох літрів.

Проблема утилізації полімерів, має економічні та екологічні аспекти, так як пов'язана з зростаючою необхідністю зменшення вартості сировини для виробництва полімерів, а також з захистом довкілля [5]. Виходячи з цього, одним з актуальних напрямків стає виробництво екологічно чистих полімерних матеріалів, що біологічно розкладаються.

За останні роки, у світі значно зріс інтерес до біорозкладних полімерних матеріалів та упаковок з них, які руйнуються під впливом різних мікроорганізмів. Створення матеріалів з регульованим терміном служби, передбачає введення в них спеціальних добавок, які дадуть змогу прискорити розпад макромолекул полімеру. Для цих цілей використовують різні полісахариди, вміст яких досягає до 60% [6].

Екологічна ситуація у країнах, де добре налагоджений процес переробки пластикових виробів, більш контрольована, ніж у тих, де полімерні вироби не підлягають вторинній переробці. І як результат, біорозкладна упаковка стає одним з альтернативних варіантів вирішення цієї проблеми [7].

Біорозкладні полімерні вироби можуть руйнуватися в природних умовах під впливом світла, температури, вологи. При цьому мікроорганізми у вигляді бактерій, дріжджів, грибів тощо сприяють процесу розкладання високомолекулярних речовин на низькомолекулярні. Таким чином відбувається природний кругообіг речовин, що підтримує екологічну рівновагу.

В останні роки дослідники зосередилися на біополімерах, таких як білки та вуглеводи для виробництва пластмас. Серед біополімерів більшу увагу приділено крохмалю через широку доступність і низьку вартість [8].

В роботі створені полімерні матеріали на основі композиції полівінілового спирту (ПВС) та крохмалю (Кр) (10 г ПВС (кінцева концентрація 9,1%) і 100 г крохмалю, вміст гліцерину до 20%), методом екструзії.

Досліджено властивості полімерних матеріалів на основі композиції ПВС/Кр до та після компостування протягом 5 місяців.

Встановлено, що сорбція води зразками виготовленими методом екструзії стрімко зростає протягом першої години дослідження, після чого маса зразка починає падати, і через 2,5 години від початку дослідження показник сорбції становить 74 %. При цьому зразок втрачає свою міцність і спостерігається відокремлення частинок матеріалу.

Доведено, що вихідні зразки на основі ПВС/Кр, які виготовлені методом екструзії при навантаженні 33,1 Н та деформації 4 мм розриваються, а після перебування зразка в землі протягом 5 місяців спостерігається пом'якшення матеріалу, що характеризується зменшенням



розривного навантаження до 27 Н та відносному видовженні при розриві 16 мм. Отже межа міцності зразків зменшилася з 1,66 до 1,51 МПа, а відносне видовження збільшилося у 5,3 рази.

На рис. наведено мікрофотографії матеріалів оброблених розчином йоду, виготовлених на основі композицій ПВС/Кр методом екструзії до та після впливу навколишнього середовища.

За аналізом мікрофотографій встановлено, що після впливу дії навколишнього середовища для зразків характерна пориста структура, та відсутня зміна забарвлення йоду, тобто крохмальна компонента розклася, що свідчить про біодеградацію досліджуваних композицій.



**Рис.1. Мікрофотографії матеріалів виготовлених на основі композицій ПВС/Кр методом екструзії до (а) та після (б) впливу навколишнього середовища протягом 5 місяців з обробкою йодом.**

Виготовлення біорозкладних полімерних матеріалів на основі ПВС/Кр в Україні можливе на базі вітчизняних підприємств з використанням існуючого обладнання, що є досить перспективним напрямком розвитку виробництва галузі.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050
2. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015/ 70/1. “Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development” (2015, 25 September)
3. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/txt/pdf/?uri=celex: 3200810\\_098&from=en](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/txt/pdf/?uri=celex:3200810_098&from=en) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/txt/?uri=celex%3a3201810851>
4. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211027-2>
5. Thermoplastic Starch. Edited by Leon P.B.M. Janssen and Leszek Moscicki WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2009
6. Marius Stelian P. Polyhydroxybutyrate blends: A solution for biodegradable packaging? [Електронний ресурс] / P. Marius Stelian, F. Adriana Nicoleta, P. Denis Mihaela // International Journal of Biological Macromolecules.

267 Volume 207, 15 May 2022, Pages 263-277. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.02.185>

7. Hu Chengcheng. Life Cycle Eco-design of Biodegradable Packaging Material [Електронний ресурс] / Hu Chengcheng // Procedia CIRP Volume 105, 2022, Pages 678-681. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.02.113>

8. Bioplastics market data [Електронний ресурс] // Europin bioplastics. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.european-bioplastics.org/market/>

## **РОЛЬ ЗЕЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПІСЛЯВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ**

***Котовенко Олена Андріївна, Мірошниченко Олена Юріївна,  
Тарабанова Юлія Сергіївна***

*Київський національний університет будівництва і архітектури,  
[elenamiroshka@ukr.net](mailto:elenamiroshka@ukr.net), [y.tarabanova@gmail.com](mailto:y.tarabanova@gmail.com)*

За даними Київської школи економіки, станом на 5 вересня від початку війни росії проти України пошкоджено, зруйновано або захоплено окупантами щонайменше 412 підприємств та заводів.

До війни Україна мала потужну хімічну промисловість.

З початку війни більшість хімічних підприємств призупинили виробництво. Переважно це небезпечні виробництва в зоні активних бойових дій та на тимчасово окупованих територіях. Знищені через влучання ворожих ракет великі склади хімічних товарів.

Флагмани хімічної промисловості України, такі як, Северодонецьке об'єднання "Азот", Концерн "Стирол" (Горлівка), "Рівнеазот"; "Азот" (Черкаси) – усі входять в групу Ostchem Дмитра Фірташа, Лисичанський нафтопереробний завод, Одеський припортовий завод, "Карпатнафтохім". Серед основних проблем - пошкоджена інфраструктура міст, де розташовані підприємства, пошкоджена або знищена транспортна інфраструктура самих підприємств, порушені логістичні ланцюги.

За даними ДП "Черкаський НДІ ТЕХІМ", значних руйнувань зазнали не менше 7 хімічних підприємств з категорії великих та середніх. Жоден завод не відновив роботу на 100%, повністю зупинили діяльність 40-50%.

«Повністю втрачено виробника сірчаної кислоти у місті Рубіжне, зазнали значних пошкоджень ПрАТ "Северодонецький Азот" та ПАТ "Сумихімпром". У секторі виробництва добрив використовуються близько 25% виробничих потужностей», – зазначають в Союзі хіміків України.

Звичайно в умовах війни й першого етапу післявоєнного відновлення, екологічна модернізація може не бути першим інвестиційним пріоритетом, як це було у довоєнні часи. Виняток – проекти, що вже були запущені до війни та які мають критичне значення для життєдіяльності



підприємства. Водночас, плани бізнесу з переходу на більш чисте виробництво з метою подальшої декарбонізації залишаються актуальними, особливо якщо мова йде про відновлення зруйнованих потужностей та побудову нових промислових об'єктів.

Стан системи озеленення хімічних підприємств до війни дуже часто свідчив про погіршення екологічної ситуації та не забезпечував екологічної рівноваги. У зв'язку з цим на території, де розташовувалися підприємства, складалися особливі екологічні ситуації, які характеризуються насамперед надмірною концентрацією оксид азоту NO (II) і діоксид азоту NO<sub>2</sub> (IV) та пилоподібних речовин в атмосфері.

Оксид азоту NO - безбарвний важкий газ, киснем повітря окислюється до у азоту. Діоксид азоту NO<sub>2</sub> – газ коричнево-бурого кольору який перетворюється в азотну й азотисту кислоти, коли реагує з вологою повітря. В атмосфері оксид і діоксид азоту знаходяться в динамічній рівновазі, перетворюючись одне в одного в результаті фотохімічних реакцій.

Найбільш ефективним засобом, який забезпечує екологічну рівновагу промислових територій (компенсація шкідливих викидів промислових підприємств, зниження шумового і пилового забруднення, температури повітря, підвищення його вологості), є озеленення.

Озеленення територій промислового об'єкта необхідно здійснювати комплексно: враховувати природно-кліматичні фактори, технологічні умови виробництва, архітектурно-просторове середовище підприємства, особливості забудови промислової зони та прилеглої території. Рослини, які використовуються для озеленення території промислових підприємств, повинні бути ефективними в екологічному відношенні і досить стійкими до забруднення промисловими викидами [1,2].

При виборі рослин для озеленення території промислових підприємств потрібно звертати увагу на кількісний та якісний склад викидів, закономірності розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в даній місцевості, ефективність породи для очищення повітря від конкретного забруднювача, а також кліматичні умови і тип ґрунту.

Зелені насадження відіграють важливу роль у очищенні атмосферного повітря від газових викидів. Різні види рослин на одну й ту ж концентрацію токсичних газів в повітрі реагують по-різному. Це залежить від величини газочутливості та газостійкості деревних рослин. Проаналізувавши результати досліджень, можна зробити висновок, що газочутливість листяних порід менша, ніж хвойних, тобто листяні деревні породи більш витривалі та мають вищу газостійкість, ніж хвойні, тому ефективніше очищають атмосферу від токсичних газів, ніж хвойні.

Рішення щодо визначеного підбору рослин для озеленення для кожного типу промислового підприємств повинно прийматися індивідуально. Опираючись на дослідження Приседського Ю.Г. [1] про те, що всі рослини на основі стійкості до атмосферних забруднювачів оксиду і діоксиду азоту можна поділити на чотири групи: толерантні (стійкі), середньо

пошкоджені, нестійкі та зі змінною стійкістю, можна зробити висновок, що при озелененні території хімічних заводів має сенс обрати такі сорти дерев як клен сріблястий (*Acer saccharinum*), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia*), тополя бальзамічна (*Populus balsamifera*), липа дрібно та (*Tilia cordata*), різні види верби, шовковиця (*Morus alba*), акація біла (*Robinia pseudoacacia*), в'яз листуватий (*Ulmus foliacea*), береза повисла (*Betula pendula* Roth.). Такі сорти дерев не тільки поглинають діоксид азоту, та підтримують сприятливий екологічний стан прилеглих територій, але й мають сприятливі умови для росту, тобто продовжують свою довговічність у насадженнях.

Для озеленення промислової зони потрібно використовувати газостійкі види трав для газонів: вівсяниця червона (*Festuca rubra*), мятлик вузьколистий (*Poa angustifolia*). Такий газостійкий газон потрібно доповнювати невеликим включенням дерев і чагарників. [3]

Стойкі види рослин до діоксиду азоту можуть підтримувати сприятливий екологічний стан довкілля на території підприємства.

Рослини не тільки позитивно вплинуть на психоемоційний стан людей, пом'якшуючи агресивну дію техногенного оточення, а й продукують кисень, захищають від шуму і вітру, тобто покращують якісний склад екологічних параметрів навколишнього середовища. Під час адаптації відновлюваних та побудови нових промислових підприємств слід врахувати й той факт, що територія промислового підприємства – це ще й велика за площею санітарно-захисна зона. Саме ці зони можна використати для покращення екологічної ситуації. Наприклад, у частині санітарно-захисної зони, що межує з територіями громадської чи житлової забудови, необхідно озеленювати усі вільні території.

На промислових територіях відновлюваних об'єктів необхідно здійснити такі заходи, як очищення ґрунтів, поверхневих водойм (за наявності), підземних вод, повітря, антропогенних об'єктів споруд, а також зменшити негативний вплив на довкілля; зменшити використання природних ресурсів, збільшити відсоток і ефективність використання ландшафтних територій, застосування енергозберігаючих технологій.

Для ефективного озеленення території підприємства рекомендується застосовувати також і внутрішньо цехового озеленення.

Для того, щоб цей шлях відбудови був більш ефективний, варто вже зараз розробити відповідну регуляторну базу, яка допоможе після нашої перемоги мати не лише прогресивні, але й екологічні підприємства.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Приседський Ю. Г. Характеристика стійкості деревних та чагарникових рослин до забруднення повітря сполуками сірки, фтору та нітрогену/ Ю.Г. Приседський// Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Біологія. 2014. № 1112, Вип. 21. С. 162-167

2. Манідіна Є.А. Хімія навколишнього та виробничого середовища. Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища»/ Є.А. Манідіна, К.В. Белоконь, О.Б. Матяшева, Запоріжжя: ЗДІА, 2018. 96 с.

3. Поляков А.В. Видовой состав и состояние древесно-кустарниковых растений на территории Авдеевского коксохимического завода/ А.К.Поляков, Е.П.Сулова, Е.Н.Лихацкая// Промышленная ботаника. 2007, вып.7. с.42-49

## **РАДОНОВА НЕБЕЗПЕКА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Крюченко Наталія Олегівна, Жовинський Едуард Якович*

*<sup>1</sup>Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України,*

*[nataliya.kryuchenko@gmail.com](mailto:nataliya.kryuchenko@gmail.com), [zhovinsky@ukr.net](mailto:zhovinsky@ukr.net)*

Радонова небезпека від будівельних матеріалів, виготовлених на основі природних відходів та техногенних матеріалів має велике значення.

Основні джерела радону в надрах Землі – гірські породи, що містять уран і радій: вугільні сланці з вмістом урану більше 0,002%; вуглецевоглинисті сланці, глауконітові та вуглисті піски та пісковики, вуглецевмісні гравеліти та алевроліти – понад 0,005%; граніти верхнього протерозою, перетнуті розломними зонами – 0,001–0,003%; калієві, мікроклінові та плагіомікроклінові граніти протерозойсько-архейського віку – понад 0,00 %; гранітовані архейські гнейси – понад 3-5 г/т [1].

Радонова небезпека може йти від будівельних матеріалів, виготовлених на основі природних відходів та техногенних матеріалів. Нариклад, вмісту радону в сировині будівельних матеріалів різних країн наступний, Бк/кг: відходи уранових збагачувальних фабрик (США) – 4625, кальцій-силікатний шлак (США) – 2140, фосфогіпс (ФРН) – < 574, глинозем (Швеція) – 496-1 зольний пил (ФРН) -341, граніт (Велика Британія) – 170 [2].

Джерелом радону є глибинні породи та процеси. При зеленому будівництві необхідно враховувати тектонічну складову, літолого-структурні особливості території, склад гірських порід та вміст в них природних радіонуклідів, та інші фактори.

Ризик негативного впливу на здоров'я населення підвищеного вмісту радону у повітрі житлових, громадських та робочих приміщень призвів до виникнення нового наукового спрямування в галузі радіоекології та санітарної гігієни. У завдання цього напряму входять як експериментальні, і теоретичні дослідження вмісту радіоактивних елементів у приміщеннях та механізмів їх надходження всередину. Згідно з останніми епідеміологічними даними [3, 4] існує прямий взаємозв'язок між виникненням раку легень та присутністю радону всередині приміщень.

Природні джерела іонізуючого випромінювання є основними (60-90%) у дозу опромінення населення. При цьому, найбільшу небезпеку становить радон та продукти його розпаду. Грунти та уламкові відклади, що утворилися в результаті руйнування цих порід, характеризуються підвищеним вмістом урану та радію. Радон, будучи інертним газом, має здатність дифундувати та накопичуватися в повітрі приміщень.

При домінуванні дифузійного механізму надходження радону в будівлі, значення об'ємної активності (ОА) радону у теплий період року перевищують відповідні величини для холодного періоду року [5].

Тиск усередині будівлі зазвичай дещо нижчий, ніж зовні, у тому числі в ґрунті, що може бути викликано, наприклад, витяжною вентиляцією, вітром або різницею температур. Тому основним механізмом транспорту радону є "всмоктування". Чим більший контакт будівлі з ґрунтом, тим ймовірнішим є високий рівень утримання радону. Концентрація радону буде близька до концентрації його в навколишньому повітрі тільки в будинку, що добре провітрюється з вентиляванням підпільного простору.

При знаходженні людини в приміщенні з об'ємною активністю (ОА) радону  $1 \text{ Бк/м}^3$ , верхні дихальні шляхи отримують ефективну дозу опромінення приблизно  $50 \text{ мк}^3\text{в/год}$  [1]. Насправді, коливання ОА радону у будинках можуть становити від кількох одиниць до  $105 \text{ Бк/м}^3$ . Значну частину дози опромінення людина отримує від дочірніх продуктів розпаду (ДПР). Радон разом з його ДПР надходить до органів дихання людини і впливає на легені.

В Україні найбільша потенційна небезпека, зумовлена радоном та торіємом, існує у межах Українського кристалічного щита, де основною гірською породою фундаменту є граніт, де сконцентровано уран [6]. При розпаді уран утворює радій, який, своєю чергою розпадаючись, виділяє радон – радіоактивний газ. При порівняльній характеристиці будівельних матеріалів можна констатувати, що граніт є найнебезпечнішим у будівельних матеріалах, питома активність природних радіонуклідів (Бк/кг) складає:  $^{226}\text{Ra}$  – 100,  $^{232}\text{Th}$  – 80. (рис. 1).

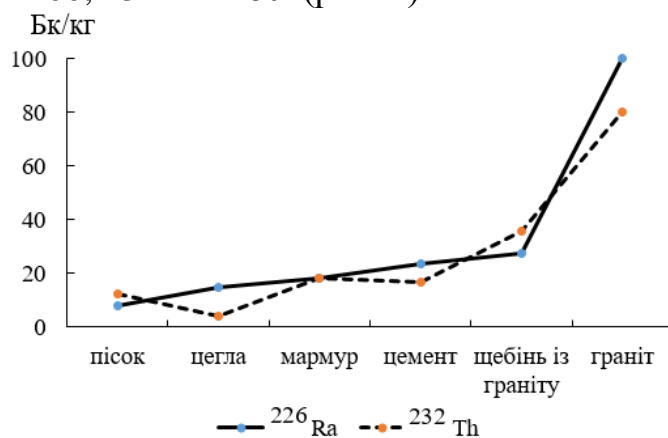


Рис. 1. Питома активність природних радіонуклідів у будівельних матеріалах

Під час моніторингу радону у будівельних матеріалах визначено, що радон, проникаючи у приміщення через будь-які щілини, швидко виноситься при провітрюванні. На верхніх поверхах будинків емісія радону набагато нижче, ніж у підвалах та на першому поверсі. Найвищі його концентрації відмічені у підвалах (у 8–25 разів вище, ніж у атмосфері). Авторами були зроблені виміри концентрації радону в різних типах будівель з невентильованими та вентильованими приміщеннями. Найнебезпечнішими серед невентильованих приміщень виявляються будинки зі шлакових панелей, а найбезпечнішими - верхні поверхи цегляних будинків. При зіставленні концентрації радону в приміщеннях з кондиціонуванням повітря, виявлено що цегляні будинки сприятливіші за дерев'яні. У цегляних, кам'яних та бетонних будинках потужність дози в 2-3 рази вища, ніж у дерев'яних. З цього погляду, необхідно враховувати склад будівельних матеріалів, які можуть збільшувати загальну дозу опромінення та бути небезпечним для проживання людей.

Згідно з сучасними дослідженнями [3, 4] пропонується внести до проектування житлових та громадських будівель величину максимальної активності радію-226 на рівні 120 Бк/кг під час перевірки будівельних матеріалів на наявність природних радіонуклідів з метою охорони здоров'я громадян та покращення екології навколишнього середовища. Для малоповерхових будівель, побудованих з виконанням блоків з газобетону, не можна виключити до-додаткове надходження радону з ґрунту під зда-ням.

Тільки комплексні заходи – стабільна система вентиляції, спеціальні радонозахистні покриття підлоги – можуть допомогти захистити населення від впливу природної радіації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Недра, Москва, 1994. Т.1. 304 с.
2. Комов І.Л., Жовинський Е.Я. Основные проблемы радоновой безопасности / Рецензент Г. Т. Остапенко. - Киев: Логос, 2005. 351 с.
3. Darby S., Hill D., Auvinen A., Barros-Dios J., Baysson H., Radon in homes and lung cancer risk: a collaborative analysis of individual data from 13 uropeancasecontrol studies. *British Medical Journal*, v. 330, 2005. pp. 223–227.
4. Krewski D., Lubin J, Zielinski J., Alavanja M. Residential radon and risk of lung cancer: a combined analysis of seven North Americancase-control studies.*Epidemiology*. 2005. V. 16. pp. 137–145.
5. Жовинський Е. Я., Комов І. Л., Крюченко Н. О. Вміст радону-222 і фтору в підземних водах м. Києва // Мінералогічний журнал. 2004. С.28-35.
6. Жовинський Е. Я., Крюченко Н. О. Радон в окружающей среде г. Киев и г. Афины // Пошукова та екологічна геохімія. 2007. № 1. С. 32-35.

## МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОХІМІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ЗЕЛЕНОМУ БУДІВНИЦТВІ

*Жовинський Едуард Якович<sup>1</sup>, Крюченко Наталія Олегівна<sup>1</sup>,  
Папарига Петро Степанович<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України,  
[zhovinsky@ukr.net](mailto:zhovinsky@ukr.net), [nataliya.kryuchenko@gmail.com](mailto:nataliya.kryuchenko@gmail.com)*

<sup>2</sup> *Карпатський біосферний заповідник Міністерство енергетики та  
захисту довкілля України, [paparyga.ps@ukr.net](mailto:paparyga.ps@ukr.net)*

Серед основних завдань «Закону України про охорону навколишнього природного середовища» (стаття 51) стоїть «оцінка... стану навколишнього природного середовища в місці, де планується розміщення об'єктів...» будівництва – дитячих установ, шкіл, житлових будинків та інш., і визначення можливого екологічного ризику цих територій.

Відомо, що зелене будівництво враховує всі екологічні потреби та спрямоване на поліпшення якості життя. Тобто, при будівництві необхідно враховувати і екологічний ризик природних процесів – тектонічних порушень, вмісту важких металів та радіоактивних елементів в ґрунтах та природних водах та інше.

Оцінити активність розривних структур класичними геологічними і геофізичними методами практично неможливо. Для вирішення цього завдання розроблений комплекс геохімічних методів, важливою особливістю яких є використання інформації про аномальні поля індикаторних хімічних елементів (F, Rn, As, та ін.), які фіксуються в поверхневих відкладах і природних водах. [1].

Суть в тому, що в поверхневому шарі ґрунтів утворюються мікрореформаційні структури, які є відображенням сучасних геодинамічних процесів в масивах корінних порід, і аномальний вміст індикаторних елементів дозволяє виявляти ці зони [2]. На поверхні вони мають вигляд лінійно-витягнутих елементів ландшафту, відповідають зонам підвищеної тріщинуватості і розривів і являють собою ділянки підвищеної міграції речовин. По цим зонам (особливо глибинних розломів) з надр Землі піднімаються до поверхні хімічні елементи, в тому числі і токсичні для людини.

Саме в цих зонах можлива максимальна ступінь зниження сейсмічної стійкості, до них приурочені аварії на лінійно-витягнутих об'єктах (нафто- і газопроводах, лініях електропередач), деформації і руйнування промислових споруд та житлових будівель. За умови встановлення аномального вмісту хімічних елементів у питних водах, ґрунтах зон тектонічних порушень можливо віднесення території до зони екологічного ризику. Проведені дослідження підтвердили ефективність виявлення територій тектонічних порушень, що становлять екологічну небезпеку для населення, за комплексом геохімічних методів [3].



Геохімічні методи дозволяють вивчати об'єкти довкілля (грунти, гірські породи, підземні та поверхневі води, рослинність), визначати їх стан і ступінь забруднення, зміни та вплив на навколишнє середовище.

При визначенні вмісту хімічних елементів в об'єктах довкілля ми використовували різні аналітичні методи – хімічний, спектральний, атомної абсорбції, іон-селективний, ІСР-МС та інші.

Останнім часом було доведено [3], що визначення вмісту хімічних елементів – важких металів найбільш доцільно виконувати методами ІСР-МС та XRF. Але, сумарний вміст хімічних елементів не дає можливості визначення дійсного характеру забруднення об'єктів довкілля та можливої оцінки їх екологічної небезпеки. Нами на багатьох прикладах [4], було доведено, що екологічна небезпека може бути визначена лише за рухомими формами хімічних елементів, тобто формами, які легко мігрують в природному трофічному ланцюгу (гірські породи – ґрунт – природні води – рослини) при зміні рівноваги фізико-хімічних умов навколишнього середовища. Такі рухомі форми визначаються за даними термодинамічного аналізу, математичного та експериментального моделювання.

Аномалії рухомих форм хімічних елементів в об'єктах довкілля визначаються при проведенні на територіях літохімічних, гідрохімічних, біогеохімічних та атмохімічних досліджень і побудові на основі одержаних даних моно- і поліелементних геохімічних карт за рухомими формами хімічних елементів. Виявлені на таких картах аномалії рухомих форм хімічних елементів будуть визначати ступінь забруднення території і особливості екологічного ризику.

У міських агломераціях геохімічними методами доцільно визначати провідні забруднювачі. В результаті діяльності промислових підприємств забруднюючі речовини потрапляють у довкілля. Вони часто не пов'язані з основною продукцією підприємства, а входять до складу домішок. Так, поблизу свинцево-плавильного заводу пріоритетними забруднювачами, окрім свинцю і цинку, є кадмій, мідь, ртуть, арсен, селен. Пряма екологічна дія забруднення призводить до безпосереднього погіршення якості життя. Інженерно-геологічні властивості гірських порід (ґрунтів) багато в чому визначаються їх геохімічними особливостями, процесами міграції. Інженерно-екологічні дослідження в наші дні є обов'язковим елементом інженерних (інженерно-екологічних) досліджень, в результаті яких відбувається обґрунтування подальшої будівельної діяльності, складання проектів та експлуатація будівель та споруд. Тут важливого значення набуває також оцінка фонових показників стану довкілля. До провідних елементів забруднення поверхневих відкладів міських агломерацій центральної частини України відносяться Zn, Pb, Cu, Hg, Ag. Площа забруднення створювана цими елементами, як правило, охоплює промислову та селітебну функціональні зони міст і займає від 9% (Ag) до 62% (Zn) від загальної площі досліджень. Концентрація цих елементів в місцях забруднення у 2–60 разів перевищує їх фонові значення.

Практика використання рекреаційних зон (луки, пустирі, заболоченості, лісопосадки) міських агломерацій різних адміністративних рівнів для стихійних звалищ сміття набуває сьогодні в Україні загрозливих масштабів. В цілому, для міст центральної України встановлено, що межі впливу підприємств хімічної та машинобудівної промисловості з помірно небезпечним та допустимим рівнями забруднення довкілля складають 0,5–1,5 км, а небезпечного рівня – 0,5 км. Приладобудівної та легкої промисловості – 0,2–0,6 км, а небезпечний рівень займає – 0,2 км. Що стосується забруднення від автотранспорту, то воно в поверхневих відкладах формує локальні поля допустимого і зрідка помірно небезпечного рівнів [5].

Геохімічне картування (грунтів, рослинності, природних вод, донних відкладів) та моделювання геохімічного процесу дозволяє прогнозувати вплив природних чи техногенних процесів на порушення екологічної рівноваги.

Виявлення поширеності елементів у навколишньому середовищі має велике теоретичне та прикладне значення. Теоретичне значення полягає в тому, що на основі отриманої інформації про концентрації елементів розкриваються закономірності поширення, їх міграції та взаємодії між собою. Прикладне значення пов'язано з тим, що в результаті еколого-геохімічних досліджень виявляються нормативні показники навколишнього середовища. Як такі найчастіше застосовуються фоновий вміст елементів. Саме фоновий вміст елементів буде мати важливу роль для зеленого будівництва.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Крюченко Н.О., Жовинський Е.Я., Папарига П.С. Рудні та техногенні геохімічні аномалії заповідних територій Українських Карпат. Київ. ТОВ НВП «Інтерсервіс», 2018. 146 с.
2. Klos V., Birke M. Geochemical Characteristics of Ukrainian Soil Using Landscape-Geochemical Regionalisation Based on the GEMAS Data // Chemistry of Europe's Agricultural Soils. 2014. Part B. 253–270.
3. Крюченко Н.О., Жовинський Е.Я., Концепція оцінювання небезпек і ризиків (геохімічний чинник)//Пошукова та екологічна геохімія. №1(16), 2014. С. 27–31.
4. Жовинский Э.Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э.Я. Жовинский, И.В.Кураева. Киев.: Наукова думка. 2002. 214 с.
5. Клос В.Р., Крюченко Н.О., Жовинський Е.Я. Еколого-геохімічна оцінка забруднення ґрунтів міських агломерацій Київської області // ScienceRise. 2015. V. 3/1 (8) С. 34–37.



# КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ З МОЖЛИВІСТЮ ОПИТУВАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ІНВЕРТОРІВ

*Рижков Валерій Анатолійович<sup>1</sup>, Михайлуца Олена Миколаївна<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Запорізький національний університет,  
elenamikhaylutsa7@gmail.com*

У сучасному світі все більш поширеною стає тенденція розвитку та використання альтернативної енергетики. На заміну традиційним вичерпним джерелам енергії, таким як нафта, газ та вугілля, приходять відновлювані або «зелені» джерела енергії. Одним з найбільш важливих напрямків альтернативної енергетики є перетворення сонячної енергії в електричну. Для досягнення цієї мети використовують спеціальні інженерні споруди – СЕС (сонячні електростанції), які за останні роки набули неабиякого поширення в Україні. Вони широко представлені на підприємствах, промисловості, приватних домогосподарствах та інших закладах, як автономні системи для виробництва електроенергії для забезпечення власних потреб або продажу державі за «зеленим тарифом». Отже, важливим є питання отримання інформації з СЕС з метою спостереження за процесом її роботи. Для цього використовується спеціальний пристрій, інвертор, який є невід'ємною частиною системи електростанції. Однією з можливостей такого апарату є надання різноманітної інформації щодо виробництва електроенергії на окремій СЕС при підключенні до нього через мережу [1]. Це дає змогу не лише спостерігати за процесом роботи електростанції, а й отримувати статистику вироблення електроенергії, збирати аналітичні дані та своєчасно реагувати на можливі збої в її роботі.

Наразі існують різні системи моніторингу СЕС від компаній-виробників інверторів та постачальників послуг встановлення електростанцій, взаємодія клієнта з якими відбувається за допомогою веб-застосунку (FRONIUS SOLAR.WEB, SunPower Monitoring System) або мобільного додатку (EMA Manager App). Загалом, вони дозволяють переглядати інформацію про підключені фотовольтаїчні системи, їхні статуси та статистику вироблення електроенергії. Окрім цього, є можливим отримання детальної інформації щодо процесу роботи окремого інвертора та огляд детального журналу помилок. Для використання такої системи користувач має зареєструватися на відповідному порталі, під'єднати інвертори до глобальної мережі та налаштувати їх. Однак, існуючі системи моніторингу мають низку недоліків.

1. Необхідно встановлювати додаткове обладнання для збору та передачі даних у випадку, якщо інвертор не має відповідного програмного та апаратного забезпечення. Наприклад, інвертори від компанії Fronius використовують вбудований пристрій для передавання даних – Fronius Datananager, який не входить до базової комплектації усіх інверторів [2].

2. Системи моніторингу можуть бути сумісними лише з інверторами від компаній, які встановлюють такі системи. Тобто, ЕМА Manager App не зможе збирати інформацію з інвертора від SunPower.

3. Інколи, процес під'єднання інверторів до системи моніторингу є складним або неможливим для користувача. Це може статися у випадку, коли інвертор не підтримує стандартний протокол зв'язку з моніторинговою системою, або коли налаштування інвертора вимагає спеціальних знань або додаткового обладнання.

4. Для користування деякими системами моніторингу необхідно вносити щомісячні платежі. Отже, власнику декількох СЕС з інверторами від різних компаній необхідно користуватися різними додатками та сплачувати вдвічі більшу вартість за доступ до можливостей моніторингу.

Тож, доцільним є створення клієнт-серверної системи моніторингу СЕС з урахуванням зазначених недоліків, яка могла б підтримувати роботу з різними типами інверторів. Серверною частиною застосунку повинна виступати кросплатформова консольна програма, яка буде виконувати збір необхідної інформації з інверторів та зберігати її до бази даних. Наведене рішення має низку переваг, а саме: застосунок зможе охопити велику кількість цільової аудиторії через його незалежність від виду операційної системи; пришвидшується розгортання застосунку через відсутність необхідності створення декількох баз коду для різних платформ; спрощується розробка та підтримка програмного продукту.

Клієнтську частину системи моніторингу СЕС доречно було б зробити у вигляді веб-застосунку. До переваг такого рішення можна віднести: відсутність необхідності завантаження застосунку, програма розгортається лише на локальному або хмарному сервері; простий процес підтримки продукту, оновлення застосунку відбувається лише на сервері, на відміну від десктопних застосунків; незалежність від операційної системи або пристрою клієнта; доступ до застосунку з будь-якого місця у будь-який час при наявності Інтернету.

Тож, враховуючи все вищезазначене, створення клієнт-серверної системи моніторингу СЕС з гнучким налаштуванням та урахуванням особливостей інверторів від популярних виробників є доцільним рішенням, яке зможе усунути недоліки існуючих програмних продуктів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. What is a solar inverter and how does it work? Fallon solutions : веб-сайт. URL: <https://www.fallonsolutions.com.au/solar/information/what-is-a-solar-inverter-and-how-does-it-work>.

2. Моніторинг фотовольтаїчної системи на порталі Fronius Solar : веб-сайт. URL: <https://www.fronius.com/uk-ua/ukraine/sonyachna-enerhiya>.

## **ЗАДОВОЛЕНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ ТЕРИТОРІЄЮ ПРОЖИВАННЯ, ЯК ФАКТОР РОЗВИТКУ ТА ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА**

*Негода Назарій В'ячеславович, Жукова Олена Григорівна*

*Київський національний університет будівництва і архітектури,  
nvnegoda33@gmail.com*

Одним із напрямків діяльності державної політики є формування екологічної політики, спрямованої на стабілізацію та поліпшення стану довкілля, забезпечення екологічно безпечного середовища для життя та діяльності населення, збалансоване природокористування та збереження екосистем. Наразі взаємодія суспільства та довкілля формується завдяки трьом складовим — екологічній, соціальній та економічній кожна з яких формується з ряду параметрів.

Населення країни постійно знаходиться в пошуках комфортного міста для проживання та працевлаштування. Особливо гострою ця проблема стала після початку повномасштабного вторгнення РФ.

Міські дослідження за час свого існування сформували напрями та традиції, що одночасно зберігаються та оновлюються, для аналізу трьох урбоутворюючих підсистем: технічної (всі штучні матеріальні утворення, які створюють інфраструктуру міста), екологічної (природне середовище, яке є складовою міського середовища) та соціальної (населення міста).

Важливо зазначити, що кожен історичний період мав свої характерні риси ідеального міста. Наприклад, у період античності була актуально наявність оборонних стін по периметру міста, пропорційне співвідношення міських просторів та чітке зонування простору.

У Середньовіччі також було важливим наявність оборонних стін, переважала симетричність будівель та релігійна символіка. Епоха Відродження характеризувалася наявністю оборонної стіни по периметру та наявністю уніфікованих будівель. З XVII ст. з'являються вже нові типи будівель, завдяки розвитку науки та виробництва місту вже не потрібна захисна стіна; особлива увага приділяється озелененню міста.

Проаналізувавши важливі складові кожного історичного періоду, важливо сказати, що XXI ст. зазнав серйозних змін, динамічно відбувається розвиток міст, змінюється архітектура та підвищується якість міського середовища. Щорічно можна побачити списки міст, найбільш комфортних для проживання, однак у кожної людини є свої переваги при виборі ідеального міста.

Зростання населення і промислового виробництва зумовили необхідність інтенсивного індустріального, житлово-комунального та соціально-культурного будівництва, розширення транспортної та енергетичної мереж; міста. Щільність забудови в Києві безперервно збільшується, що негативно впливає як на міське природне середовище, так і на міського жителя. Через нарощування промислово-енергетичного і

транспортного потенціалів підвищується рівень забруднення навколишнього природного середовища.

Зростання населення і промислового виробництва зумовили необхідність інтенсивного індустріального, житлово-комунального та соціально-культурного будівництва, розширення транспортної та енергетичної мереж; міста. Щільність забудови в Києві безперервно збільшується, що негативно впливає як на міське природне середовище, так і на міського жителя. Через нарощування промислово-енергетичного і транспортного потенціалів підвищується рівень забруднення навколишнього природного середовища.

У рамках наукових досліджень було проведено опитування серед міського населення різних вікових груп, яке відображає думку жителів міст та їх задоволеність плануванням, величиною населеного пункту. Вивчаючи результати опитування слід зазначити, що лише невелика частина опитуваних вважає, що ідеальне місто повинно бути невеликим. В основному всі вікові категорії вважають ідеальним велике місто.

*Таблиця 1*

**Результати опитування про «ідеальне місто»**

Величина	Вік				
	До 25	25-35	35-40	40-50	Старше 50
1	5,1	2,3	2,2	3,1	4,1
2	1,1	3,2	2,6	3,1	5,5
3	23,1	23,4	25,3	32,4	25,1
4	21	14,2	12,3	10,2	14,2
5	11,3	21,3	17,4	20,4	16,2
6	13,2	13,7	12	10,2	14,3
7	21,5	21	28	17,2	18,1
Не визначились із відповіддю	3,7	0,9	0,2	3,4	2,5

*Примітка: градація 1 – маленьке місто, 7 – велике місто*

Також варто зазначити, що в уяві населення ідеальне місто — це місто зі сформованим інноваційним розвитком, що підтверджує майже половина опитаних. Стосовно віку респондентів якихось значних і вагомих відмінностей немає. Трохи більший відсоток респондентів до 25 років відзначають, що ідеальне місто має бути інноваційним (54 %), 51 % жителів у віці від 50 років, та 50 % — у віці до 35 років.

Опитуваним було запропоновано схарактеризувати місто Київ щодо його екологічного стану та комфортності проживання. Зважаючи на це, можна зробити висновок, що Київ – велике місто, яке має різноманітні особливості, щодо його екологічного стану та комфортності проживання. Деякі з цих особливостей наступні:

Екологічний стан:

- Ліси та парки: Київ має достатньо великих парків та зелених зон. Ці зони допомагають покращити якість повітря в місті та забезпечують можливості для відпочинку та розваг.

- Забруднення: на жаль, Київ також стикається з проблемою забруднення повітря, зокрема вуличними викидами транспорту та емісіями з підприємств. Однак, міські влади активно працюють над тим, щоб зменшити цю проблему шляхом впровадження нових технологій та програмами для зменшення використання автотранспорту.

Комфортність проживання:

- Житлові квартали: Київ має різноманітні житлові квартали, які задовольняють потреби різних груп людей.

- Транспортна система: Київ має розвинену транспортну систему, яка складається з метро, автобусів, трамваїв та маршруток. Це дозволяє жителям міста легко переміщуватись та зменшує навантаження на автомобільний транспорт.

- Інфраструктура: у Києві є розвинена інфраструктура, включаючи магазини, аптеки, школи та дитячі садки. Також, місто має розвинену медичну систему та громадський транспорт, що дозволяє жителям міста зручно та ефективно отримувати необхідні послуги та послуги на рівні.

Отже, Київ можна описати як місто з розвиненою інфраструктурою, розширеною транспортною системою та різноманітними культурними та розважальними можливостями. Однак, місто також має проблеми з екологічним станом, особливо забрудненням повітря. Загалом, Київ можна вважати комфортним містом для проживання, з урахуванням його переваг та недоліків.

## **ЕКОЛОГІЧНІ ВИТРАТИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ЧАС**

*Пасічник Сергій Олександрович, Меліхова Тетяна Олегівна*  
*Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потєбні ЗНУ,*  
*pasichnyk.serg16@gmail.com*

Офісом Президента України та Урядом країни було озвучено, що головною ідеєю трансформації економіки у поствоєнний час стане кліматична модернізація, яка передбачає будівництво нових промислових потужностей у металургії, енергетиці, харчовій переробці та інших сферах промисловості на принципах «зеленої» економіки.

Стратегія «зеленого» зростання, опублікована Організацією з економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) у 2011 році, декларує пошук екологічно чистих способів економічного зростання підприємств, розвиток інновацій та технологій, створення нових робочих місць, а також структурні зміни для переходу до «зеленої» економіки, яка передбачає відповідальне ставлення людини до ресурсів [2]. Розвиток економіки

спричинив зростання негативних наслідків від забруднення навколишнього середовища та змусив змінити ставлення людини до природи, тим самим шукаючи шляхи оптимізації і виробничих процесів і раціонального використання всіх наявних ресурсів. Ресурсоефективне та чисте виробництво (РЕЧВ) є одним з основних інструментів «зеленої» трансформації економіки. Стратегія «чистого виробництва» дозволить промисловим підприємствам:

- зменшити кількість відходів завдяки впровадженню маловідходних технологій;
- запобігти передчасному зношенню основних виробничих фондів та підвищити фондівіддачу за рахунок покращення стану довкілля;
- зменшити втрати внаслідок захворювань та підвищити працевіддачу персоналу;
- виключити можливість припинення виробництва у разі порушення вимог екологічного законодавства;
- зменшити суми штрафів та платежів за забруднення навколишнього середовища;
- отримати економічний ефект (знизити собівартість продукції за рахунок раціонального використання сировини та різних видів ресурсів);
- залучити інвестиції для розвитку підприємства.

Концепція «чистого виробництва» промисловості досягається за рахунок: раціонального використання сировини, енергоносіїв та матеріалів, уникнення використання токсичних та шкідливих матеріалів, зменшення обсягу та токсичності усіх видів забруднень та відходів на рівні джерела виникнення перед тим, як вони покинуть виробничий процес [3].

Останніми роками у гонитві за прибутками керівники промислових підприємств не приділяли належної уваги впливу їхньої діяльності на стан і збереження навколишнього середовища. Лише деякі з них здійснювали свою фінансово-господарську діяльність з огляду на екологічні проблеми. На сьогоднішній день ефективному регулюванню негативних наслідків такої діяльності перешкоджає як недосконалість механізму природокористування, так і військовий стан країни.

Наразі в Україні відбулося падіння промислового виробництва, яке супроводжується зниженням капіталовкладень та поточних витрат в екологізацію виробництва. Як показав досвід зарубіжних країн з розвиненою ринковою економікою, для досягнення високої конкурентоспроможності на ринках необхідно впроваджувати в практику господарської діяльності підприємств екологічно орієнтовані стратегії. На сьогоднішній день підприємства, які впровадили у себе екологічну політику, мають більший попит на екологічно чисті товари і послуги та одержують переваги у конкурентній боротьбі. Такі підприємства мають репутацією екологічно чистих, завдяки чому можуть залучити висококваліфікованих фахівців та зацікавити потенційних інвесторів. Одночасно слід зауважити, що охорона навколишнього середовища

потребує чималих поточних витрат та капітальних вкладень, а результат виявить себе не одразу. До того ж на прикладі одного підприємства ефект буде незначний і, навіть, збитковий, тоді як у масштабі країни такі переваги будуть більш очевидними і позитивними. Наприклад, скорочення обсягів викидів в атмосферу або впровадження безстічних і водооборотних технологій підвищать витрати підприємства, але створить позитивний ефект загалом по країні.

За нормативним визначенням до витрат на охорону навколишнього природного середовища належать всі види витрат, спрямовані на запобігання, скорочення чи ліквідацію забруднення, інших видів шкідливого впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, при наданні послуг чи використанні продукції, а також на збереження біорізноманіття та середовища існування [1].

До екологічних витрат відносяться:

- витрати на термічну модернізацію будівель та обладнання;
- витрати на встановлення пилогазоочисного обладнання;
- витрати на оновлення техніко-технологічної бази підприємства;
- витрати на заміну елементів обладнання технологічних ліній на сучасне енергоощадне та встановлення лічильників енергії і тепла на всіх ділянках енергоспоживання;
- витрати на охорону атмосферного повітря;
- витрати на фільтрацію та очищення стічних, підземних та поверхневих вод;
- витрати на сортування та утилізацію відходів;
- витрати на захист та відновлення ґрунту та біорізноманіття;
- витрати на забезпечення радіаційної безпеки;
- витрати на придбання екологічної сировини та альтернативних джерел енергії;
- інші витрати на охорону навколишнього середовища.

Отже, відображення екологічних показників через призму екологічних витрат, що виникають під час ведення фінансово-господарської діяльності промисловими підприємствами, дозволить зберегти навколишнє природне середовище, раціонально користуватися природними ресурсами, забезпечити екологічну безпеку життєдіяльності людини, як необхідну умову сталого економічного та соціального розвитку України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Букало Н. Екологічні витрати, їх економічна природа та стан. Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. 2019. № 1. С. 128–137. URL: [https://www.researchgate.net/publication/331899760\\_EKOLOGICNI\\_VITRATI\\_IH\\_EKONOMICNA\\_PRIRODA\\_TA\\_STAN](https://www.researchgate.net/publication/331899760_EKOLOGICNI_VITRATI_IH_EKONOMICNA_PRIRODA_TA_STAN) (дата звернення: 04.04.2023).

2. Павленко В., Тобілко В., Бондарєва А. Сучасні екологічно чисті технології : навч. посіб. м. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 78 с.

3. Руднєва О.Ю. Економічне обґрунтування реалізації природоохоронних заходів на промисловому підприємстві. Інвестиції: практика та досвід. 2013. № 8. URL: [http://www.investplan.com.ua/pdf/8\\_2013/7.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/8_2013/7.pdf) (дата звернення: 01.04.2023).

## **ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА УМОВИ РОБОТИ МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУД ВОДОВІДВЕДЕННЯ М. ХАРКІВ**

*Проценко Сергій Борисович<sup>1</sup>, Кізеєв Микола Дмитрович<sup>1</sup>,  
Новицька Ольга Сергіївна<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Національний університет водного господарства та природокористування, s.b.protsenko@niwmt.edu.ua*

Війна, що була розпочата проти України 24 лютого 2022 року, стала найбільшим воєнним конфліктом на європейському просторі з часів Другої світової війни. В ході цього військового конфлікту, який триває і досі, агресор веде на Україні бойові дії, завдає артилерійських та ракетних обстрілів по населених пунктах, у тому числі по найбільших містах України, а також по критичних та інших об'єктах інфраструктури, зокрема в останній період – по об'єктах енергетичної галузі.

Це призводить до значних жертв серед мирних громадян, до масштабних руйнувань і пошкоджень, що їх зазнають житловий фонд, адміністративні і громадські будівлі, об'єкти інфраструктури, культурні та архітектурні споруди, промислові і комунальні підприємства по всій країні, та передусім – у районах активних бойових дій, до яких належить і Харківська область. У чималому переліку міст України, які постраждали під час війни найбільше, фігурує також і Харків [1].

Воєнні дії призвели до суттєвого скорочення чисельності населення міста Харків та до зменшення його промислового потенціалу. Все це істотно позначилося на умовах роботи очисних споруд водовідведення міста.

Так, згідно з даними КП «Харківводоканал» (табл. 1), за період воєнних дій з березня по листопад 2022 р. витрати стічних вод, що надходили на міські очисні споруди водовідведення № 1 (МОСВ-1, або комплекс біологічного очищення «Диканівський» [2]), були удвічі меншими за проектну величину (згідно з проектом реконструкції каналізаційних очисних споруд та лінії з обробки мулу «Другий проект розвитку міської інфраструктури» [3], що перебував у стадії реалізації перед війною): фактична середньодобова витрата стічних вод за цей період становила 203 тис. м<sup>3</sup>/добу проти проектної величини 400 тис. м<sup>3</sup>/добу.

Слід відмітити, що аварійні та планові відключення від електропостачання житлових, комунальних і промислових об'єктів міста, які були пов'язані з ворожими ударами по енергетичних об'єктах у жовтні-листопаді 2022 р., не мали суттєвого впливу на величину середньодобової витрати стічних вод, які надходили на очисні споруди (рис. 1). У жовтні-



листопаді 2022 р. середня добова витрата стоків становила близько 235 тис. м<sup>3</sup>/добу, найменшою вона була в червні-вересні 2022 року – порядку 178 тис. м<sup>3</sup>/добу.

Таблиця 1

**Порівняння фактичних показників витрати і забруднення стічних вод на МОСВ-1 м. Харків у 2018-2020 та у 2022 р.р. з проектними**

Показники витрати і забруднення стічних вод	Значення показників		
	фактичні середні (мінімальні ... максимальні)		розрахункові проектні
	березень-листопад 2022 р.	2018 – 2020 рр.	
Добова витрата, тис. м <sup>3</sup> /добу	203 (177...235)	345 (289...420)	400
Показники забруднення, мг/дм <sup>3</sup> :			
– ХПК	371 (342...406)	405 (318...529)	328
– БПК <sub>5</sub>	139 (115...154)	178 (118...237)	155
– завислі речовини	194 (155...220)	253 (174...398)	220
– азот амонійний	29,4 (28,7...32,7)	35,8 (27,4...44,2)	24,0
– фосфати	13,4 (10,4...16,8)	20,4 (12,3...31,2)	25,0

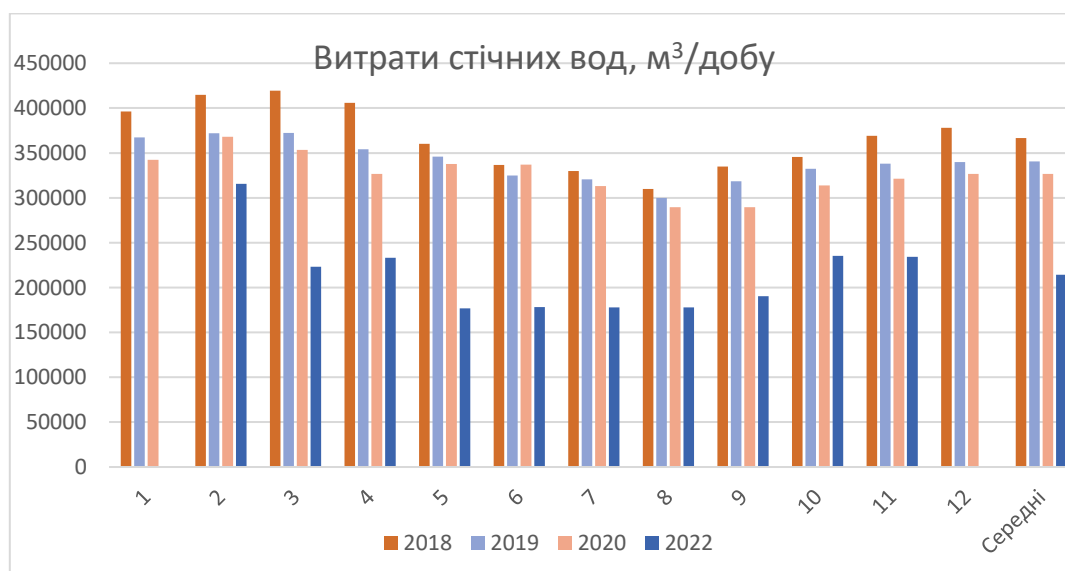


Рис. 1. Середні за місяць добові витрати стічних вод, м<sup>3</sup>/добу, що надходили на МОСВ-1 упродовж 2018-2020 та 2022 років

Також під час воєнного стану відбулися певні зміни якісних характеристик стічних вод, що надходили на МОСВ-1. За деякого збільшення ХПК стоків спостерігалось зменшення показника БПК<sub>5</sub>, а співвідношення ХПК до БПК<sub>5</sub> становило в середньому  $371 / 139 = 2,7$  проти проектної величини  $328 / 155 = 2,1$ . Це говорить про підвищення вмісту у стічних водах таких органічних речовин, які важко окислюються біохімічним шляхом, і може бути наслідком збільшення промислової складової в суміші господарсько-побутових та виробничих стічних вод.

Дещо зменшилися концентрації у стоках завислих речовин (194 мг/дм<sup>3</sup> у воєнний період проти проектного значення 220 мг/дм<sup>3</sup> та проти величини 253 мг/дм<sup>3</sup>, що спостерігалася в середньому протягом 2018-2020 років).

Вміст азоту амонійного (29,4 мг/дм<sup>3</sup>) хоча і був більшим за проектну величину (24,0 мг/дм<sup>3</sup>), проте суттєво зменшився порівняно з 2018-2020 роками (35,8 мг/дм<sup>3</sup>).

Майже удвічі, порівняно з проектним значенням (25,0 мг/дм<sup>3</sup>), зменшилася концентрація фосфатів у стоках – до 13,4 мг/дм<sup>3</sup>. Це може свідчити про менше використання детергентів (миючих засобів), що містять сполуки фосфору, й опосередковано підтверджує тезу про зменшення частки побутової компоненти у загальному складі суміші стічних вод, які надходили на МОСВ-1.

Порівняння фактичного добового навантаження за забрудненнями стічних вод на МОСВ-1 під час воєнного стану з розрахунковими проектними величинами (табл. 2) показує, що фактичні навантаження в цей період зменшилися: за ХПК – на 43%; за БПК<sub>5</sub> – на 54%; за завислими речовинами – на 55%; за азотом амонійним – на 38%; за фосфатами – на 73%.

Таблиця 2

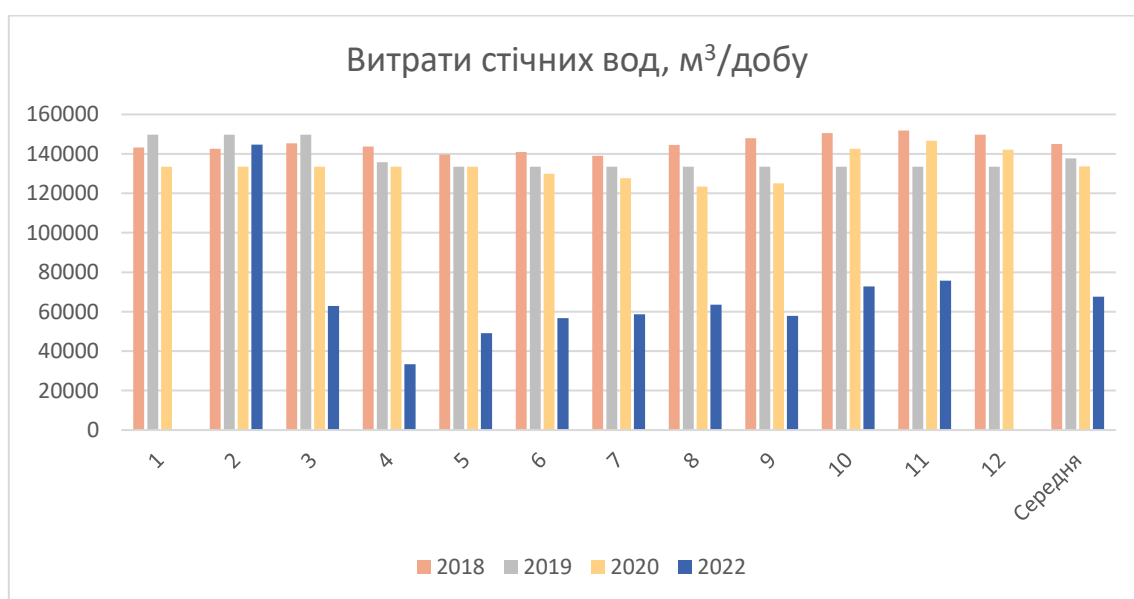
**Порівняння фактичного та проектного добового навантаження за забрудненнями стічних вод на МОСВ-1 м. Харків**

Показники забруднення стічних вод	Добове навантаження, т/добу		
	фактичне середнє (мінімальне ... максимальне)		розрахункове проектне
	березень-листопад 2022 р.	2018 – 2020 рр.	
ХПК	75,3 (62,0...93,6)	141 (100...197)	131
БПК <sub>5</sub>	28,3 (20,5...35,4)	61,3 (37,4...82,7)	62,0
Завислі речовини	39,4 (27,6...50,8)	86,8 (52,6...125)	88,0
Азот амонійний	5,99 (5,14...7,63)	12,3 (9,98...16,7)	9,60
Фосфати	2,71 (1,96...3,92)	7,03 (4,35...10,8)	10,0

При нормі забруднень на одного жителя за БПК<sub>5</sub> неосвітленої рідини 60 г/добу (згідно з ДБН В.2.5-75:2013 [4]) середній популяційний еквівалент для стічних вод, що надходили на МОСВ-1, становив  $28,3 \cdot 103 / 60 = 471,7$  тис. мешканців (при проектній величині 1 033,3 тис. мешканців).

Аналогічна ситуація спостерігалася і на харківських міських очисних спорудах водовідведення № 2 (МОСВ-2, або комплекс біологічного очищення «Безлюдівський» [2]).

Тут середня добова витрата стічних вод у період воєнного стану (59 тис. м<sup>3</sup>/добу) складала лише 37% від проектної величини (160 тис. м<sup>3</sup>/добу). Найменшою добова витрата стоків була у квітні (33,4 тис. м<sup>3</sup>/добу), натомість наприкінці 2022 року, попри аварійні та планові відключення електропостачання міста, добова витрата стічних вод дещо збільшилася до 73...76 тис. м<sup>3</sup>/добу (рис. 2).



**Рис. 2. Середні за місяць добові витрати стічних вод, м<sup>3</sup>/добу, що надходили на МОСВ-2 упродовж 2018-2020 та 2022 років**

Як і в довоєнні часи, вміст азоту амонійного (33,6 мг/дм<sup>3</sup>) був суттєво вищим за проектну величину (22,5 мг/дм<sup>3</sup>).

Фактичні добові навантаження за забрудненнями стічних вод на МОСВ-2 під час воєнного стану порівняно з проектними величинами зменшилися: за ХПК – на 53%; за БПК<sub>5</sub> – на 54%; за завислими речовинами – на 73%; за азотом амонійним – на 45%; за фосфатами – на 63%.

Середній популяційний еквівалент для стічних вод, що надходили у період воєнного стану на МОСВ-2, складав  $15,7 \cdot 103 / 60 = 261,7$  тис. мешканців (згідно з проектом реконструкції очисних споруд значення цього показника становило 568,5 тис. мешканців).

Разом для двох каналізаційних очисних станцій міста Харків у воєнний період популяційний еквівалент навантаження стічних вод на очисні споруди за показником БПК<sub>5</sub> складав 733,7 тис. мешканців (проти проектної величини – 1 601,8 тис. осіб), тобто був на 54% менший.

Отже події, що пов'язані з воєнною агресією проти України, мають істотний вплив на умови роботи міських очисних споруд водовідведення м. Харків. Через скорочення чисельності населення міста та зменшення його промислового потенціалу суттєвих змін зазнали кількісні та якісні показники стічних вод, що надходили на міські очисні споруди водовідведення № 1 і № 2 – комплекси біологічного очищення «Диканівський» та «Безлюдівський». Добові навантаження за забрудненнями стічних вод на очисні споруди у березні-листопаді 2022 року зменшилися майже удвічі порівняно з довоєнним періодом та з розрахунковими величинами, що були прийняті у проекті реконструкції каналізаційних очисних споруд і лінії з обробки мулу «Другий проект розвитку міської інфраструктури», реалізація якого здійснювалася до війни за кошти позики Міжнародного банку реконструкції та розвитку.

З початком воєнних дій у зв'язку з форс-мажорними обставинами всі розпочаті роботи з реконструкції очисних споруд були припинені підрядником, через що порядку 15...20% основних ємнісних споруд залишилися непридатними для використання. Це створює значні труднощі при експлуатації очисних станцій. Водночас негативний вплив незавершеного будівництва на роботу очисних споруд дещо компенсується зменшенням навантаження на них за забрудненнями стічних вод.

Зі стабілізацією ситуації на фронті і відновленням мирного життя у місті очікується поступове збільшення обсягів стічних вод, відтак постає необхідність невідкладного продовження робіт з реконструкції очисних споруд. Зрозуміло, що відновлення обсягів надходження стічних вод до довоєнних величин відбудеться ще не скоро. Тому у проект реконструкції споруд з очищення стічних вод та обробки осадів мають бути внесені відповідні корективи з урахуванням ситуації, що склалася.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Аудиту збитків, понесених внаслідок війни». Національна рада з відновлення України від наслідків війни. Липень 2022. 86 с. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/audit-of-war-damage.pdf>.

2. Каналізація міста Харкова (до 100-річчя від дня заснування) : бібліогр. покажчик / Бібліотека Харків. нац. ун-ту міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; Керів. проекту: В. М. Бабаєв, І. В. Корінько ; уклад. : Т. С. Лиса, Н. Б. Давидова, Н. П. Тріпутіна ; наук. ред. О. М. Коваленко. Харків : ХНУМГ, 2014. 90 с.

3. Другий проект розвитку міської інфраструктури (Проект розвитку міської інфраструктури – 2). Матеріал з Вікіпедії. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Другий\\_проект\\_розвитку\\_міської\\_інфраструктури\\_\(Проект\\_розвитку\\_міської\\_інфраструктури-2\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Другий_проект_розвитку_міської_інфраструктури_(Проект_розвитку_міської_інфраструктури-2)).

4. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди.

Основні положення проектування (зі Зміною № 1 від 25.09.2018). [Уведено вперше; чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 134 с.

5.

## ЕКОЛОГІЧНІ СТАНДАРТИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Сабій Оріана Ігорівна, Поплавська Олена Борисівна, Булах Владислава Віталіївна, Климюк Дарина Вікторівна, Недосеко Анна Сергіївна*

<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури,  
[sabii\\_oi@knuba.edu.ua](mailto:sabii_oi@knuba.edu.ua), [Nedoseko\\_as@knuba.edu.ua](mailto:Nedoseko_as@knuba.edu.ua),  
[poplavska\\_ob@knuba.edu.ua](mailto:poplavska_ob@knuba.edu.ua), [klymiuk\\_dv@knuba.edu.ua](mailto:klymiuk_dv@knuba.edu.ua),  
[bulakh\\_vvi@knuba.edu.ua](mailto:bulakh_vvi@knuba.edu.ua)

Екологічні стандарти для будівельних матеріалів охоплюють різні аспекти, такі як використання відновлюваних матеріалів, енергоефективність, вміст токсичних речовин та вплив на здоров'я людей та довкілля.

Деякі з міжнародних стандартів, які встановлюють екологічні вимоги до будівельних матеріалів, включають:

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) - це система сертифікації, розроблена США, яка оцінює стандарти сталого будівництва. Вона встановлює критерії для вибору екологічно чистих матеріалів та методів будівництва, які зменшують негативний вплив будівництва на довкілля.

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) - це ще один міжнародний стандарт сертифікації будівель на основі їх екологічних характеристик. Цей стандарт зосереджується на зниженні викидів вуглецю, зменшенні енергоспоживання та використанні відновлюваних джерел енергії.

Cradle to Cradle (C2C) - це концепція проектування продуктів та матеріалів, яка орієнтується на збереження ресурсів та зменшення відходів. Цей стандарт оцінює матеріали за їх спроможністю перетворюватися в циклічні процеси та зберігати свою вартість.

У різних країнах також можуть бути встановлені національні стандарти екологічної сертифікації будівельних матеріалів. (рис. 1,2,3)



Рис. 1. LEED

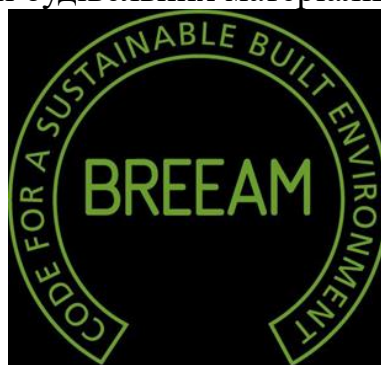


Рис. 2. BREEAM



Рис. 3. BREEAM

В Україні, екологічна сертифікація будівельних матеріалів здійснюється відповідно до вимог законодавства про охорону довкілля та відповідних державних нормативних документів.

Основним нормативним документом в цій галузі є ДСТУ Б В.2.7-153:2016 "Будинки та споруди. Експлуатація. Загальні вимоги до екологічності", який визначає вимоги до якості матеріалів, що використовуються в будівництві, та їх вплив на довкілля.

Також в Україні існує програма "Екошкола", яка орієнтована на зменшення негативного впливу шкільних будівель на довкілля. У рамках цієї програми встановлюються вимоги до екологічних характеристик будівельних матеріалів, які використовуються в шкільних приміщеннях.

Отже, в Україні існують законодавчі акти, нормативні документи та програми, які встановлюють вимоги до екологічності будівельних матеріалів та пропонують системи їх сертифікації та контролю.

Таблиця 1

### Основи ресайклінгу



© EPEA – Part of Drees & Sommer

Стандарти будівельних матеріалів необхідні для того, щоб забезпечити якість будівництва та забезпечити безпеку користувачів будівельних конструкцій. Вони встановлюють вимоги до фізичних та хімічних властивостей матеріалів, що використовуються в будівництві, і забезпечують їх відповідність встановленим стандартам та нормативам. Це сприяє зменшенню впливу будівництва на навколишнє середовище та покращенню якості життя людей.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Товарознавчий вісник: збірник наукових праць. – Випуск 11 / Редкол.: гол.ред. д.т.н., професор Байдакова Л.І., відп. ред. к.т.н. доцент Передрій О.І.



– Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2018. – 204 с.

2. Екологія в архітектурі і містобудуванні: навч. посібник/ С.П. Цигичко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х: ХНАМГ, 2012. – 146 с.

3. Міжнародний стандарт ISO 21930. Екологічність в будівництві Екологічна декларація будівельних виробів. Номер документу ISO 21930:2007(E) Вперше видано 2007-10-0.

## **РИЗИКИ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ЗБІДНЕНОГО УРАНА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

*Сомсіков Сергій Володимирович*

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,  
22145-eco.somsikov@365.pdaba.edu.ua*

На теперішній час дуже важливо розглядати, оцінювати та прогнозувати негативні впливи від бойових дій, зокрема на території України, на навколишнє середовище та наслідки таких впливів.

На територіях, де йдуть бойові дії, проводити оцінку впливу неможливо. Але можливо робити прогнози на даних які є з інших регіонів світу.

21 березня 2023 року стало відомо про плани Великобританії передати Києву снаряди з збідненим ураном. Такі боєприпаси мають властивість пробивати дуже міцну броню за рахунок надзвичайно високій щільності урану [1].

Збройні сили США використовували зброю зі збідненим ураном в 1991 році в Перській затоці, у ході війни в Боснії, при бомбардуваннях Сербії (1999), в іракській війні (з 2003 року). США застосовували боєприпаси з ураном під час війни проти Іраку в 1991 році. В операції НАТО проти Югославії літаки НАТО нанесли ракетно-бомбові удари по 990 об'єктах на території Сербії й Чорногорії, використавши при цьому деякі типи боєприпасів зі збідненим ураном.

Збіднений уран - уран, зі зменшеним вмістом радіоактивного ізотопу урану-235 (0,3 % і менше). Основну масу складає стабільніший ізотоп урану-238. Зазвичай, отримують як відходи процесу збагачення урану. Густина збідненого урану дорівнює 19 050 кг/м<sup>3</sup>, що в 1,67 раз більше за щільність свинцю та трохи менше за щільність вольфраму та золота, та 84 % від щільності осмію та іридію - найщільніших речовин за стандартних умов. Радіоактивність збідненого урану становить близько 60 % від радіоактивності природного урану [2]. Збіднений уран має ті ж характеристики хімічної токсичності, що і уран, але меншу радіаційну токсичність. Але слід зауважити, що період напіврозпаду збідненого урану – 4,47 мільярда років, а урану-235 – 700 мільйонів років.

В резолюції про застосування збідненого урану, прийняту Генеральною Асамблеєю ООН у 2018 році, сказано з посиланням на дослідження

МАГАТЕ, "що радіологічна загроза для населення і навколишньому середовищу, створювана в наслідок локального забруднення території дрібними частинками збідненого урану, які вивільнилися в результаті застосування відповідних боєприпасів, не є значною"[3].

Доклад королівської наукової спільноти в 2002 році не виявив значної загрози збідненого урану [4].

Однак, у статті в National Library of Medicine на сайті уряду США про вплив збідненого урану йдеться, що: «Збіднений уран (ЗУ) є новим забруднювачем навколишнього середовища, який потрапляє в навколишнє середовище в основному внаслідок військової діяльності. Хоча збіднений уран менш радіоактивний, ніж природний уран, він все ще зберігає всю хімічну токсичність, пов'язану з вихідним елементом. У великих дозах нирки є органом-мішенню для гострої хімічної токсичності цього металу, що викликає потенційно смертельний тубулярний некроз»[5].

Можна додати, що при використанні збідненого урану у військових цілях, він потрапляє в навколишнє середовище у великій кількості у вигляді дрібних часток та легко потрапляє в організм людей.

За словами вчених, потрапляючи в організм людини, частки ЗУ накопичуються в печінці й нирках, що сприяє виникненню ракових захворювань, викликає різні ураження внутрішніх органів і зміни в наступних поколіннях на генетичному рівні.

Так на графіці (рис.1), наведено кількість вроджених вад розвитку на 1000 народжень, які спостерігалися в Університетській клініці Басри, Ірак [6].

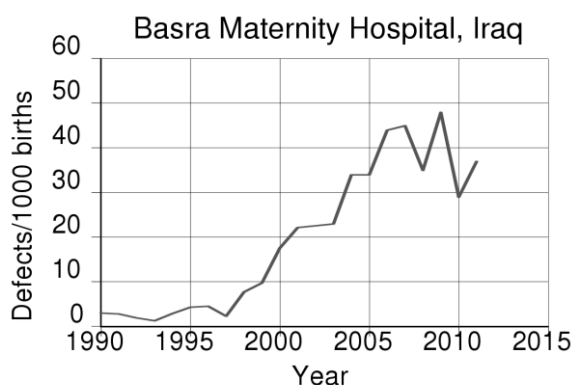


Рис 1. Вроджені вади на 1000 народжень в Іраці

Крім того, варто зазначити, що по всій Європі відбулися судові процеси, в результаті яких солдати, які брали участь в операціях в Югославії, отримали компенсації. Їхні захворювання раком зв'язали із впливом збідненого урану.

Сербські мирні жителі, військові й поліцейські особливо постраждали від боєприпасів з ядерними компонентами. Італійська судмедекспертиза встановила зв'язок між збідненим ураном і численними онкологічними захворюваннями сербів у районах застосування такого типу боєприпасів. Американські дослідження впливу збідненого урану проведені в 1970-х



довели, що часточки урану легко проникають в організм і залишаються в костях назавжди.

Вітчизняні вчені приділяють пильну увагу темі, що пов'язана із збідненим ураном. В цьому контексті висвітлюються питання екології, збереження, утилізації, його наслідків від шкідливої дії на здоров'я тощо. Всебічний аналіз проблем, пов'язаний з використанням, переробкою, подоланням наслідків від вражаючої дії ЗУ, поводженням з ядерними відходами знайшли відображення в численних роботах зарубіжних авторів. Слід зауважити, що до 2001 року в науковій літературі не спостерігалось єдиної думки щодо вразливих наслідків ЗУ на здоров'я людини. Але наприкінці 2000-х років у науковій літературі стали друкуватись дослідження вчених, занурених у цю проблему, які повністю спростували таке гіпотетичне припущення. D.Williams, A.McDonald, I.Fairlie, M.Burger своїми роботами переконливо довели, що аерозолі від ЗУ на місці театру війни можуть розсіюватися з вітром у вигляді пилу на великі відстані, досить тривалий час зберігатися в ґрунті, впливати на здоров'я людей, які мешкають у цьому регіоні. ЗУ активізується під час процесу горіння на ґрунті, а також внаслідок свого довгого життя. Він переміщується із ґрунту до повітря, де може розповсюджуватися на досить великі дистанції (до декількох кілометрів). У той же час, низка досліджень залишає обґрунтовані наукові невизначеності, які потребують подальшого системного вивчення. До їх числа відносяться, наприклад, можливість ЗУ фільтруватися і забруднювати ґрунтові води. Радіаційні частинки можуть перебувати у повітрі і у сталому стані. Останнім часом у науковій літературі з'являються публікації результатів досліджень над живими організмами і тваринами, зокрема, які свідчать про чутливо зростаючі рівні мутації ДНК, генетичного складу клітини. Головною причиною розпаду гену в даних випадках є вміст ЗУ у біологічному матеріалі, що вивчався і досліджувався у популяціях на вражених територіях. Результати досліджень свідчать: радіоактивність продовжує активно забирати життя людей. За останніми даними біля чотирьох з половиною мільярдів людей страждатимуть від радіації [7].

За час бомбардування Югославії, літаки НАТО, за власними оцінками альянсу, скинули на територію країни 31 тисячу боєприпасів зі збідненим ураном на 112 об'єктів. По оцінках сербської сторони, кількість скинутих натовських радіоактивних бомб і ракет варіюється від 37 до 50 тисяч одиниць. Через двадцять років після використання цієї зброї, у Сербії усе більше й більше людей умирає від раку. На території всієї країни спостерігається ріст числа онкологічних захворювань, які, усе частіше вражають молодь у різних регіонах країни. Дані Інституту суспільної охорони здоров'я Сербії «Доктор Милан Йованович-Батут» говорять про те, що за 2009-2019 роки число пацієнтів з лейкемією й лімфомою збільшилося на 110%, а число померлих від цих захворювань збільшилося на 180% [8].

Британський біолог Роджер Когхил ( Roger Coghill ) опублікував дані грецьких учених, які на півночі своєї країни під час бомбардувань Югославії

щораз, коли вітер дул з боку Косово, реєстрували підвищений радіаційний фон, що перевищує природній приблизно на чверть. Болгарські вчені тоді підраховали, що радіаційне випромінювання в небі над Сербією перевищувало норму на третину. Також слід зазначити, що двадцять років тому радіоактивний пил, що переносився вітром, потрапив в багато інших європейських країн, де частки потрапили в землю, ґрунтові води, у рослини й організми тварин, і як наслідок – у харчовий ланцюжок людини [8].

Виходячи з вищенаведеного, британське військове відомство і українські лідери громадської думки, що заспокоюють народ України в безпеці збідненого урану – говорять неправду.

Народ України кидають на самогубне застосування ядерних компонентів, які збережуться в навколишній природі на тисячі років і будуть отруювати й заражати всі наступні покоління українців.

Отже, треба брати активну участь у будь-яких обговореннях цього питання. Державні та громадські організації мають надавати одна одній або іншим зацікавленим сторонам у повному обсязі інформацію, яку мають у наявності або матимуть у майбутньому щодо небезпеки для здоров'я людей, пов'язаної із наслідками неналежного зберігання, використання або транспортування боєприпасів зі збідненим ураном та не поспішати їх використовувати на території України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. BBC News Україна, Снаряди зі збідненим ураном для України: що це і чи вони шкідливі [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-65029308>.

2. Вікіпедія. Вільна енциклопедія [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Збіднений\\_уран](https://uk.wikipedia.org/wiki/Збіднений_уран).

3. BBC News, Москва возмущена поставками Украине снарядов с обедненным ураном. Но такие боеприпасы есть и у России [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.bbc.com/russian/features-65026267>

4. The health effects of depleted uranium munitions. Summary. Document 6/02. March 2002. ISBN 0 85403 5753.

5. National Library of Medicine, The Toxicity of Depleted Uranium [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2819790/>.

6. WIKIMEDIA COMMONS, File:Basrah birth defects.svg [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Basrah\\_birth\\_defects.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Basrah_birth_defects.svg).

7. Шевченко А.Р. «Балканський синдром» та його можливі наслідки в сучасній українській дійсності. УДК 341:355.357:355.4:614.87:323.212.

8. Журнал «Международная жизнь», Югославия под ударом: бомбы замедленного действия [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://interaffairs.ru/news/show/22207>.

# ОПЕРАЦІЙНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

*Сопільняк Вікторія Максимівна*

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,  
sopilnyakvictoria@gmail.com*

У процесі своєї діяльності будівельне підприємство наражається на дуже велику кількість ризиків, які можуть призвести до таких негативних наслідків, як втрата конкурентоспроможності, фінансової стійкості, незапланованих витрат, збитків та ін. [1]. Проте у рамках цього дослідження ми не будемо розглядати всю різноманітність ризиків у будівельній галузі, а зосередимося на операційних ризиках.

Такі ризики існують для всіх бізнес-процесів, включаючи будівельну галузь. На сьогодні в економічній літературі немає чіткого визначення поняття «операційний ризик». Найчастіше використовується наступне визначення: Операційний ризик - це ризик, що виникає в результаті виконання бізнес-функцій компанії [2].

За джерелами виникнення [3] операційні ризики можна розділити на п'ять груп. Це ризики, обумовлені незадовільною якістю управління, недоліками у функціонуванні систем, діями персоналу, організацією процесів, а також форс-мажорними обставинами (табл. 1).

*Таблиця 1*

## Джерела ризику

Джерела операційних ризиків				
Якість управління	Системні ризики	Людський фактор	Процеси	Екстремальні ситуації
Помилкове рішення Недостатньо залучених даних	Використання застарілих технологій Недостатня надійність системи	Некомпетентність персоналу Помилки в роботі Шахрайство	Недостатній контроль процесу	Повені Пожежі Тероризм

З цієї класифікації випливає, що більшість операційних ризиків у будь-якому випадку пов'язані з діяльністю людини. Наприклад, прямі та непрямі збитки виникають через помилки персоналу щодо дотримання внутрішніх положень і процедур, через помилки в прийнятті рішень, крадіжку, нецільове використання, а також через недостатню компетентність персоналу та низький рівень кваліфікації. Більш того, навіть у випадках, коли збитки викликані порушеннями в телекомунікаційних, комп'ютерних або інформаційних системах, вони в основному виникають через людські помилки.

Інша група джерел операційного ризику, пов'язаного з персоналом, включає зловживання та шахрайство через нечесність працівників або

недостатню якість процедур і дій, розроблених для усунення ризику зловживання. Прикладом шахрайства може бути втягнення підприємства в комерційні відносини з тіньовою економікою, умисне проведення операцій та нерозголошення їх результатів, що завдають шкоди підприємству. Однак не всі можливі ризики наведені в таблиці 1. Перелік можна продовжувати, і кожен із зазначених ризиків можна представити більш детально (розбити на складові). Це свідчить про складність проблеми класифікації операційних ризиків [4].

Ще однією проблемою, що швидко набуває масштабності, є екологічний ризик.

Екологічні ризики – ризики, до яких вчені відносять вірогідність настання цивільної відповідальності за нанесення шкоди навколишньому середовищу, життю або здоров'ю третіх осіб [5].

Об'єктом екологічного ризику є людина, територія, поселення людей, природне середовище чи його окремі компоненти, штучні споруди тощо.

На сьогодні ще не існує чіткого поняття екологічного ризику, проте вчені групують трактування за двома принципами: екологічний ризик, як шкода навколишньому середовищу та екологічний ризик, як можливий фінансовий збиток для підприємства. (табл. 2).

Таблиця 2

**Визначення терміну «екологічний ризик» у науковій літературі**

	<b>Тлумачення поняття «Екологічний ризик»</b>	<b>Автор</b>
Екологічний ризик, як шкода навколишньому середовищу	Імовірність порушення стійкості системи навколишнього середовища через господарську чи іншу діяльність людини, тобто перевищення еколого - економічного потенціалу.	Качинський А. [7]
	Можлива небезпека втрат, що впливає зі специфіки тих чи інших явищ природи і видів діяльності людського суспільства.	Балабанов І. Т. [8]
	Вірогідність негативних наслідків від сукупності шкідливих впливів на навколишнє середовище, що спричиняють незворотну деградацію екосистем.	Держстандарт України
	Ймовірність, навмисних або випадкових, поступових чи катастрофічних антропогенних змін природних об'єктів, ресурсів або факторів із несприятливими екологічними наслідками.	Мусієнко М.М. [9]
	Екологічний ризик - вірогідність несприятливих для екологічних ресурсів наслідків будь-яких (випадкових чи навмисних, поступових чи катастрофічних) антропогенних змін існуючих природних об'єктів і факторів.	Реймерс М.Ф. [10]

	Оцінка на всіх рівнях від крапкового до глобального - ймовірності виникнення негативних змін в навколишньому природному середовищі, які викликані антропогенним або іншим впливом.	Семенов В.Ф. [11]
	Ймовірність несприятливих наслідків (індивідуальний ризик захворіти на рак печінки – це ймовірність того, що він викликати страждання протягом життя).	Дж. Фіксел [12]
Екологічний ризик, як можливий фінансовий збиток для підприємства	Баланс можливих доходів і збитків, баланс схильності і несхильності небезпекам втрат.	Балдін К. В., Воробйов С.Н.
	Невизначеність щодо можливих втрат на шляху до мети.	Гамза В. А. [6]
	Ймовірнісна міра можливості реалізації небезпеки у вигляді певного збитку в штучно створеній діями суб'єкта ситуації.	Дзекцер Є. С. [13]
	Ризик становить об'єктивно неминучий елемент прийняття будь-якого господарського рішення в силу того, що невизначеність - неминуча характеристика умов.	Лапуста М. Г., Шаршукова Л. Г. [14]
	Величина, що визначається як добуток величини події на міру її можливості.	Мушик Е., Мюлер П.[14]
	Ймовірність небажаних наслідків того чи іншого рішення у глобальній, регіональній або локальній експлуатації природних ресурсів і в процесі використання природних умов, функціонування споруд, технологічний ліній тощо, які споживають ці ресурси в межах і за межами нормативного строку їхньої роботи.	Порфир'єв Б.[15]
Ймовірність втрат, що можуть бути встановлені перемноженням імовірності (частоти) негативної події на величину можливого збитку від неї.	Роуї У. [16]	

Останнім часом посилилася негативна дія чинників, які стримують розвиток металургії. Це призводить до виникнення цілої низки проблем. З вищесказаного, можна вважати, що екологічний ризик сукупний показник негативних природних і техногенних наслідків, який впродовж розвитку людства досяг великих значень. Металургійні підприємства є місто утворюючими і тому екологічні ризики, що виникають на підприємстві, прямо або побічно впливають на навколишнє середовище і людей. Екологічна шкода має соціальну основу виникнення, тобто його оцінку роблять в кінцевому підсумку саме з точки зору шкоди для навколишнього середовища, людини та підприємства.

На основі вщонаведених понять розроблена класифікація екологічного ризику по двом принципам: 1) поняття «ризик» віднесено до об'єкта впливу;

2) розподіл об'єктів впливу відповідно місцю в структурно-ієрархічній схемі екологічної системи [6] (табл. 3).

Таблиця 3

**Види екологічного ризику**

<p><b>Екосистемний</b> Ризик часткової чи повної втрати функціональності екологічної системи. Об'єкт: екологічна система.</p>	<p><b>Природний абіотичний</b> Ризик часткової чи повної втрати функціональності будь-якої природної складової екосистеми, крім організму та популяції. Об'єкт: природна складова екосистеми.</p>	<p><b>Груповий</b> Ризик захворювання чи смерті живих організмів – популяції тварин чи рослин, людського соціуму. Об'єкт: сукупність живих організмів</p>
		<p><b>Індивідуальний</b> Ризик захворювання чи смерті людини, тварини, рослини. Об'єкт: живий організм</p>
<p><b>Екологічний ризик</b></p>		
<p><b>Технічний</b> Недосконалість техніки та порушення правил експлуатації таких об'єктів можуть привести до аварій, вибухів і катастроф. Об'єкт: різні технічні об'єкти і системи.</p>	<p><b>Господарський</b> Ризик часткової чи повної втрати функціональності підприємства, споруди, механізму, транспортного засобу тощо. Об'єкт: штучна абіотична складова екосистеми.</p>	<p><b>Економико-екологічні</b> Ризики, обумовлені фінансово-господарською діяльністю підприємства. Об'єкт: підприємство.</p>

На основі класифікації екологічних ризиків можна виділити суб'єкти, чия діяльність є джерелом підвищеної небезпеки для навколишнього середовища, і вжити заходи щодо запобігання реалізації ризиків, по захисту об'єкта від впливу на нього екологічних факторів ризику.

Отже, впродовж розвитку економіки та технічного прогресу, операційний та екологічний ризики набули великих масштабів. Тому, щоб мінімізувати або оптимізувати той чи інший ризики, необхідно вміти ідентифікувати ймовірні ризики та їх фактори.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Івченко І. Ю. Моделювання економічних ризиків і ризикових ситуацій: навчальний посібник/ І.Ю. Івченко. – К. : Центр навчальної літератури, 2007. – 344 с.
2. Operational risk, <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/666706>
3. A.A. Lobanov, A.V. Chugunov, Encyclopedia of financial risk management
4. B.S. Seitzhanov. Risks in the construction industry — classification and analysis peculiarities, <http://be5.biz/ekonomika1/r2011/00585.htm>

5. Гранатуров В. М. Аналіз підприємницьких ризиків: проблеми визначення, класифікації та
6. Dobrovolskiy V.V. (2005). *Osnovi teorii ekologii sistem: Navch. posibnik [fundamentals of the theory of ecological systems: Proc. allowance.]*, K.: VD «Profesional»
7. A. Kachinskiy, L. Glutskiy and G. Sonkina (2001), *Integralni otsinki riziku ekologichnoyi bezpeki regioniv Ukraini [Integrated risk assessment of environmental safety of Ukraine's regions ]*, The journal *Region. economy.* № 1, P. 213-221.
8. Balabanov I. T. (1996), *Risk-menedzhment [Risk-menedzhment]*, M.: Finansyi i statistika.
9. Musienko M. M., V. V. Serebryakov and O. V. Brayon, *Ekologiya: tлумachniy slovník [Elektroniy resurs]*, available at: [http://eduknigi.com/ekol\\_view.php](http://eduknigi.com/ekol_view.php).
10. Reymers N. F. (1994), *Ekologiya (teorii, zakonyi, pravila printsipyi i gipotezyi) [Ecology (theories, laws, rules, principles and hypotheses)]*
11. V. F. Semenov, O. L. Mihaylyuk and T. P. Galushkina (2004), *Ekologichniy menedzhment [Ekologichniy menedzhment]*, KiYiv: Tsentri navchalnoyi literaturi.
12. Ya.D.Vishnyakov, N.N.Radaev (2008), *Obschaya teoriya riskov [The General theory of risks]*, 2nd ed., M. : Izdatelskiy tsentr «Akademiya».
13. N.V. Hohlov (2001), *Upravlenie riskom [Managing risk]*, M.: YUNITI-DANA.
14. Zalevskiy R. A. “Ecological and economic risks in the current economic environment: the social aspect.” (2010), *Ekonomichni nauki. Visnik ZhDTU* №3 (53), 248-251 s.
15. 10. Reymers N. F. (1994), *Ekologiya (teorii, zakonyi, pravila printsipyi i gipotezyi) [Ecology (theories, laws, rules, principles and hypotheses)]*
16. V. F. Semenov, O. L. Mihaylyuk and T. P. Galushkina (2004), *Ekologichniy menedzhment [Ekologichniy menedzhment]*, KiYiv: Tsentri navchalnoyi literaturi.

## **ОГЛЯД ІНОЗЕМНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ПІДВОДНОГО ЗНАХОДЖЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ**

*Стрілець Віктор Маркович<sup>1</sup>, Соловійов Ігор Ігорович<sup>2</sup>,  
Стрілець Валерій Вікторович<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Національний університет цивільного захисту України,  
[vstrelec1956@ukr.net](mailto:vstrelec1956@ukr.net),*

<sup>2</sup>*ГУ ДСНС України у Херсонській області, [cross199110@gmail.com](mailto:cross199110@gmail.com),*

<sup>3</sup>*Благодійний фонд «ХАЛО Траст Україна», [v.strelec.brand@gmail.com](mailto:v.strelec.brand@gmail.com)*

Незважаючи на те, що існуючий рівень технологічного прогресу дозволяє на протязі між 2010 та 2030 роками на 100% збільшити використання водних ресурсів, всі прибережні країни ЄС зіткнулись з викликами, що пов'язані із повоєнними залишками вибухонебезпечних та хімічних речовин у водних акваторіях. Крім цього у всьому світі на цей час встановлено біля 70 мільйонів мін, з яких, ймовірно, 15% встановлені на мілководні ділянки внутрішніх водоймищ. В Україні ці виклики усугубляються як значною кількістю вибухонебезпечних предметів на узбережжі Чорного та Азовського морів, характерним прикладом чого є Херсонська область, так і збільшенням вибухонебезпечних предметів, які забруднюють мирні водні акваторії внаслідок війни з росією. З урахуванням того, що в нашій країні питання підвищення розвідки та розмінування водного середовища, особливо в умовах проведення бойових дій з росією, у порівнянні з ліквідацією вибухонебезпечних предметів на суходолі, де накопичено величезний досвід, потребують подальшою розробки, проблема підвищення ефективності попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним розташуванням вибухонебезпечних предметів, є актуальною.

В доповіді показано, що з урахуванням цього, а також загальноєвропейських цінностей та прагнень нашої держави забезпечити ефективно використання земельних, водних та інших природних ресурсів, роботи в напрямку підводного гуманітарного розмінування повинні відбуватись із урахуванням світового досвіду, в першу чергу провідних країн світу.

Аналіз міжнародних документів, які регламентують процес ліквідації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним розташуванням вибухонебезпечних предметів, показав, що це питання стало актуальним ще на початку двадцятого сторіччя. Так, застосування морських мін та їх негативний вплив на комерційне судноплавство призвели до того, що держави в рамках Гаазької конвенції VIII в 1907 р. домовилися про конкретні міжнародно-правові обмеження на їх застосування. В 1994 році ці обмеження були конкретизовані в Посібнику Сан-Ремо, у відповідності до якого воюючі сторони повинні встановлювати тільки ті міни, які ефективно нейтралізуються після їх відриву або втрати контролю за ними. Зрозуміло, що це не завжди вдається успішно виконати, внаслідок чого підводна небезпека буде завжди. Це на регіональному рівні усвідомлюють країни північно-східної Атлантики, які прийняли Конвенцію про захист морського середовища (так звану «Конвенцію OSPAR»), які розглядають питання підводного розмінування в рамках функціонування REMPEC та допомагають прибережним державам виконувати міжнародні морські конвенції, пов'язані із запобіганням забрудненню моря.

Неурядові організації, які займаються проблемою підводного розмінування, поділяються на дві поріднені групи. Одна здебільшого



займається обговоренням того, як підводні боєприпаси впливають на здоров'я людини та навколишнє середовище, руйнують моря та океани. До них можна віднести Військово-морський інститут США (USNI) – приватна некомерційна військова асоціація, яка пропонує незалежні неупереджені форуми або Центр міжнародної морської безпеки (CIMSEC) – неупереджений аналітичний центр, зареєстрований як некомерційна організація у штаті Меріленд, який було створено у 2012 р. і який на цей час має 20 міжнародних відділень та понад 3000 членів та передплатників у 60 країнах. CIMSEC публікує у своєму блозі NextWar статті, присвячені безлічі питань, пов'язаних із міжнародною морською безпекою. Проте, не зважаючи на широкий охват питань підводного розмінування, особливості, властиві окремим країнам та регіонам, цими організаціями не розглядались. Друга – приймає активну участь в міжнародних наукових програмах. До неї можна віднести Женевський заклик та Міжнародний діалог з підводних боєприпасів, які працюють над дослідженнями в рамках Пошук і оцінка хімічної зброї в Балтійському морі; MODUM NATO «Наука заради миру та безпеки» (SPS); DAIMON (Допомога у прийнятті рішень для морських боєприпасів) тощо. Особливе місце займає GICHD – міжнародна організація, яка займається протимінною діяльністю та зменшенням ризику вибухонебезпечних боєприпасів. Її робота зосереджена серед іншого на технічній підтримці та навчанні, а також розробці та впровадженню міжнародних норм і стандартів. Так, у 2013 році Служба з розмінування Організації Об'єднаних Націй (UNMAS) відповіла на ініціативу GICHD, погодившись встановити міжнародний стандарт протимінної діяльності для поводження з підводними вибухонебезпечними боєприпасами. 1 грудня 2014 р. UNMAS прийняла Міжнародний стандарт протимінної діяльності IMAS 09.60, в якому були встановлені основні принципи та вимоги до підводних операцій з обстеження та очищення вибухонебезпечних боєприпасів. З урахуванням цього стандарту GICHD в 2016 році підготував Посібник з огляду та очищення підводних вибухонебезпечних предметів, інформація в якому розширює загальні відомості IMAS 09.60 і стосується підводних вибухових боєприпасів у територіальних водах країни (зазвичай у межах 12 морських миль від берега) і внутрішніх водах нижче позначки середньої нижньої води (MLLW) до глибини 50 м або менше. Розчищення територій водойм, які є глибшими ніж 50 м, має обмежений гуманітарний та соціально-економічний вплив на функціонування прибережних територій. Тобто, підхід, викладений у цьому стандарті, поєднав у собі військову тактику та методологію протимінної діяльності з використанням комерційних технологій для безпечного, ефективного та рентабельного очищення підводних вибухонебезпечних предметів, але урахування особливостей, притаманних конкретним державам, осталося відданим на їх розсуд.

Результати огляду літературних джерел показали, що в Європі поряд із знешкодженням підводних боєприпасів здебільше водолазними підрозділами ВМС відповідних країн має місце тенденція до подолання надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним розташуванням вибухонебезпечних предметів, силами спеціалізованих комерційних та благодійних некомерційних організацій, а також здійснення оперативної роботи водолазами-саперами в процесі гуманітарного підводного розмінування у легководолазному спорядженні.

Незважаючи на те, що фахівці з підводного розмінування ВМС США вважаються найбільш фаховими у всьому світі, вони в своїй діяльності не тільки інтегруються з різними бойовими підрозділами ВМФ, Корпусу морської піхоти, ВВС і Армії, секретними службами, але й різноманітними громадськими організаціями, а також з комерційною компанією Ocean Group, яка поряд з самостійною протимінною діяльністю розробляє передові способи підводного розмінування.

В Індо-Тихоокеанському регіоні поряд з тим, що уряд США повністю фінансує і безпосередньо проводить гуманітарне підводне розмінування в країнах Форум-Айленда, більшість країн (за виключенням Китаю, основні зусилля водолазів-саперів якої направлені на здійснення підводно-вибухових робіт) за допомогою фахівців ВМС США проводить самостійне розмінування, до якого поряд із військовими можуть залучатися як комерційні організації, так і, навіть, окремі просунуті дайвінгісти, які пройшли спеціальний курс.

Все це свідчить про те, що якщо до недавнього часу ексклюзивним досвідом у знищенні підводних вибухонебезпечних предметів володіли національні збройні сили, то сьогодні над зниженням ризиків, що мають місце як під час знаходження вибухонебезпечних предметів під водою, так і в процесі їх розмінування разом з військовими водолазами-саперами працюють різні типи (комерційні компанії, неурядові організації, команди центральних та місцевих органів влади тощо) організацій, які вимагають коригування своєї діяльності в додаток до тих навичок, які їм надають під час первинного навчання спеціалізовані підрозділи військово-морського флоту.

## **ОСОБЛИВОСТІ ЕТНОКУЛЬТУРНИХ ЛАНДШАФТІВ**

*Петруня Ольга Миколаївна*

*Київський національний університет будівництва та архітектури,*

*petrunia.om@knuba.edu.ua*

Місто, "видиме із зовнішніх валів або стін,  
справляло враження квітучого оазису,  
із зелені якого виступали обеліски й монументальні пілони храмів"

Бунін А.В., Саваренська Т. Ф. «Історія містобудівного мистецтва» [1]

«Культурний ландшафт» - термін, введений географом К. Зауером. Автор трактував ландшафт комплексно: як єдність природних і культурних об'єктів, доступних для сприйняття людиною. В географічних традиціях ідея створення єдиного культурного ландшафту приєднувалась до натурального. Дж. Б. Джексон описував це поняття, як «частина поверхні, яку можна охопити поглядом» [1].

Оскільки, класичний ландшафт направлений на вивчення натуральних ландшафтів і неосвоєного етносом простору і поєднує взаємодію культурного ландшафту з антропогенним (рис. 1, 2). То, унікальність етнокультурних ландшафтів полягає в їх «створенні людиною, шляхом зміни природного ландшафту в певному напрямку для господарських цілей». Етнокультурні взаємодії відбуваються в межах території, регіону та аналізуються з позиції історії, етнології, етнографії, соціології, археології. При цьому вивчаються матеріальні та духовні цінності, які виражають певний рівень історичного розвитку людини та певного суспільства.



Рис. 1. Класифікація антропогенних ландшафтів

Отже, поняття «етнокультура» ґрунтується на специфіці певного етносу, його культурних явищ, господарського та соціального життя, поєднання матеріальної та духовної культури. Етнокультурний ландшафт - є різновидом антропогенного. Це інтегральне геокультурне утворення, в основі якого знаходиться традиційна етнічна культура та тісно пов'язані з нею природні фактори [2, с. 92].

Щоб сформувані етнокультурні ландшафти, вивчаються локальні та регіональні зв'язки між цими структурами та їх середовищем. Досить поширені терміни «історико-культурний ландшафт», «етнічний» та «культурний». Етнічний ландшафт - природно-культурне середовище, розвиток певного етносу, певної місцевості [3, с.4].

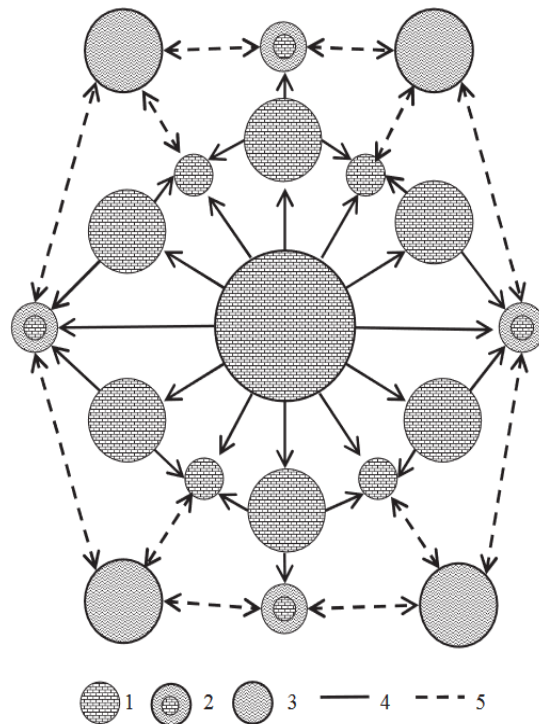


Рис. 2. Схема просторової організації етнокультурного ландшафту

В основі створення такого виду ландшафтів закладена взаємодія 6-ти компонентів: населення, культура людини, клімат, рельєф, тваринний і рослинний світ. Відповідно до представленої схеми просторової організації (рис. 2) етнокультурний ландшафт має форму структури, яка поєднує: 1- ландшафти значних та великих міст; 2 – ландшафти середніх та малих міст; 3 – сел та населених пунктів; 4 – дорожні ландшафти; 5- ландшафти різних ієрархічних рівнів. Внаслідок цього, ландшафти мають різні функціональні призначення: сільбищні, господарські, сакральні, дорожні, рекреаційні, тафальні (рис. 3) [3, 4].

В період XX-XXI столітті була сформована концепція етнокультурного ландшафту для території України, що включає наступні напрямки вивчення ландшафтів.

1) Напрямок етнокультурний ландшафт в антропогенному ландшафтознавстві.

2) Культурний ландшафт.

3) Охорона етнокультурної спадщини.

4) Культурно-географічний ландшафт.

Відносини у сфері збалансованого використання ландшафтів в Україні регулюються законами України "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про природно-заповідний фонд України", "Про охорону земель", "Про охорону культурної спадщини", "Про генеральну схему планування території України", "Про архітектурну діяльність", "Про основи містобудування", "Про планування і забудову територій", Водним,

Земельним, Лісовим кодексами України, цим законом, іншими нормативно-правовими актами [5].



Рис. 3. Класифікація культурних ландшафтів

До особливого типу культурного ландшафту відносяться архітектурні ландшафти. Для забезпечення можливості функціонування людини в просторі, для створення яскравої композиції, потрібно спочатку провести ландшафтно-архітектурну оцінку середовища, поєднуючи архітектурно-містобудівну діяльність з ландшафтом.

В результаті проведення ландшафтно-архітектурного аналізу визначаються:

- елементи природного ландшафту (відкриті простори, зелені насадження, елементи рельєфу, водойми тощо);
- особливі елементи місцевості (середовища), яке аналізується;
- всі прояви людської діяльності;
- ландшафтні умови сприйняття територій;
- видові перспективи, точки та панорами, що відкриваються з сформованих транспортних та пішохідних шляхах;
- враховуються естетичні переваги достоїнства рельєфу міста або його фрагменту;
- природна різноманітність поверхні рельєфу;
- вмiле застосування засобів компонування рельєфу: сходи, тераси, садові стінки, зелень тощо [4,6].

Ідейно-художня концепція відображає стиль історичної епохи, а архітектура визначає об'ємно-планувальні принципи, які були використані під час створення парків і садів. Одним із прикладів природної території, що має наукову та природоохоронну цінність є лісове урочище «Липове», біля села Ведмежого в пос. Зуївське, Донецька області. Загальною площею 1532,6629 га. (Рис. 4, 5)[7].



Рис. 4. Типи рекреаційних ландшафтів

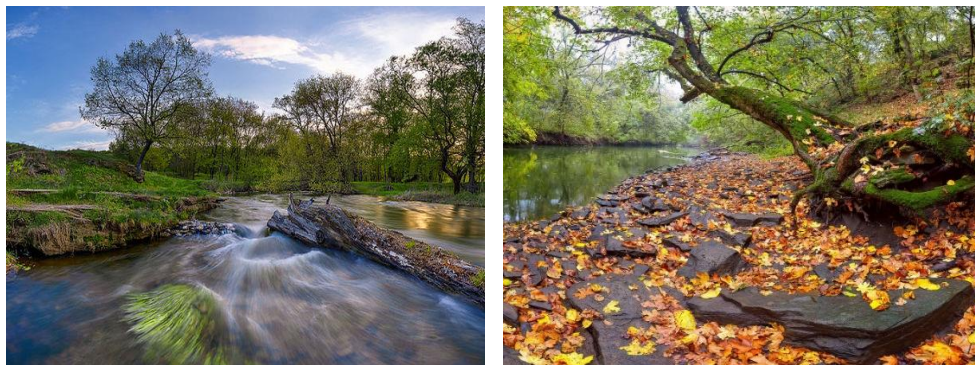


Рис. 5. Приклад регіонального ландшафтного парку в пос. Зуївське, Донецька обл.

Зелені насадження в комплексі з рельєфом місцевості, гідрологічними умовами і водоймами, ґрунтами і кліматом відіграють вирішальну роль у формуванні етнокультурного ландшафту території. Відповідно до закону України «Про ландшафти», їх охорона здійснюється шляхом запровадження системи інтегрованого управління природокористуванням. Та передбачає:

- збереження середовищ існування рослин і тварин;
- збереження ландшафтних об'єктів культурної спадщини;
- застосування запобіжних заходів щодо негативного впливу господарської діяльності; формування екомережі, оголошення та створення територій та об'єктів природно-заповідного фонду;
- оптимізацію екосистемної та господарської цілісності ландшафтів;
- визначення умов щодо невиснажливого використання природних ресурсів і здійснення господарської та інших видів діяльності на засадах сталого розвитку; виконання заходів, спрямованих на запобігання фрагментації та руйнування ландшафтів [5].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Світ культурного ландшафту // Наука про культуру: висновки та перспективи. Вип. 3. - 1995. - С. 31-46.
2. Маринич А.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України. – К.: Наук. Думка, 2005. – 479 с.



3. Мельник А.В., Міллер Г.П., Петлін В.М. Ландшафтознавство: теорія і практика. Навчальний посібник. - Львів: Видавничий центр ЛНУ, 2002. – 172с.

4. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/JF40E00A?an=3>

5. Дида І.А. Роль і місце природи в архітектурі міст України/ І.А. Дида// Вісн. Нац. ун-ту «Львів. Політехніка». Архітектура. – Львів: Вид. Львівської політехніки, – 2006. – Вип. № 568. – С. 317 – 322.

6. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://texty.org.ua/fragments/46212/Najkrashhi\\_landshafty\\_Ukrajiny\\_Versija\\_Wikipediji\\_FOTO-46212/](https://texty.org.ua/fragments/46212/Najkrashhi_landshafty_Ukrajiny_Versija_Wikipediji_FOTO-46212/)

## **ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГНОЗТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИДОБУВАННЯ ЗВАЛИЩНОГО ГАЗУ**

*Березюк Олег Володимирович, Лемешев Михайло Степанович*

*Вінницький національний технічний університет,*

*berezyukoleg@i.ua, mlemeshev@i.ua*

Відповідно даних, наведених в роботі [1] у світі експлуатується 481 система збирання звалищного газу (ЗГ), який утворюється в місцях захоронення твердих побутових відходів (ТПВ). Загальний видобуток цих систем становить 5,15 млрд. м<sup>3</sup> газу на рік. З них 175 установок містяться в країнах ЄС, 264 – в Америці (244 – в США), по 4 – в Австралії та Азії, 2 – в Африці. Але лише близько 25-50% зібраного ЗГ знаходить комерційне використання, решта спалюється у факелах. Глобальна емісія ЗГ в атмосферу є важливим фактором зміни клімату Землі. Головною складовою ЗГ є метан, емісія якого з територій захоронення ТПВ складає від 1,5 до 70 млн. т/рік [2, 3]. При утилізації метану з усіх полігонів ТПВ в США його кількість становитиме 5% від загального споживання природного газу в США або 1% від загального споживання енергоносіїв [1]. За ступенем завдання шкоди довкіллю метан вважається другим після вуглекислого газу найшкідливішим парниковим газом і становить 18% від загальної кількості парникових газів, що викидаються в атмосферу Землі. Метан за величиною потенціалу глобального потепління приблизно у 21 раз небезпечніший за вуглекислий газ.

Необхідність обліку валової емісії метану на даний час визначається зокрема тим, що цей газ є складовою частиною національної квоти речовин, що впливають на парниковий ефект та зміну озонового шару планети. Тому пошук шляхів удосконалення залежності ефективності видобування звалищного газу від основних параметрів впливу з метою збільшення поширеності використання поновлюваних джерел енергії, заощадження викопних енергоносіїв та одночасного зменшення інтенсивності

забруднення навколишнього середовища є актуальною науково-технічною задачею.

В роботах [4-6] наведено склад та фізико-хімічні властивості біогазу, що утворюється в місцях захоронення ТПВ. В статті [7] опубліковано склад біогазу, отриманого при анаеробному розкладанні ТПВ для різних співвідношень композиційних сумішей ТПВ-компост та їхньої відносної вологості.

Перспективи та досвід видобування біогазу в місцях захоронення ТПВ детально описано в роботах [8-10], а в статтях [11, 12] розглянуті особливості його утворення. Вироблений біогаз збирається за допомогою відповідного технічного обладнання і або спалюється безпосередньо на блочній теплоелектроцентралі (ТЕЦ) для електро- і теплопостачання або збагачується до біометану (очищеного біогазу) і подається в існуючу газотранспортну мережу або може використовуватися як паливо в автомобілях на природному газі. Застосування біогазу у децентралізованому енергопостачанні сприяє скороченню імпорту енергоносіїв та підвищенню надійності енергопостачання, зокрема, у сільській місцевості. Суттєвою перевагою виробництва біогазу є використання поновлюваних джерел енергії, в тому числі ТПВ, вихід біогазу з органічної фракції яких в середньому складає  $123 \text{ Нм}^3/\text{т}$  субстрату. Широкий і постійно доступний спектр органічних речовин уможливорює постійне і безперервне виробництво біогазу і сприяє економії викопних енергоносіїв [13]. Нижня теплотворна здатність звалищного біогазу становить  $16-18 \text{ МДж/Нм}^3$  [14]. Авторами роботи [15] розглянуто методи використання біомаси для виробництва теплової енергії. В роботі [16] описано фази розкладання ТПВ, 80% яких є анаеробними, а також визначено фактори, що впливають на процес біодеструкції відходів.

Автори статті [17] наводять статистичні дані щодо потенціалу ЗГ у різних країнах світу. В роботі [18] наведено математичну модель прогнозування питомого об'єму видобування ЗГ, а в статті [19] опублікована математична модель прогнозування питомого потенціалу ЗГ, на основі яких отримано залежність ефективності видобування ЗГ від основних параметрів впливу [20]:



$$\begin{aligned}
\varepsilon_{3Г} = & \frac{25,357 + 7,399 \frac{n_n}{S_{кр}} -}{461,2 - 319,3 \left( \frac{n_n}{S_{кр}} \right)^{0,2007} - 0,1275 \left( \frac{ВВП}{n_n} \right)^{1,964} + 2284 IP_{ЛП}^{50,07} +} \dots \rightarrow \\
& - 30,95 \frac{ВВП}{n_n} + 0,00127 \frac{n_n}{S_{кр}} \frac{ВВП}{n_n} - \\
\dots \rightarrow & \frac{\dots \rightarrow}{+ 0,03603 \left( \frac{n_n}{S_{кр}} \right)^{0,2007} \left( \frac{ВВП}{n_n} \right)^{1,964} - 749,1 \left( \frac{n_n}{S_{кр}} \right)^{0,2007} IP_{ЛП}^{50,07} -} \dots \rightarrow \\
& - 7,95 \frac{n_n}{S_{кр}} IP_{ЛП} + 32,1 \frac{ВВП}{n_n} IP_{ЛП} + \\
\dots \rightarrow & \frac{\dots \rightarrow}{- 0,5987 \left( \frac{ВВП}{n_n} \right)^{1,964} IP_{ЛП}^{50,07} + 58,39 \left( \frac{n_n}{S_{кр}} \right)^{0,4014} +} \dots \rightarrow \\
& + 3,089 \cdot 10^{-4} \left( \frac{n_n}{S_{кр}} \right)^2 \\
\dots \rightarrow & \frac{\dots \rightarrow}{+ 2,706 \cdot 10^{-5} \left( \frac{ВВП}{n_n} \right)^{3,928} + 3525 IP_{ЛП}^{100,14}} \cdot 100\% \quad , (1)
\end{aligned}$$

де  $n_n/S_{кр}$  – густина населення, осіб/км<sup>2</sup>;  
 $ВВП/n_n$  – ВВП на душу населення, тис. \$/осіб;  
 $IP_{ЛП}$  – індекс розвитку людського потенціалу ( $IP_{ЛП} = 0 \dots 1$ );  
 $n_n$  – кількість населення країни, осіб;  
 $S_{кр}$  – площа території країни, км<sup>2</sup>.

На нашу думку, залежність (1) є занадто громіздкою і, крім того, вона не може коректно прогнозувати ефективність видобування ЗГ для таких країн, як Україна, оскільки отримана за даними лише для високорозвинутих країн, а тому вимагає удосконалення.

Метою роботи є пошук шляхів удосконалення математичної моделі прогнозування ефективності видобування звалищного газу з метою збільшення поширеності використання поновлюваних джерел енергії, заощадження викопних енергоносіїв та одночасного зменшення інтенсивності забруднення навколишнього середовища.

Серед параметрів, які впливають на ефективність видобування ЗГ у різних країнах, розглядалися такі: густина населення країни, величина валового внутрішнього продукту (ВВП) на душу населення, індекс розвитку людського потенціалу, значення яких наведено в табл. 1. На відміну від абсолютних параметрів, відносні дозволяють порівнювати країни з різними рівнями розвитку економіки та людського потенціалу, кількістю населення

та площами території. Порівняно із даними, наведеними в роботі [20], табл. 1 містить дані для України, що дозволить отримати прогностичну модель ефективності видобування ЗГ для таких країн, як Україна.

Таблиця 1

**Об'єми річного видобування, річні потенціали, ефективність видобування ЗГ та фактори впливу на них [2, 17]**

Країна	Об'єм видобування ЗГ, млн. м <sup>3</sup> /рік	Потенціал ЗГ, млн. м <sup>3</sup> /рік	Ефективність видобування ЗГ, %	Фактори впливу		
				Густина населення, осіб/км <sup>2</sup>	ВВП на душу населення, \$ тис.	Індекс розвитку людського потенціалу
США	500	13000	3,85	31	46,954	0,95
Великобританія	200	2520	7,94	247	46,432	0,942
Нідерланди	50	560	8,93	394	51,657	0,958
Франція	40	874	4,58	114	45,858	0,955
Італія	35	1040	3,37	199,4	39,565	0,945
Данія	5	105	4,76	126,4	34,7	0,952
Україна	18,65	400	4,66	76	7,532	0,786

На основі даних табл. 1 методом планування експерименту [21] використовуючи ротатабельне центральне композиційне планування другого порядку виду 2<sup>3</sup> за допомогою розробленої комп'ютерної програми "PlanExp", яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір [22] і детально описана в роботі [23] можна отримати квадратичне рівняння регресії з ефектами взаємодії 1-го порядку, яке описує удосконалену залежність ефективності видобування ЗГ в різних країнах від основних параметрів впливу.

Визначення залежності теплотворної здатності звалищного газу від факторів впливу вимагає проведення подальших досліджень.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Исидоров В.А. Органическая химия атмосферы. СПб.: Химия, 1992. 288 с.
2. Техніко-економічне обґрунтування "Програми утилізації звалищного метану в Луганській області за допомогою механізмів Кітського протоколу". Луганськ, 2008. 124 с.
3. Минько О.И., Лифшиц А.Б. Экологические и геохимические характеристики свалок твердых бытовых отходов// Экологическая химия, 1992. № 2. С. 37–47.

4. Ратушняк Г.С., Джеджула В.В. Энергобережения в системах биоконверсии. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2006. 83 с.

5. Краснянский М.Е., Бельгасем Е. Экологические угрозы свалок ТБО// Твердые бытовые отходы. 2005. № 5. С. 12.

6. Пятничко А.И., Жук Г.В., Баннов В.Е. Результаты обследования полигонов ТБО Украины для установления объемов добычи и состава биогаза// Технические газы. 2010. № 2. С. 63-66.

7. Джамалова Г.А. Интенсификация анаэробного разложения модельных образцов твердых бытовых отходов в биореакторах// Известия СПбГТИ(ТУ). 2014. № 23. С. 84-86.

8. Гелетуха Г.Г., Кучерук П.П., Матвеев Ю.Б. Перспективы производства и использования биометана в Украине// Аналитическая записка БАУ. Биоэнергетическая ассоциация Украины: 2014. № 11. 43 с.

9. Маслеева О.В., Пачурин Г.В. Экологическая и экономическая целесообразность использования биотоплива// Фундаментальные исследования. 2012. № 6. С. 139-144.

10. Савицкас Ю.Ю. Опыт эксплуатации биогазовых установок при анаэробной обработке органических отходов// Промышленная теплотехника. 2001. Т. 23. № 4-5. С. 128-131.

11. Беспалов В.И., Адамян Р.Г. Анализ условий образования биогаза на полигоне по захоронению твердых отходов потребления// Инженерный вестник Дона. 2013. № 25.2 (25).

12. Шеина О.А., Сысоев В.А. Биохимия процесса производства биогаза как альтернативного источника энергии// Вестник ТГУ. 2009. Т. 14, Вып. 1. С. 73-76.

13. Шульц Р. Виробництво і використання біогазу в Україні. К.: Бізнес-центр «Євразія», 2012. 40 с.

14. Шмарін С.Л. Прогнозування викидів парникових газів з місць захоронення твердих побутових відходів в Україні: дис. канд. техн. наук: 21.06.01 Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Київ, 2018. 189 с.

15. Ткаченко С.Й., Боднар Л.А., Юзюк А.О. Перспективні напрямки використання біомаси як джерела енергії// Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2011. № 2. С. 68-73.

16. Годовська Т.Б., Фещенко В.П. Критерії індикаторів впливу на агроєкосистеми полігону твердих побутових відходів м. Житомир// Вісник ЖНАЕУ: науково-теоретичний збірник. 2011. № 1 (28), Т. 1. С. 400-407.

17. Гелетуха Г.Г., Марценюк З.А. Обзор технологий добычи и использования биогаза на свалках и полигонах твердых бытовых отходов и перспективы их развития в Украине// Эко-технологии и ресурсосбережение, 1999. № 4. С. 6-14.

18. Березюк О.В. Виявлення параметрів впливу на питомий об'єм видобування звалищного газу// Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2012. № 3. С. 20-23.

19. Березюк О.В. Розробка математичної моделі прогнозування питомого потенціалу звалищного газу// Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2013. № 2. С. 39-42.

20. Березюк О.В. Моделювання ефективності видобування звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами// Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2013. № 6. С. 21-24.

21. Березюк О.В. Планування багатфакторного експерименту для дослідження вібраційного гідроприводу ущільнення твердих побутових відходів// Вібрації в техніці та технологіях. 2009. № 3 (55). С. 92-97.

22. Березюк О.В. Комп'ютерна програма "Планування експерименту" ("PlanExp")// Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 46876. К.: Державна служба інтелектуальної власності України. Дата реєстрації: 21.12.2012.

23. Березюк О.В. Моделювання компресійної характеристики твердих побутових відходів у сміттєвозі на основі комп'ютерної програми "PlanExp"// Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2016. № 6. С. 23-28.

## **ПРИРОДНІ РЕСУРСИ – ОСНОВА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ**

***Біла Вікторія Вікторівна, Журавська Наталія Євгенівна***

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
[nzhur@ua.fm](mailto:nzhur@ua.fm)*

В сучасних умовах, во всьому світі, значно ускладнилися взаємовідносини суспільства з природою, коли людство почало опановувати майже всі доступні природні ресурси - разом з тим знищувати та забруднювати довкілля. З умовою цього, потрібно перейти до ресурсозберігаючих виробництв і керуватися екологічними пріоритетами у взаємодії з навколишнім середовищем (НС), що вимагає від архітекторів, будівельників глибоких знань взаємозв'язків між об'єктами, які проектуються і НС, яке знаходиться під загрозою через антропогенну діяльність: забруднення повітря, води, ґрунту, знищення екосистем та зменшення біорізноманіття. Глобальне потепління призводить до зміни клімату та природних катастроф, таких як паводки, засухи та лісові пожежі.

На сьогодні, стан НС в світі оцінюється як незадовільний, кислі опади спостерігались, на станціях Одеської, Київської та Івано-Франківської областей (рис.1), речовини, як бенз/а/пірен, формальдегід та нітрозаміни,

вміст яких перевищував гранично допустимі концентрації в атмосферному повітрі усіх досліджуваних населених пунктів, відомо близько 7 млн. хімічних речовин та сполук, із яких 60 тис. використовуються у діяльності людини. На міжнародному ринку кожного року з'являється від 500...1 000 нових хімічних сполук та сумішей основним джерелом надходження до атмосфери техногенних радіоактивних елементів (насамперед, це реакторні та вибухові цезій-137 і стронцій-90) на території України залишається вторинний вітровий підйом радіоактивних ізотопів з поверхні ґрунту, забрудненого внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС та в результаті випробування ядерної зброї у другій половині минулого сторіччя. Забруднення атмосферного повітря вважається одним із провідних елементів середовища проживання людини, що спричиняє шкідливий вплив на її здоров'я. Сьогодні в Україні, незважаючи на певний спад виробництва, стабільно високим залишається забруднення атмосферного повітря великих міст і промислових центрів. За даними Державної служби статистики, в 2018 році викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення склали 2508,3 тис. т. За минулий рік в атмосферу викинуто 126,4 млн. тонн діоксиду вуглецю, парникового газу, що впливає на зміну клімату, тобто на 1,7% вище аналогічного показника 2017 року. Зокрема, викиди метану, які належать до парникових газів, зменшилися на 47,9 тис. т (9,6 %), а викиди оксиду азоту зменшились на 0,2 тис. т (1,7%) [1-3].

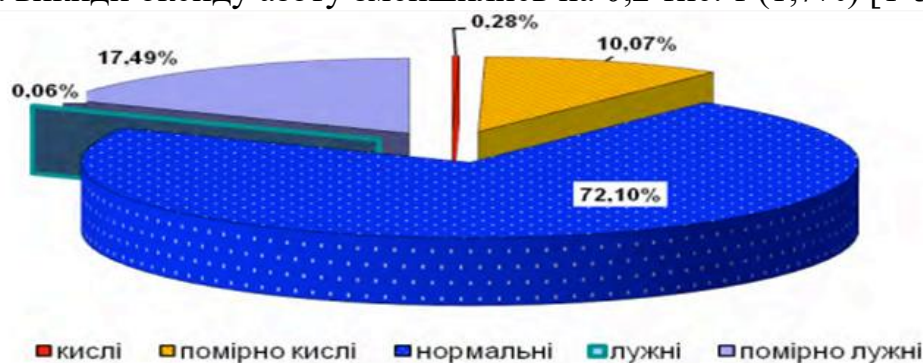


Рис. 1. Кислотність опадів у процентному співвідношенні загалом по Україні в 2018 р.

Екологічні катастрофи які відбуваються по у всьому світі призводять до постійного погіршення його. З 2022 р. з'явився термін «Екоцид» – злочин, проти природи [1]. Зараз для всього людства є важливим запобігти екологічної катастрофи, одним з способів подолання проблеми є ефективне використання різних видів енергоресурсів. Проблеми енергозбереження є найважливішою умовою розвитку цивілізації і збереження її життєздатності, забезпечення населення необхідним обсягом палива і енергії, з умовою відомого, енергетичні ресурси (джерела енергії) – це матеріальні об'єкти, в яких зосереджена енергія, придатна для практичного використання людиною, які поділяються на первинні ((або види енергії))

поділяють на поновлювані і непоновлювані) та вторинні. Поновлювані джерела енергії – це природно утворені й накопичені в надрах планети запаси речовин, здатних за певних умов звільняти енергію, що міститься в них, що є викопне органічне паливо (вугілля, нафта, природний газ, торф, горючі сланці), ядерне паливо. Поновлювані джерела енергії – відновлення яких постійно здійснюється в природі. Власне про них, в подальшому, буде йти мова. Перевага таких джерел енергії - їх вистачить на мільйони чи навіть на мільярди років, вони не завдають шкоди природі.

Згідно з класифікацією Міжнародного енергетичного агентства до поновлюваних джерел енергії належать [1-3] такі категорії: відновлювані джерела енергії (ВДЕ), які спалюються, і відходи біомаси; тверда біомаса і тваринні продукти: біологічна маса, у тому числі будь-які матеріали рослинного походження, що використовуються безпосередньо як паливо або перетворюються на інші форми перед спалюванням (деревина, рослинні відходи і відходи тваринного походження; деревне вугілля, яке одержують з твердої біомаси); газ-рідина з біомаси: біогаз, отриманий у процесі анаеробної ферментації біомаси і твердих відходів, який спалюється для виробництва електрики і тепла; муніципальні відходи: матеріали, що спалюються для продукування теплової та електричної енергії (відходи житлового, комерційного і громадського секторів). Утилізуються муніципальною владою з метою централізованого знищення; промислові відходи: тверді й рідкі матеріали (наприклад, автомобільні покришки), що спалюються безпосередньо, зазвичай на спеціалізованих підприємствах, для виробництва теплової й електричної енергії; гідроенергія: потенційна, або кінетична, енергія води, перетворена на електричну енергію за допомогою гідроелектростанцій, як великих, так і малих; геотермальна енергія: тепла енергія, що надходить із земних надр, зазвичай у вигляді гарячої води або пари. Використовується для виробництва або безпосередньо як джерело тепла для систем тепlopостачання, потреб сільського господарства тощо: сонячна енергія: випромінювання Сонця, що використовується для одержання гарячої води й електричної енергії; енергія вітру: кінетична енергія вітру, що застосовується для виробництва електроенергії у вітрових турбінах; енергія припливів, морських хвиль і океану: механічна енергія припливних потоків, або хвиль, що використовується для виробництва електричної енергії та інше.

Гідроенергетика, галузь енергетики, яка використовує енергію рухомої води, як правило, річок, яка перетворюється або на механічну, або найчастіше на електричну. Поза гідроенергетикою водними джерелами енергії є морські хвилі й припливи, спричинені гравітаційною взаємодією Землі з Місяцем та Сонцем; найрозвиненіша галузь енергетики на поновлюваних ресурсах, під впливом сонячного випромінювання вода випаровується з поверхні Світового океану, її пара підіймається в горішні шари атмосфери, конденсується у хмари й випадає у вигляді дощу,

поповнюючи витoki річок, отже, використовувана енергія річок вже є перетвореною в механічну енергією Сонця. Теперішні гідроелектростанції (ГЕС) є складними гідротехнічними спорудами. Основними її елементами є водосховище, гребля, гідротурбіна, генератор. Шляхом створення греблі створюється різниця рівнів води. Вода, перетікаючи з верхнього рівня (б'єфа) на нижній, набуває великої швидкості. Водяний потік падає на лопаті турбіни, що обертає генератор, виробляючи тим самим електрику. Отримання електроенергії у такий спосіб є значно ефективнішим і дешевшим, ніж, скажімо, тепловим способом. Саме тому приблизно з 80-х років XIX століття сумарна потужність гідроелектростанцій продовжує зростати, подвоюючись приблизно кожні 15 років. Потужність гідроелектростанції залежить від витрат води й висоти її падіння. Навіть річки з невеликими витратами води, яка падає з чималої висоти, можуть виробляти велику кількість енергії. У залежності від запровадженої потужності гідроелектростанції (ГЕС) поділяються на великі і малі. До малої гідроенергетики належать системи потужністю до 30000 кВт, які, у свою чергу, можна поділити на малі, міні- і мікро-ГЕС. Малої ГЕС досить для забезпечення електроенергією невеликого міста, селища, а мікро - ГЕС може забезпечити електроенергією приватний будинок. Невеликі гідроелектростанції (мал. 2) дозволяють зберігати природний ландшафт, навколишнє середовище не тільки на етапі будівництва, але й у процесі експлуатації. Саме тому найбільш перспективним є виробництво гідроенергії на малих річках без створення штучних водосховищ [2].

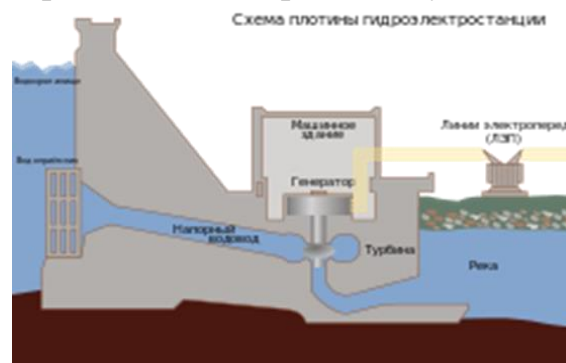


Рис 2. Схема гідроелектростанції

Геотермальна енергія – тепло Землі, яке переважно утворюється внаслідок розпаду радіоактивних речовин у земній корі та мантії. Температура земної кори углиб підвищується на 2,5...3 °С через кожні 100м (так званий геотермальний градієнт), на глибині 20 км - 500 °С, на глибині 50 км - 700...800 °С. У певних місцях, особливо по краях тектонічних плит материків, а також у так званих “гарячих точках”, температурний градієнт вище майже в 10 разів, на глибині 500...000 метрів температура - 3000 °С. Однак температура земних порід не така висока, геотермальних енергоресурсів цілком достатньо. Усю природну теплоту, яка міститься в земній корі, можна розглядати як геотермальні ресурси двох видів: пара,

вода, газ; розігріті гірські породи, поділяються на термальні води, пароводяні суміші і природну пару. Для отримання теплоти, акумульованої в надрах землі, її спочатку треба підняти на поверхню. Для цього бурять свердловини і, якщо вода досить гаряча, вона піднімається на поверхню природним чином, за нижчої температури може знадобитися насос. Геотермальні води – екологічно чисте джерело енергії, що постійно відновлюється. Воно суттєво відрізняється від інших альтернативних джерел енергії тим, що його можна використовувати незалежно від кліматичних умов і пори року. Виходячи з наявних оцінок запасів геотермальної енергії, пріоритетними районами в Україні є Керченський півострів, Закарпаття, Прикарпаття (Львівська обл.), Донецька, Запорізька, Луганська, Полтавська, Харківська, Херсонська, Чернігівська та інші області. Є два види геотермальних станцій: перші для генерування струму використовують пару, другі - перегріті геотермальні води. У перших суха пара зі свердловини надходить у турбіну або генератор для вироблення електроенергії.. На станціях іншого типу використовуються геотермальні води температурою понад 190 °С. Вода природним чином підіймається вгору свердловиною, подається в сепаратор, де внаслідок зменшення тиску частина її кипить і перетворюється на пару. Пара спрямовується в генератор або турбіну і виробляє електрику. Це найбільш поширений тип геотермальної електростанції. Значні масштаби розвитку геотермальної енергетики в майбутньому можливі лише в разі одержання теплової енергії безпосередньо з гірських порід. У цьому випадку в місцях, де знайдено сухі гарячі скельні породи, бурять паралельні свердловини між якими утворюють систему тріщин - формується штучний геотермальний резервуар, в який подається холодна вода з наступним отриманням пари або пароводяної суміші. Середня температуру Землі на глибині 3...5 м впродовж року становить 10...13 °С і вище. Цим можна скористатися для опалення й охолодження будинків, виробничих приміщень, тваринницьких ферм за допомогою теплообмінників і тепло насосних установок, що дає змогу заощаджувати до 50...70 % теплоти, яка використовується для створення оптимального температурного режиму в приміщеннях: до землі за певною схемою прокладають канали для руху повітря або заривають труби, у які подається вода (чи інший теплоносіє). Незалежно від того, що циркулює в такій системі, за рахунок теплообміну з землею такий тепловий насос може поглинати тепло землі й передавати його в будинок у холодну пору року або переміщувати тепло з будинку в землю в спекотну пору. Також використання теплової геотермальної помпи дозволяє економити до 2/3 енергії, що використовується для опалення. Геотермальні установки потребують зовсім невеликих ділянок землі, набагато менших, ніж необхідні під енергетичні установки інших типів. Вони можуть розміщуватися практично на будь-яких землях, включаючи сільськогосподарські угіддя. Якби можна було використовувати усього



лише 1 % геотермальної енергії Земної кори (глибина 10 км), ми б мали у своєму розпорядженні кількість енергії, що у 500 разів перевищує всі світові запаси нафти і газу [2].

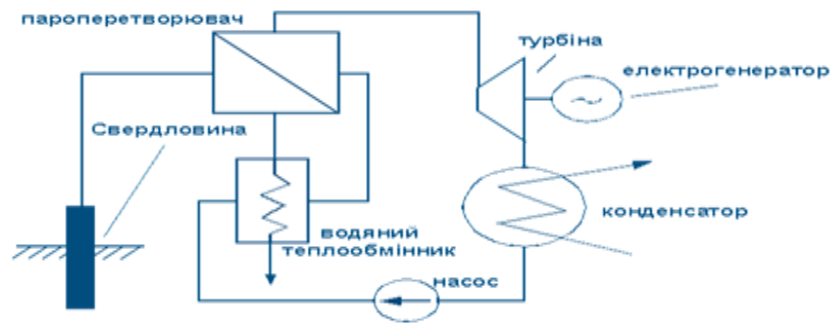


Рис 2. Схема геотермальної електростанції

Таким чином, ефективне використання природних ресурсів - основа життєдіяльності людини.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Проблематика громадського здоров'я. – [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [http://www.cgz.vn.ua/problematika-gromadskogo-zdorovya/problematika-gromadskogo-zdorovya\\_462.html](http://www.cgz.vn.ua/problematika-gromadskogo-zdorovya/problematika-gromadskogo-zdorovya_462.html) (Дата звернення 06.04.2023).

2. Характеристика та види енергоресурсів. – [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://osvita.ua/vnz/reports/management/13672/> (Дата звернення 06.04.2023).

3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2018 році. - Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Київ, 2019. – 483 с.

## АНАЛІЗ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ДОЩОВИХ ОПАДІВ У МІСТІ ПОКРОВСЬК

*Богомаз Ольга Петрівна*

*Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний  
технічний університет»*

*olha.bohomaz@donntu.edu.ua*

Через особливості географічного розташування та кліматичні умови Донецька область завжди була областю, що найменше забезпечена водними ресурсами. Основною водною артерією регіону є річка Сіверський Донець яка протікає на півночі області. Для забезпечення водою населення, а також

основних великих промислових підприємств, що розташовані у центральній частині області та на її півдні, ще в середині ХХ сторіччя був побудований канал-трубопровід Сіверський Донець – Донбас завдовжки понад 130 км. Для зниження навантаження на канал-трубопровід планувалось створення потужного водогону з Дніпра, але за останні десятиріччя ця, майже добудована, споруда була повністю розграбована та знищена.

Військові дії на Донбасі у 2014 році ще більш призвели до загострення проблеми дефіциту води. Частина каналу-трубопроводу Сіверський Донець – Донбас опинилася на тимчасово окупованій території Донецької області. Постійні обстріли водорозподільних та фільтрувальних станцій призвели до відсутності централізованого водопостачання (впродовж 1-2 місяців, а інколи й більше) у невеликих населених пунктах західної та південно-західної частини Донецької області. Після 24 лютого 2022 року, внаслідок військових дій, було повністю знищено значну кількість гідротехнічних споруд, що, своєю чергою, спричинило обміління Сіверського Донця та, відповідно, прилеглих до нього водосховищ та малих річок.

Місто Покровськ розташоване в західній частині Донецької області і є адміністративним центром Покровської міської територіальної громади. Місто не має своїх власних джерел питної води, тому для забезпечення водою населення та підприємств використовується водогін від Карлівського водосховища протяжністю понад 40 км.

До повномасштабного вторгнення рф Карлівське водосховище підживлювалась водами Сіверського Донця, однак через знищення обладнання насосної станції першого підйому Південно-Донбаського водопроводу подача води зупинилася. Тому водозабезпечення міста Покровська та прилеглих населених пунктів здійснюється лише за рахунок власних водних ресурсів Карлівського водосховища, які є досить обмеженими. Близьке розташування лінії фронту призводить до постійного знеструмлення Карлівської фільтрувальної станції, як наслідок – постійна відсутність води у Покровській та прилеглих громадах.

Проблема водозабезпечення міста наразі вирішується за рахунок стихійного буріння свердловин, однак близьке розташування шахтних вод високої мінералізації робить цю воду, без належного очищення, непридатною для використання в агропромисловому секторі та промисловості. До того ж стихійне буріння свердловин та колодязів призводить до перерозподілу води у верхніх водоносних шарах та зміни їх гідрологічного режиму. Внаслідок чого нерідко спостерігається зменшення рівня води у колодязях та пересихання свердловин.

У зв'язку з вищевикладеним актуальним залишається розширення водних ресурсів не лише міста Покровська, але і в цілому Донбасу, як за рахунок удосконалення існуючих, так й шляхом пошуку альтернативних джерел водопостачання, особливо для потреб промисловості та

агропромислового комплексу. Як альтернативне джерело можуть розглядатися атмосферні опади.

Використання дощових вод є не новим у світовій практиці. Ще за стародавніх часів у посушливих регіонах створювалися резервуари для акумулювання стоків. Останніми десятиріччями використання дощових вод обумовлено двома основними причинами: перша – дефіцит чистої води, друга – збільшення кількості атмосферних опадів викликаного зміною клімату. Остання становить серйозну загрозу, особливо для урбанізованих територій, оскільки призводить до значних економічних збитків та соціальних проблем внаслідок підтоплення території [1]. Тому опади стали розглядати як цінний ресурс, яким необхідно розумно керувати, задля зменшення ризику повені, протидії посуші, покращення якості життя на урбанізованих територіях.

Ефективність використання наявних систем збору атмосферних опадів залежить від кліматичних умов регіону. У зв'язку з чим, на етапі розробки способу управління стоками, а також вибору засобів для відведення та акумулювання стоків, важливим є оцінка параметрів дощових опадів в конкретному місці із заданим режимом водозбору.

Для визначення зміни параметрів випадіння атмосферних опадів у місті Покровську Донецької області було проведено статистичну обробку рядів гідрометеорологічних спостережень за висотою річного шару опадів та добовою висотою шару атмосферних опадів різної повторюваності за період з 1985 по 2022 роки.

Отримані показники свідчать про те, що за останні майже два десятиріччя (2004-2022 роки) середня кількість дощів за рік зменшилась на 5,25% відносно попередніх (1985-2003). У той же строк середня висота шару опадів за рік та за один дощовий день незначно збільшилися на 0,56% та 6,23% відповідно. Натомість за останні 19 років спостерігається збільшення частоти випадання злив високої інтенсивності коли за один дощовий день випадає півмісячна норма опадів. Якщо в 1985-2003 роках в середньому кожен п'ятий дощ був аномальним, то у 2004-2022 роках – в середньому кожен третій. Окрім частоти випадіння злив високої інтенсивності на 34,89% збільшилась й середня висота шару опадів за один аномальний дощовий день.

Враховуючи функціонально-морфологічну структуру міста Покровська, площу водозбору, а також просторову нерівномірність випадіння атмосферних опадів [2, 3] було розраховано середньорічний обсяг дощових та талих вод, а також річний обсяг поверхневих стічних вод. Так визначено, що середньорічний обсяг дощових вод становить  $W_D = 4383,52 \text{ м}^3/\text{рік}$ , талих вод –  $W_C = 6476,43 \text{ м}^3/\text{рік}$  вод, загальний же обсяг поверхневих стічних вод дорівнює  $W = 10859,95 \text{ м}^3/\text{рік}$ . При цьому кількість дощових днів майже однакова, як у холодний сезон року (січень-березень, жовтень-грудень) – 76,58 днів, так і у теплий (квітень-вересень) – 73,89 дні.

Відповідно до визначених параметрів атмосферних опадів з метою ефективного управління ними, у місті Покровськ доцільно впровадити комбіновану систему збору атмосферних опадів, яка буде включати збір стоків з центральних вулиць міста, де розташовані багатоповерхівки, та індивідуальний збір води приватними домогосподарствами. Зібрані з центральної частини міста дощові стоки слід направляти до розташованого у парковій зоні накопичувального ставка «Нульовка», в якому, для попередження витоку води з берегів, потрібно збільшити обсяг за рахунок поглиблення.

Застосування комбінованої системи акумулювання дощової води в глобальному плані не вирішить проблему дефіциту води у місті, водночас за рахунок збільшення обсягу уловлених та накопичених атмосферних опадів дозволить знизити навантаження на міську централізовану систему водопостачання у посушливі періоди року.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Blöschl G., Kiss A., Viglione A. et al. (2020). Current European flood-rich eriod exceptional compared with past 500 years. *Nature*, 583, 560–566.
2. Жук В.М., Мальований М.С., Мисак І.В., Тимчук І.С., Мушалла Д., Піхлер М. (2021). Часова та просторова нерівномірність випадання дощів при моделюванні поверхневого стоку з урбанізованих територій. *Науковий вісник НЛТУ України*, 3(5), 67-73. <https://doi.org/10.36930/40310510>.
3. Вовк Л.І., Трофимчук Ю.А. (2018). Порівняння об'ємів поверхневого стоку з типових мікрорайонів житлової забудови великих міст, визначених згідно з нормативними документами України. *Вісник національного університету "Львівська політехніка". Серія: Теорія і практика будівництва*, №904, 3–9.

### TECHNOLOGY OF USING PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS AS AN ELEMENT OF RESTORATION OF DISTURBED TERRITORIES

*Abu Deeb Svitlana, Tkachenko Tetyana*  
*Kyiv National University of Construction and Architecture*

In novaday's conditions, the ecological situation in Ukraine is characterized by a significant impact and man-made load on natural and artificially created (anthropogenic) landscapes[1]. The assimilative capacity of natural and artificially created landscapes has significantly decreased due to constant negative influence, and therefore the issue of restoring the assimilative capacity of natural and anthropogenic landscapes is a primary task today.

As is known from a long time ago, protective forest plantations served as a natural barrier to ensure melioration needs in the territories of agrolandscapes and recreational areas.

But these are far from all the functions that protective forest plantations can perform. Conducted studies have shown[2] that the system of protective forest plantations is able to influence and change the ecological state of disturbed areas and have an extraordinary ecological impact on such areas. This system does not require special costs and capital investments, but works as a natural filter and provides its needs independently.

The specificity of PFP is their ability to act stably and long-term in time and space. In time - from the moment of creation to the moment of spreading influence. In space – more intensively and deeper than any other plant community, maintaining the ability to protect various components of agro- and urban landscapes and enhance their sustainability through the preservation, restoration and enrichment of biodiversity.

Thus, modern PFP perform the following main functions: ecologically stabilizing (ensuring the homeostatic development of agro- and urban landscapes and the ability to form a forest environment, gradually restore the ecological state of former eroded territories and create prerequisites for further effective land use), protective (protection of forest and non-forest elements of agro - and urban landscape from degradation, loss of its properties during operation or under the influence of external factors), social (sanitary and hygienic, recreational), consumer (as a source of wood), clogging (retention of silty soil particles of the solid component of surface runoff during its loss of transport abilities).

*Table 1*

**The main functions performed by ZLN in the disturbed territories of agro- and urban conenoses**

<b>Ecological</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Production of biological products</li> <li>•Production of oxygen</li> <li>•Absorption of carbon dioxide</li> <li>•Dust and soot absorption</li> <li>•Protection of agro- and urbocenoses from degradation</li> <li>•Affect the processes of soil formation</li> </ul>
<b>Reclamation</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Creating a forest improvement effect</li> <li>•Promotion of reclamation of disturbed areas</li> <li>•Performance of the blocking function</li> <li>•Protection of the territory from negative environmental factors</li> <li>•Soil protection against erosion</li> </ul>
<b>Protective</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Absorption of toxic substances</li> <li>•Cleaning of rainwater and meltwater</li> </ul>

It is known that PFP, as plant associations, have specific functions, that allow to erosion processes to be reduced, the properties of soils affected by erosion are restored, and balance is restored in the territory of agro- and urban landscapes (Table 1). As previous studies and practice show, field protection forest strips have a positive effect on the protection of the territory not only directly close to the plantation itself. They have a positive effect on both the atmosphere and the pedosphere. Therefore, it is appropriate to highlight their protective functions, such as the absorption of toxic substances and the purification of rainwater and meltwater.

It is known[3,4] that the selection of species and types of tree species depends on the type of soil of the selected area of the territory. We had investigated the territory on which the prevailing soil types are ordinary chernozems. And all further research was conducted based on this type of soil.

White acacia was selected as the most optimal species that can fully reveal their ecological potential on the selected site, as well as small-leaved linden, and shrubs - sea buckthorn and rosehip (Table 2). All types of rocks, the effectiveness of which has been confirmed for the selected zone, are listed in the table. 2.

*Table 2*

Soil and geographical conditions	Breeds that are recommended for cultivation		
	main	accompanying	shrubs
Ordinary chernozems	Pine (common, black), white acacia, birch, sycamore, oak, willow, poplar, walnut	Forest pear, hornbeam, maple, linden	Black elder, hazel, sea buckthorn, currant, thorn, briar alder

*Table 3*

**Estimated values of the levels of the main polluting substances in the study area and their limit norms for cleaning with the help of ZLN, mg/m<sup>3</sup>**

Substance name	Concentration, C <sub>i</sub> , mg/m <sup>3</sup>	Maximum allowable concentrations (average), mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	0,042	0,040
Pb	0,603	1,064
CO	0,0878	0,099

The type of road and the number of motor vehicles for the estimated period were considered during the design of the PFP system of the territory of agro- and urban coenoses. This made it possible to calculate the concentrations of the main environmental pollutants from the combustion products of automobile fuel and to choose the optimal construction of the PFP for the given conditions, which would

provide environmental protection conditions and contribute to the reproduction of polluted territories. Concentrations for three main pollutants (NO<sub>2</sub>, Pb, CO) were calculated (Table 3), since the road is of local importance and does not have an intensive traffic flow, so the concentrations of other pollutants are insignificant.

Calculations showed that there is no significant exceedance of the MAC by the main pollutants, and those excesses that are present in the selected area of the territory can be cleaned by the PFP system.

As evidenced by monitoring data and experimental studies on the distribution of pollutants in the roadside area, their maximum concentrations are observed precisely above the road surface[5]. It has been proven that PFP prevent the dispersion of pollutants and dilute them with streams of unpolluted air.

Thus, it can be confidently said that the use of the phytoextraction method in the design of the PFP system fully complies with the observance of ecological balance within the agro- and urbocenoses, and the PFP perform their cleaning and barrier functions to the full extent and in accordance with the established MAC.

### **References**

1. Udod V. M., Abu Deeb S. M. Ecological assessment of the genesis of the formation of the structure of a specialized mesoecosystem on anthropogenic agrolandscapes. Problems of environmental protection and environmental safety: coll. of science pr.- Kharkiv, 2013. - No. 35. - P. 108-118.
2. Tkachenko T.N., Abu Deeb S.N. Protective Forest Plantations as a System of Protection Biocenoses and Technocenoses from the Negative External Factors Impacts. Climate Change & Sustainable Development: New Challenges of the Century: Monograph. – Mykolaiv: PMBSNU – Rzeszow: RzUT, 2021. – 492 p.
3. Del Lungo A. Global planted forests thematic study: results and analysis. [Planted forests and trees working paper №38]. / A. Del Lungo, J. Ball, J. Carle – Rome: FAO, 2006. – 178 p.
3. Gladun H.B. Protective forest plantations: design, cultivation, arrangement/ H.B. Gladun, M.E. Trofymenko, M.A. Lohma-tov. - Kh.: Nove Slovo, 2005. - 390 p.
4. Malyuga V.M. Experience in creating protective plantings on the eroded lands of the Kanev dislocations: author. dis. cand. s.-x. Sciences/ Malyuga Vladimir Nikolaevich - Kharkov, 1987. - 23p.

## РОЗРОБЛЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ

*Цапко Юрій Володимирович<sup>1</sup>, Бондаренко Ольга Петрівна<sup>2</sup>, Цапко  
Олексій Юрійович<sup>2,3</sup>, Жеребчук Діана Сергіївна<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування  
України, [juriyts@ukr.net](mailto:juriyts@ukr.net)*

*<sup>2</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури,  
[bondolya3@gmail.com](mailto:bondolya3@gmail.com), [dianazerebcuk@gmail.com](mailto:dianazerebcuk@gmail.com)*

*<sup>3</sup>Український державний науково-дослідний інститут “Ресурс”,  
[alekseytsapko@gmail.com](mailto:alekseytsapko@gmail.com)*

Розгляд напрямків використання легкозведених конструкцій з текстильних займистих виробів свідчить про стійку тенденцію до збільшення їх використання під час тимчасового виконання тих чи інших завдань Збройних сил України та підрозділів ДСНС. Під час опалювання таких споруд можливе займання та швидке поширення пожежі. Статистика експлуатації легко зведених конструкцій виявила низький рівень безпеки у зв'язку з використанням природних волокон (наприклад льону, бавовни та сумішей), які високочутливі до впливу високої температури і вогню. Зниження горючості і розроблення важкогорючих та важкозаймистих матеріалів є одним із основних напрямків попередження виникнення пожеж та вирішення проблеми розширення області застосування цих матеріалів. Оброблення засобами вогнезахисту суттєво впливає на поширення полум'я, дозволяє набагато зменшити димоутворювальну здатність та тепловиділення. В зв'язку з цим визначається необхідність розвитку робіт в даному напрямку та використання ефективних вогнезахисних матеріалів, оскільки використання сольових антипіренів для деревини малоефективне, так як конструкція не жорстка.

Типові області застосування жароміцних і вогнестійких тканин – це ті, де правила пожежної безпеки вимагають їх використання, а саме захисний одяг, тканини які, контракують з полум'ям, текстильні матеріали для протипожежних бар'єрів (наприклад, протипожежні штори для театрів, ізоляційні тканини) і військового застосування і, зокрема, багато тканини використовується в системах громадського транспорту, таких як комерційні авіалінії, розкішні круїзні лайнери і сучасні швидкісні поїзди [1].

Нейлонова тканина намету перестає горіти, принаймні частково, тому що вона оброблена антипіренами, але її турбують хімічні речовини, які дозволили їм це зробити [3]. Найбільш ефективними вважаються вогнезахисні покриття на неорганічному в'язучому, властивості яких вже досліджені. Але ці матеріали утворюють на поверхні жорстке покриття, яке змінює колір поверхні та під дією атмосфери втрачає адгезію та осипається [4]. Кінетика утворення шару пінококсу, який утворюється при спученні, має свої особливості та залежить від властивостей речовин [5]. Тому постає



необхідність дослідження умов утворення бар'єру для теплопровідності та встановлення ефективної дії покриття з утворенням шару коксу [6].

В роботі [7] метод випробування для визначення швидкості виділення тепла, утворення диму та розповсюдження полум'я. Крім того, були проведені широкомасштабні випробування, щоб отримати інформацію про поведінку вогню в реальному застосуванні та використовуватись як еталон при оцінці інформації, отриманої в результаті класифікаційних випробувань. Були розроблені різні сценарії тестування, які моделювали додатки в будівлях подій та додатки захисту від погоди. Масштабні випробування показали важливість вимірювання димоутворення та виникнення полум'яних крапель у класифікаційній схемі.

Досліджено вплив ступеня однорідності золя  $\text{SiO}_2$  на тривалість періоду індукції та якість вогнестійких покриттів на текстильних матеріалах [8]. Показано перспективи використання ІЧ-спектроскопії як експрес-методу для вивчення фазового складу гелевого покриття, ступеня завершення гідролізу кремнійорганічного компонента та коригування параметрів для отримання високоякісного вогнестійкого бінарного покриття золя в системі антипірену  $\text{SiO}_2$ .

Тому постає необхідність дослідження умов утворення бар'єру для теплопровідності та встановлення ефективної дії покриття з утворенням шару коксу, що дасть можливість вжити заходів для ліквідації пожежі.

Метою даної роботи є дослідження ефективності вогнестійкого засобу для текстильних займистих виробів та встановлення якості вогнезахисту.

Для встановлення вогнезахисної ефективності текстильного матеріалу використовували зразки парусинової тканини (рис. 1), які оброблювали композицією, що утворює на поверхні безбарвну плівку та здатна під дією високої температури створити на поверхні пінококсний захисний шар. Така композиція представлена покрівельним просочувальним розчином на основі суміші органічних і неорганічних речовин (суміш карбаміду і фосфорних кислот та природного полімеру). Отриману масу перемішували і наносили на зразок текстильного матеріалу у кількості 47,0...50,0 г/м<sup>2</sup>.

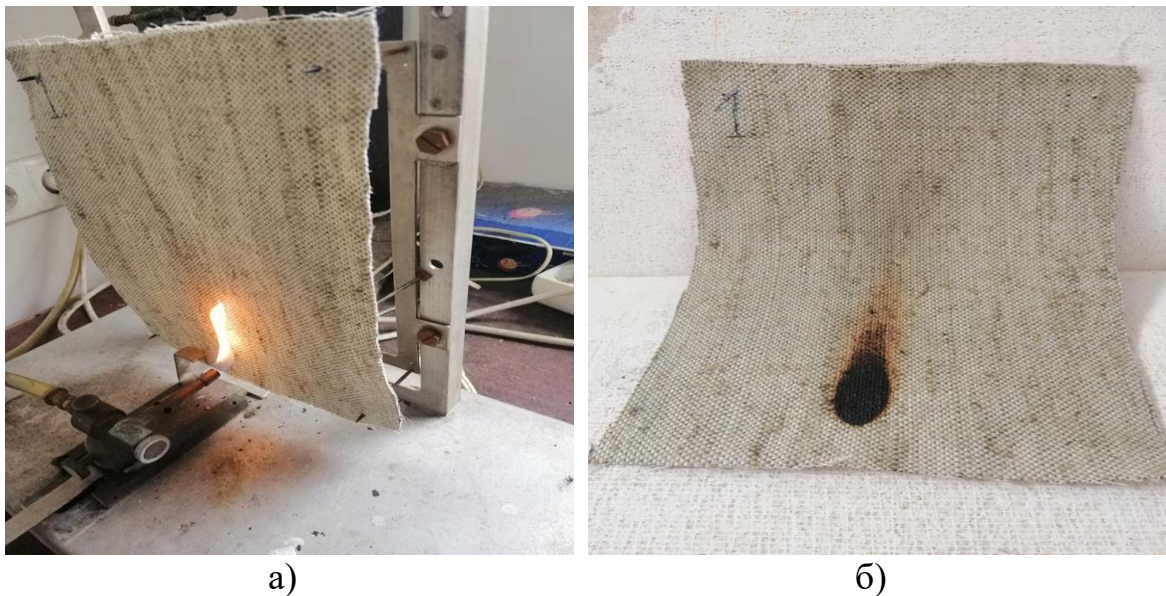


Рис. 1. Зразок для випробувань

Для проведення випробувань застосовують випробувальну установку, в якій закріплюють випробувальний зразок текстильного матеріалу (розміром 220×170 мм) і підводять газовий пальник з висотою полум'я 40 мм.

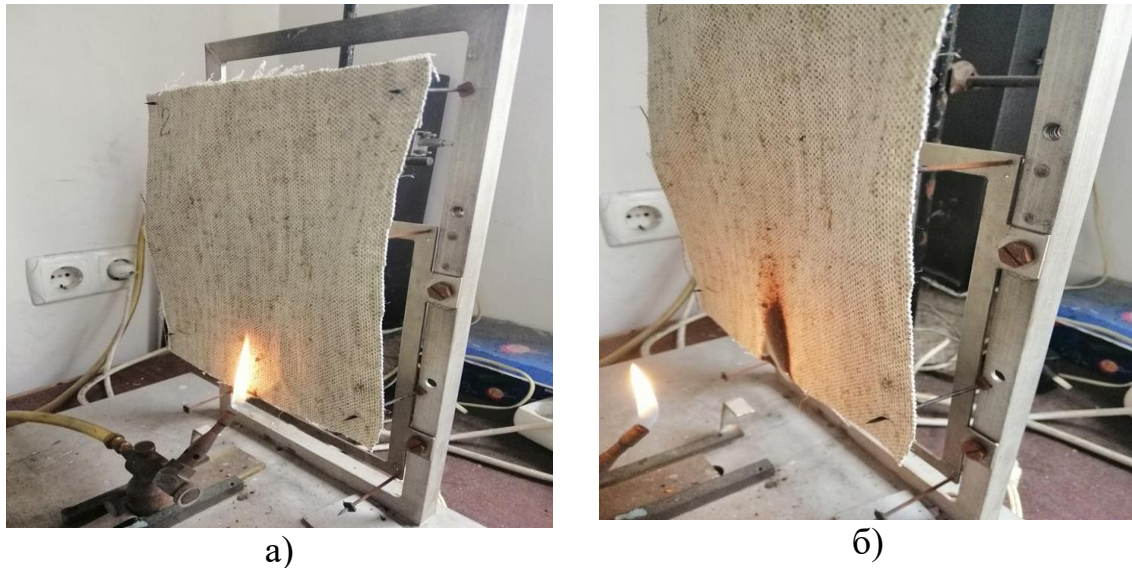
Визначення вогнезахисних властивостей текстильних матеріалів повинно здійснюватись відповідно до вимог ДСТУ 4155 [9]. Суть методу випробування на займистість полягає в оцінюванні характеристик горіння матеріалів під дією полум'я в лабораторних умовах, які контролюються. Випробування проводять з двох положень: з поверхні та з краю. Випробування з поверхні проводять під дією пальника протягом 5 сек., для цього зразок матеріалу закріплюють на шипах тримача проб, пальник встановлюють у горизонтальному положенні на 40 мм вище нижнього краю проби та присувають до проби на відстань 17 мм. За відсутності стійкого горіння випробування проводять на новій пробі не змінюючи положення пальника протягом 15 сек. Випробування з краю проводять аналогічно випробуванню з поверхні, для цього пальник встановлюють під кутом 60° таким чином, щоб полум'я торкалось нижнього краю проби. Під час проведення випробувань реєструють тривалість залишкового полуменевого горіння, прогоряння матеріалу, поширювання поверхневого спалаху та вимірюють середню довжину зугленої ділянки.

Потім було проведено випробування оброблених вогнезахисною композицією зразків текстильних матеріалів (рис. 2, 3).



**Рис. 2. Результати випробувань вогнезахисного текстильного матеріалу з поверхні: а – займання; б – результати випробувань**

Після проведення випробування з поверхні видно, що зразок текстильного матеріалу не підтримує самостійне горіння; пошкодження зразка становить не більше 50 мм.



**Рис. 3. Результати випробувань вогнезахисного текстильного матеріалу з краю: а – займання; б – результати випробувань**

Після проведення випробування видно, що зразок текстильного матеріалу не підтримує самостійне горіння не більше 5 с; пошкодження зразка становить не більше 100 мм (рис. 3). Таким чином, зразок текстильного матеріалу відноситься до важкозаймистих матеріалів.

В табл. 1 наведено результати проведених досліджень з визначення температури займистості текстильного матеріалу

*Таблиця 1*

**Результати проведених досліджень з визначення температури займистості текстильного матеріалу**

Показник пожежовибухонебезпеки згідно з [2]	Не оброблений зразок тканини		Зразок тканини, оброблений вогнезахисною композицією	
	випробування з поверхні	випробування з краю	випробування з поверхні	випробування з краю
Тривалість залишкового полуменевого горіння, с	62	68	відсутня	відсутня
Прогорання матеріалу	прогоряє	прогоряє	не прогоряє	не прогоряє
Поширювання поверхневого спалаху більш ніж на 100 мм від точки запалювання	не поширюється		не поширюється	
Середня довжина зугленої ділянки, мм	163,8	200,6	29,3	33,6
Середня маса зразків до випробувань, г	27,79	27,10	28,2	28,3

Середня маса зразків після випробувань, г	4,60	3,97	28,0	28,0
---	------	------	------	------

З табл. 1 видно, що після дії пальника на зразки вогнезахищених текстильних матеріалів природного походження (бавовна, льон) встановлено відсутність залишкового полуменевого горіння та поширення поверхневого спалаху, середня довжина звугленої ділянки становила менше, ніж вимагається згідно з [2], а втрата маси після випробувань складає менше 1,0 %. Разом з тим відмічено прогоряння тканин при випробуваннях з краю.

Експериментальними дослідженнями з визначення пожежонебезпечних властивостей текстильного матеріалу встановлено загорання необробленого зразка, натомість для вогнезахищеного – процес займання та поширення полум'я не відбувся. Гальмування процесу займання та поширення полум'я для такого зразка пов'язане з розкладом антипіренів під дією температури з поглинанням тепла та виділенням негорючих газів (азот, діоксин вуглецю), зміною напрямлення розкладу в сторону утворення негорючих газів і важкогорючого коксового залишку. Це свідчить про можливість переходу текстильного матеріалу при обробленні композицією до матеріалів, які відносяться до важкозаймистих, що не поширюють полум'я поверхнею.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Horrocks A.R. High performance textiles for heat and fire protection. High Performance Textiles and their Applications. Woodhead Publishing Series in Textiles. 2014. P. 144-175. <https://doi.org/10.1533/9780857099075.144>.
2. Tsapko Yu., Tsapko A. Modeling a thermal conductivity process under the action of flame on the wall of fireretardant reed. East European Journal Enterprise Technologies. 2018. Vol. 2. №10 (92). P. 50-56.
3. Reimers F. Protecting outdoorists from fires and fire retardants. Environmental Science and Technology. 2016. P. 1-10.
4. Krivenko P.V., Pushkarjeva E.K., Sukhanevich M.V., Guziy S.G. Fireproof coatings on the basis of alkaline silicate systems. Developments in Strategic Materials: Ceramic Engineering and Science Proceedings. 2009. Vol. 29. № 10. P. 129-142.
5. Kryvenko P., Tsapko Ju., Guzii S., Kravchenko A. Determination of the effect of fillers on the intumescent ability of the organic-inorganic coatings of building constructions. East European Journal Enterprise Technologies. 2016. Vol. 5. №10 (83). P. 26-31.
6. Ying Chan S., Si L., Lee Ka I., Fai Ng P., Chen L., Yu B., Hu Y., Yuen R.K., Xin J.H., Fe B. A novel boron-nitrogen intumescent flame retardant coating. Cellulose. 2018. Vol. 25. P. 843-857. doi: 10.1007/s10570-017-1577-2.
7. Blomqvist P., Bergstrand A., Neumann N., Thureson P., Bengtsson S. Fire safety of textile membranes in temporary structures. Proceedings 14th International Conference and Exhibition: Fire and Materials. 2015. P. 554-567.



8. Skorodumova O., Tarakhno O., Chebotaryova O., Hapon Y., Emen F.M. Formation of fire retardant properties in elastic silica coatings for textile materials. Materials Science Forum. 2020. 1006. P. 25-31.

9. ДСТУ 4155. Матеріали текстильні. Метод випробування на займистість. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 20 с.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ОРГАНІЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ ТА ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ СИТУАЦІЇ**

*Бондарчук Сергій Петрович, Бондарчук Лариса Федорівна*  
*Луцький національний технічний університет,*  
*s\_bondarchuk@ukr.net*

Актуальність дослідження полягає в тому, що в сучасних умовах водні ресурси зазнають все більшого забруднення органічними сполуками. Серед різних видів забруднюючих речовин, що потрапляють до водойм, особливе місце займають саме органічні сполуки. Тому, в даний час, важливо провести всебічну оцінку забруднення поверхневих водойм Волинської області органічними речовинами і розробити заходи з їх раціонального використання та охорони.

Органічні речовини є надзвичайно складною сумішшю органічних сполук, що змінюються за полярністю, кислотністю, щільністю заряду, молекулярною масою та здатністю до біологічного розкладання (тобто лабільна, напівлабільна, неподатлива або тугоплавка органіка).

Оскільки органічні речовини містять безліч окремих органічних сполук, їх класифікують на основі їх полярності (тобто гідрофобний або гідрофільний) і кислотно-нейтральних (основних) властивостей. Цей підхід призводить до отримання окремих фракцій органічних речовин. Класи сполук забезпечують найвищий можливий рівень специфічності завдяки кількості сполук, які можуть бути присутніми. Концентрації органічних речовин у сирій воді представляють чистий ефект гідрологічних та біогеохімічних процесів у водоймі або водоносному горизонті. Концентрація та характер органічних речовини значно відрізняються від джерела до джерела, оскільки кожне джерело води має унікальні особливості стосовно природних і антропогенних джерел надходження органічних речовин.

Ряд дослідників повідомляють про збільшення концентрації органічних речовин і зміни їх характеру після сніготанення, весняного стоку або сильного дощу. Концентрації органічних речовин можуть швидко збільшуватися в чотири-п'ять разів під час опадів чи танення снігу, які вимивають наземні органічні речовини у водойму. Найвищі концентрації можуть спостерігатися влітку та восени, коли температура вище.

Основним джерелом органічного забруднення річок є органічні речовини, отримані в результаті різноманітної діяльності людини [2,5]. Це стосується побутових та промислових стічних вод, відходів сільського господарства та тваринництва, підприємств харчової промисловості та інше. Багато токсичних органічних сполук не піддаються біологічному розкладанню або розкладаються повільно, тому вони зберігаються в екосистемі; деякі збільшуються в харчовій мережі; деякі можуть викликати рак у людей; інші перетворюються на канцерогени, коли вони реагують з хлором, який використовується для знезараження води; деякі впливають навіть на загибель риб та інших водних організмів; деякі надають воді та рибі неприємний смак або запах [3-5].

На основі визначеної мети були сформульовані завдання роботи:

- проаналізувати наявні дослідження з проблематики надходження органічних речовин у воду поверхневих водойм та їх вплив на якість води та водні організми;

- здійснити аналіз динаміки забруднення поверхневих водойм Волинської області органічними речовинами на основі моніторингових спостережень за якістю води основних водних об'єктів;

- вивчити особливості потрапляння та накопичення органічних речовин у воду поверхневих водойм у Волинській області;

- на підставі проведеного аналізу намітити шляхи поліпшення ситуації та зменшення забруднення води.

Для оцінки вмісту у воді органічних речовин не можна використати якусь одну методику та один показник якості води. Хоча численні органічні сполуки в повній мірі не можуть бути виміряні безпосередньо, існує ряд методів, які можна використовувати для визначення концентрації певних груп органічних речовин. Найбільш часто використовувані методи включають поглинання ультрафіолету та визначення хімічної (ХСК) чи біохімічної (БСК) потреби в кисні.

Для оцінки органічного забруднення в нашій країні найчастіше використовується саме показник БСК. Біохімічне споживання кисню (БСК) – це кількість розчиненого кисню, що споживають організми для аеробного розкладання органічних речовин, які містяться у воді, на свій ріст і розмноження, створення біомаси. БСК вимірюється у міліграмах кисню на кубічний дециметр ( $\text{мг O}_2/\text{дм}^3$ ).

Вся територія Волинської області розділена на дві частини – більша – водойми р.Прип'ять (басейн Дніпра) і менша - р.Західний Буг (басейн Вісли).

З метою аналізу вмісту у воді органічних речовин нами було проаналізовано значення біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) у пунктах державного моніторингу водних об'єктів на території Волинській області. Для більш детального аналізу вибрано три основні та чотири додаткові пункти спостереження за якістю поверхневих вод із вмістом органічних

речовин. Основні:

1. на р. Турія, 125 км, м.Ковель;
2. на р. Стир, 308 км, м.Луцьк;
3. на р. Західний Буг, 468 км, с. Забужжя.

Додаткові:

1. на р. Стохід, 19 км, смт. Любешів;
2. на р. Прип'ять, 616 км, с. Люб'язь;
3. на р. Прип'ять, 702 км, м. Ратне;
4. на оз. Світязь 385 км, с. Світязь.

Відповідно до методики досліджень, нами були проаналізовані тенденції щодо динаміки органічних речовин за різні часові терміни - у річному та багаторічному циклах із встановленням окремих закономірностей та тенденцій.

У ході досліджень аналізувалась річна динаміка БСК впродовж 2020 року за основними пунктами спостережень. Як виявилось, у воді р. Стир та р. Турія спостерігаються значення БСК<sub>5</sub>, які перевищують ГДК. При цьому, у воді р. Стир всі відібрані зразки цього року виявились із перевищенням ГДК. Навпаки, у воді р. Західний Буг у цей рік перевищень не виявлено, так як і не виявлено перевищення нормативних забруднень у воді додаткових пунктів спостережень.

Коли розглядався багаторічний цикл спостережень (2000-2021 р.р.), то у всіх пунктах спостережень, як основних, так і додаткових, фіксувались перевищення ГДК значення БСК<sub>5</sub>, окрім озера Світязь. Проте частота таких перевищень суттєво відрізняється. Найбільш забрудненими в цьому відношенні виявились р. Турія в районі Ковеля та р. Стир в районі Луцька, найменш забрудненими – оз. Світязь та р. Прип'ять біля м. Ратне.

На нашу думку такий стан зумовлений, як природними, так і антропогенними факторами, а також і тенденціями зміни клімату. Зокрема суттєві перевищення ГДК на р. Стир та р. Турія зумовлені істотним антропогенним забрудненням, яке утворюється на території і потрапляє з поверхневим і підземним стоком, а також скидом стічних вод у вказані річки від найбільших міст області – Луцька та Ковеля [1-2].

Дослідження вітчизняних і закордонних науковців показують, що шляхи потрапляння та накопичення органічних речовин у воді водойм є досить різноманітні. Джерела найбільшого впливу на водні об'єкти – це сільське господарство, урбанізація, промисловість, гідроелектростанції, судноплавство, видобування корисних копалин поблизу русел річок (гравій). Найбільшими точковими джерелами надходження органічних речовин в умовах Волинської області є скиди стічних вод комунальних та промислових підприємств, в складі яких міститься високі концентрації органічних речовин, що зумовлюють біохімічне споживання кисню. Перевищення БСК<sub>5</sub> у воді досліджуваних водойм свідчить про постійне «свіже забруднення» ймовірно стічними водами та так званим «фекальним забрудненням» через

неорганізоване надходження забруднень із територій населених пунктів, сільськогосподарських підприємств та угідь.

Дослідження показали, що найбільші перевищення ГДК характерні у пунктах спостережень на р. Турія (м.Ковель) та р. Стир (м.Луцьк) – від 80 до 90% всіх випадків та зумовлені істотним антропогенним забрудненням, яке утворюється на території і потрапляє з поверхневим і підземним стоком, а також скидом стічних вод у вказані річки від найбільших міст області – Луцька та Ковеля.

Проведений аналіз результатів досліджень, а також аналіз фондових матеріалів та численних публікацій на дану тематику дозволив намітити ряд основних заходів для зниження забруднення поверхневих водойм органічними речовинами в умовах Волинської області. В подальшому необхідно визначити заходи для конкретних точкових джерел забруднень та встановити можливий позитивний ефект від застосованих заходів.

З метою усунення постійного забруднення водойм органічними речовинами, що потрапляють у водойми із стічними водами після проведеного аналізу пропонується впорядкування очищення стічних вод. Для цього необхідна заміна чисто біологічного очищення в аеротенках – комбінованим біологічним із одночасним застосуванням коагулянтів, що дозволить суттєво зменшити надходження органічних речовин у поверхневі водойми Волинської області, особливо у річки Турію та Стир. Важливим також є нормативне доочищення стічних вод і недопущення скиду неочищених стічних вод, що нерідко фіксується не лише у сільських населених пунктах, а й у селищах міського типу (для прикладу у Луцькому районі – це смт.Рокині та Торчин).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бондарчук С. П., Бондарчук Л. Ф., Федонюк М.А., Мерленко І. М., Ковальчук Н. С. Особливості забруднення поверхневих водойм Волинської області сполуками азоту та шляхи покращення ситуації// Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2022. – Вип. 4 (100). – С.38-48.

2.Бондарчук С.П., Соніч І.І. Визначення антропогенного навантаження, оцінка екологічного стану території басейну річки Стир із розробкою заходів мінімізації антропогенного навантаження// Студентський науковий вісник. Серія природничі та технічні науки. Науковий збірник. Випуск 44, ч. 2. – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2021. с.39-48.

3.Бондарчук С.П., Соніч І.І. Визначення антропогенного навантаження і оцінка екологічного стану території басейну річки Західний Буг. шляхи модернізації екологічного стану та мінімізації антропогенного навантаження// Студентський науковий вісник. Серія «Природничі та технічні науки». Науковий збірник. Випуск 33 – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2019 – 230-236 с.



4. Яцик, А. В., Яцик, І. А., Гопчак, І. В. & Басюк, Т. О. Оцінка стану водних екосистем Волинської області за рівнем антропогенного навантаження. Вісник аграрної науки агроекологія, радіологія, меліорація, 10 (799), 2019, с.77-81.

5. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т. / А.В. Яцик, – К.: Генеза, 2004. – т.3 – С. 171-207.

## **СТІК НА УЩІЛЬНЕНИХ ПОВЕРХНЯХ І ЗМІНИ КЛІМАТУ**

*Буднік Світлана Василівна*

*Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського,  
svetlana\_budnik@ukr.net*

Зміни клімату, що зараз спостерігаються відбиваються на режимі формування стоку в різних ланках гідрографічної мережі. Нині, як вивченню формуванню стоку зі схилів і змиву на ущільнених поверхнях, так і можливостям нейтралізації його наслідків надається мало уваги. Хоча зміни клімату все виразніше показують збільшення кількості опадів і посилення їх ерозійного потенціалу. Власне змив на ущільнених поверхнях ускладнений, проте не слід забувати, що вода не лише механічно здатна руйнувати поверхні, але це і хімічно активна речовина, а у поєднанні з кавітацією процес руйнування проходить нестримно. Це підтверджується попередніми дослідженнями по стоку зі схилів, де виявлено, що для польової дороги вязкостне тертя виявилось провідним чинником, що визначає стік наносів і т.п. [1-2 та інш.].

Наслідки випадання інтенсивних і тривалих злив на ущільнені поверхні проявляється в затопленні вулиць, розмиві територій з природним покриттям, транспортуванню водними потоками наносів і інших предметів (деревини, автомобілів і тому подібне), що трапляються шляхом їх слідкування. В результаті є ушкодження транспортних магістралей, будівель і споруд, транспортних засобів і іншого майна, засмічення зливової каналізації, мостових переходів і тому подібне, і найсумніше – загибель людей.

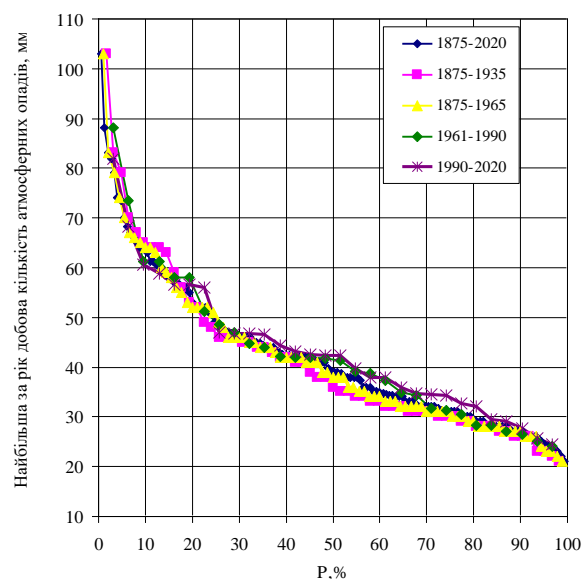
Для міста Київ, особливо останніми роками випадання дощів часто призводить до затоплення переходів в метро, утворенню потоків води в 10-20 см по основних транспортних магістралях міста і утворенні "озер" в низинах на площах іноді з фонтанами з бруду зі зливової каналізації міста.

З майже 60 річного періоду спостережень за зливами (спостереження за опадами за допомогою плювіографів 1913, 1924-1929, 1950-1980, 1993-2020 р.р.) по метеостанції Київ відомо [3], що за дощ діапазон кількості опадів складає 0,1 -76,7 мм, діапазон максимальної інтенсивності опадів - 0,00097 - 0,71 мм/хв, діапазон середньої інтенсивності - 0,00085-1,2 мм/хв, діапазон тривалості опадів - 1-2218 хв, середнє значення положення

максимуму інтенсивності опадів складає 0,39 відносних одиниць. Причому 76,7 мм випало за 849 хв, а максимальна інтенсивність в 7,1 мм/хв спостерігалася в дощ тривалістю 26 хв з кількістю опадів 15 мм. Це на практично непроникну поверхню і за наявності довгих прямолінійних магістралей, що йдуть під нахилом, тобто можливість затоплення та паралізація руху по частині міста існує. Тут ще треба зауважити, що існуюча останні часи практика приймати для проектних розробок узагальнення за 30-и річні періоди узагальнення метеорологічних величин за рекомендаціями ВМО потребує уточнень, оскільки саме ж ВМО підкреслює, що ці періоди рекомендовані в умовах недостатніх рядів спостережень й для порівнянь інформації між станціями [9-11]. Так, на рис. по місту Київ маємо ряд спостережень за найбільшою за рік кількістю опадів з 1875 р. Якщо відстежити імовірність виникнення великих та малих показників то бачимо, що неповні ряди не включають показники зі спостереженими з рідкісними імовірностями перевищень.

Інтенсивний стік і змив від злив може виникати не лише на заасфальтованих поверхнях, але і на звичайних сільськогосподарських угіддях в силу ряду фізико-хімічних причин (різниця температур опадів та поверхні, хімічного складу води опадів та порової води поверхні і т.п.).

Для регулювання змиву ґрунту на сільськогосподарських землях пропонуються системи організації території землекористування, які покликані розділити стік, що формується, на частини по водозбору і уповільнити швидкість його надходження в гідрографічну мережу, чим досягається зменшення змиву ґрунту, збільшення його вологовмісту і забезпечення рослин водою, а в результаті відвертання різкого підйому рівня води в основній річці [4-6, 8, 15 та інш.].



**Рис. Імовірність перевищень найбільшої за рік добової кількості атмосферних опадів по метеостанції Київ за різні періоди узагальнення (1875-1935- за [7], 1875 – 1965 за [14])**

На урбанізованих територіях такі системи не застосовуються. У населених пунктах організовують зливову каналізацію з урахуванням суми об'ємів дощових, талих, поливомоечних вод з водозбірної території, а також вод, що скидаються у водостік підприємствами, орієнтуючись на інтенсивність дощу тривалістю 20 хв при періоді одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу 1 рік [12-13 та інш.].

Відведення поверхневих вод передбачають, як правило, всамопливному режимі в знижені місця рельєфу, водотоки і водойми. Як показує практика останніх років, в умовах зміни клімату існуюча система відведення зливових вод явно не забезпечує виконання запланованих функцій і при інтенсивному надходженні води і наносів з водозбору може служити причиною ускладнення ситуації.

У населених пунктах окрім системи колекторів прийому стоку з поверхонь необхідно організовувати систему розділення стоку по водозбору щоб уникнути його концентрації в нижніх частинах схилів. Важливим в цій системі є вибір критерію розділення стоку на частини, на сільськогосподарських угіддях такими критеріями є: концентрація стоку до ерозійно небезпечних значень і початок розмиву схилу, на заасфальтованих поверхнях такими критеріями можуть бути: шар води на асфальті, що критично зменшує зчеплення коліс транспорту з поверхнею, перевищення об'єму води в нижній частині відрізка схилу пропускної спроможності приймального резервуару - колектору, змив з не заасфальтованих поверхонь також може виступати за такий критерій, оскільки це є причиною засмічення зливової каналізації, різниця інтенсивності дощу та інтенсивності вбирання поверхні й інш.

Система "розподілу" стоку по водозбору сприятиме уповільненню надходження стоку в місця його звичайної концентрації і тим самим знизить можливий збиток від випадання інтенсивних злив.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Будник С.В. Ливневый сток со склонов.- Житомир, Изд-во ЖГУ им.И.Франко. 2007. 184 с. <https://www.twirpx.com/file/1758015/>
2. Будник С.В. Методические рекомендации по усовершенствованию противоэрозионной организации территории на склонах. Житомир. 2009. 36 с. <https://www.twirpx.com/file/2908911/>
3. Spatio-Temporal Change of Atmospheric Precipitation on Territory of North-West of Ukraine. // Journal of Atmospheric Science Research. Vol 2. No 4. 2019. P.4. DOI: <https://doi.org/10.30564/jasr.v2i4.1564>
4. ВСН 63-76. Инструкция по расчету ливневого стока воды с малых бассейнов. М.Минстрой. 1976. 75 с.

5. Герасименко В.П. Рекомендации по регулированию почвенно-гидрологических процессов на пахотных землях/ В.П.Герасименко, М.В.Кумани Курск. 2000. 84 с.
6. Инструкция по определению расчетных гидрологических характеристик при проектировании противоэрозионных мероприятий на Европейской территории СССР. Л.: Гидрометиздат. 1979. 62 с.
7. Климатологический справочник СССР. Вып.10. по Украинской и Молдавской ССР. / Под общ. ред. Т.К.Богатырь. К. 1950. 713 с.
8. Методические указания по проектированию противоэрозионной организации территории при внутрихозяйственном землеустройстве в зонах проявления водной эрозии. - М.:Агропром СССР. - ГИЗР. - 1989. - 80 с.
9. Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм. ВМО - № 1203. Женева. 2017. 32 с.
10. Руководство по климатологической практике. ВМО № 100. 2018. 182 с.
11. Семнадцатый Всемирный метеорологический конгресс: Сокращенный окончательный отчет с резолюциями. [ВМО](#). № 1157- 836 с.
12. [СНиП 2.04.03-85](#). Канализация. Наружные сети и сооружения. М. 1986. 134 с.
13. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М ФГУП ЦПП. 2007. 56 с.
14. Справочник по климату СССР. Вып.10. Ч. 4. Влажность воздуха, осадки и снежный покров/ Под ред. Л.И.Мисюра. Ленинград: Гидрометеорологическое издательство. 1969. 696 с.
15. Указания по проектированию валов-террас при землеустройстве.- М.:МСХ СССР. 1977. 72 с.

**ЕКРАНУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ЕКОЛОГІЧНО  
ЧИСТИМИ БАГАТОШАРОВИМИ РІДКИМИ КОМПОЗИЦІЙНИМИ  
МАТЕРІАЛАМИ ГРАДІЄНТНОГО ТИПУ**

***Бурдейна Наталія Борисівна, Бірук Яна Ігорівна,***

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
[burdeina.nb@knuba.edu.ua](mailto:burdeina.nb@knuba.edu.ua), [biruk.iai@knuba.edu.ua](mailto:biruk.iai@knuba.edu.ua).*

Шкідливість впливу електромагнітних полів широкого частотного діапазону на складові екосистем доведена медиками, біологами та екологами. Електромагнітні поля та їх електрична та магнітна складові призводять до розладів роботи серцево-судинної, нервово-соматичної, ендокринної та репродуктивної систем, порушень роботи обмінних процесів шлунково-кишкового тракту, функцій головного і спинного мозку,

помітно підвищується захворювання катарактою очей тощо. В останні роки спостерігається стале підвищення електромагнітного навантаження на довкілля і виробниче середовище, тому Всесвітня організація охорони здоров'я запустила проект щодо вивчення і вирішення питань та проблем, пов'язаних з негативними наслідками електромагнітних полів широкого частотного діапазону для здоров'я. Захисту від негативного впливу з боку зовнішніх електромагнітних полів також потребують комп'ютерна техніка, електронні прилади та пристрої.

Джерелами електромагнітних полів є лінії електропередач, системи засобів бездротового зв'язку, радіотехнічні об'єкти, телевізійні станції, відкриті розподільні пристрої, станції радіолокації і радіопеленгації, радарні установки, вимірювальні прилади, елементи систем громадського транспорту, персональні комп'ютери, телевізори, дисплеї, мікрохвильові печі, холодильники тощо, а також полімерні та синтетичні покриття. Щільність розташування та різноманітність джерел викликає необхідність нових підходів до захисту від шкідливого впливу електромагнітних полів.

Екранування є найбільш ефективним засобом захисту людей від впливу електричних, магнітних та електромагнітних полів. Тому виникає потреба в проектуванні та розробленні захисних матеріалів, які екранують і поглинають електромагнітні поля широкого частотного діапазону. Питання екранування складових екосистем, а також працюючих, комп'ютерної техніки, електронних приладів та пристроїв від шкідливого електромагнітного впливу є актуальним.

На сьогодні для захисту від шкідливого впливу електромагнітних полів різних діапазонів розроблені, описані та застосовуються такі типи захисних екранів, конструкцій та матеріалів як суцільні металеві листи або панелі, провідні металеві плівки, тонкі металеві перфоровані листи або металеві сітки дротяні і листові; металополімерні матеріали, провідні пластмаси з провідним наповнювачем, перфоровані діелектричні екрани з напиленням; бавовняні тканини з мікродротом, металотекстильні матеріали, композиційних матеріалів на основі металевих та металовмісних мікро- та наноструктур з різним вмістом та дисперсністю екрануючої субстанції; рідкі металополімерні суміші тощо. Не всі практичні розробки захисних екрануючих матеріалів відповідають екологічним нормам і стандартам.

Завданням дослідження є розроблення екологічно чистих, високоефективних та зручних в експлуатації матеріалів для екранування електромагнітних полів широкого частотного діапазону. Такі матеріали, розроблені для усунення негативних факторів, таких як відходи та забруднення, вони стійкі, екологічні, низькотоксичні, легкі і мають малу вартість, є більш практичними при нанесенні на поверхні будь-якої форми з регулюванням товщини захисного шару.

Для екранування окремих приміщень та будівель в цілому від електромагнітних полів запропоновано та досліджено екологічно чисті композиційні матеріали на рідинній основі. Ефективність екрануючої поверхні забезпечується зменшенням частки енергії електромагнітного поля, що відбивається і збільшенням частки енергії електромагнітного поля, що поглинається екраном в широкомодульному діапазоні частот за рахунок його багатошаровості і градієнтності.

Для зручного нанесення захисного матеріалу на поверхні було використано такі типи фарб як водно-дисперсійна та геополімерна. Водно-дисперсійна фарба являє собою лакофарбовий матеріал, виготовлений на базі сполучних полімерів, вона абсолютно негорюча і при цьому є екологічно чистим матеріалом завдяки тому, що розбавляється не спеціальним органічним розчинником, а звичайною водою. Геополімерні фарби гарантують екологічну безпеку, оскільки не містять синтетичних домішок, забезпечують безпеку для здоров'я людини, надвисоку міцність, стійкість до впливу агресивного середовища, зміни температур.

Екрануючі суміші виготовлялися перемішуванням фарби з потрібною кількістю наповнювача. Наповнювачем, який екранує електромагнітне поле є концентрат залізної руди. Було виготовлено три типи рідких екрануючих сумішей, в яких матрицею виступають стандартні сертифіковані фарби, а в якості екрануючого наповнювача – дрібнодисперсний магнетит [1]:

- суміш № 1 – водно-дисперсійна фарба з додаванням залізородного концентрату у вагових кількостях 15, 30, 45, 60 %;

- суміш № 2 – геополімерна фарба з додаванням залізородного концентрату у вагових кількостях 15, 30, 45, 60 %;

- суміш № 3 – геополімерна фарба з додаванням суміші залізородного концентрату та GreyX у пропорції 1:1 у вагових кількостях 15, 30, 45, 60 %.

На поверхню послідовно наносили 2–3 шари сумішей. Нижній шар мав концентрацію екрануючої субстанції 60 %, верхній 30–45 %. У результаті дослідження отриманий коефіцієнт відбиття багатошарової структури не перевищував 0,1, а загальний коефіцієнт екранування був більший за сумарний коефіцієнт екранування окремих шарів.

Для двошарового покриття на основі водно-дисперсної фарби з додаванням залізородного концентрату у вагових кількостях з концентраціями 45% та 60% коефіцієнт відбиття складав не більше 0,1, а загальний коефіцієнт екранування складав 6,2–6,3. Для тришарового покриття на основі геополімерної фарби з додаванням залізородного концентрату у вагових кількостях з концентраціями 30%, 45% і 60% коефіцієнт відбиття складав 0,15–0,16, а загальний коефіцієнт екранування 11–12. Значне підвищення ефективності тришарової структури порівняно з сумарною ефективністю шарів можна пояснити додатковим розсіюванням електромагнітних хвиль на границях розділу шарів. [2].

Запропоновані захисні конструкції мають ряд переваг, оскільки дозволяють отримувати градієнти електрофізичних та магнітних властивостей з можливістю розрахункового прогнозування діелектричних та магнітних проникностей з урахуванням морфології екрануючих частинок, які закладені у коефіцієнт деполяризації.

Ефективність матеріалу визначалася попередніми розрахунками магнітних та електрофізичних властивостей кінцевого матеріалу. Магнітну проникність магнітодіелектриків обчислювали за співвідношенням Лорентца. Ефективність діелектричної проникності матеріалів визначали за співвідношенням Максвелла-Гарнета. Ефективну діелектричну проникність композиції визначали за допомогою формули Оделевського.

Спосіб захисту від шкідливого впливу електричних, магнітних та електромагнітних полів багат шаровими рідкими композиційними матеріалами градієнтного типу відрізняється екологічністю, зручністю і простотою у виготовленні і використанні екрануючого матеріалу, низькою вартістю, можливістю оброблення поверхонь великих площ і складних форм і конфігурацій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Glyva, V., Bakharev, V., Kasatkina, N., Levchenko, O., Levchenko, L., Burdeina, N., Guzii, S., Panova, O., Tykhenko, O., Biruk, Y. (2021). Design of liquid composite materials for shielding electromagnetic fields. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (111)), 25–31. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.231479>

2. Бурдейна Н.Б., Бірук, Я.І., Ніколаєв К.Д. (2023). Розроблення матеріалів багат шарової структури градієнтного типу на основі рідких композицій для екранування електромагнітних полів. *Екологічна безпека та природокористування*, 45 (1), 68–75. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2023.1.68-75>

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРА, ЩО ПРАЦЮЄ З ПЕРІОДИЧНОЮ ЗМІНОЮ НАПРЯМКУ ПОТОКУ ПОВІТРЯ

*Вакуленко Дар'я Ігорівна, Мілейковський Віктор Олександрович*  
*Київський національний університет будівництва та архітектури,*  
[vakulenko\\_di@knuba.edu.ua](mailto:vakulenko_di@knuba.edu.ua), [v\\_mil@ukr.net](mailto:v_mil@ukr.net)

Зниження енергоспоживання будівлями при їх експлуатації є головною вимогою чинних будівельних норм України. Ця вимога розповсюджується на використання енергії для опалення та охолодження приміщень або

теплової зони, регулювання вологості, гарячого водопостачання, вентиляції та освітленості [1].

Використання енергії відпрацьованого повітря є поширеною практикою у громадських та промислових будинках. У житлових будинках переважно застосовується природна витяжна вентиляція, без організованої подачі зовнішнього повітря. Це призводить до більшого навантаження на систему опалення у холодний період року та систему кондиціонування – у теплий. Більшість технічних рішень із застосуванням механічної припливної або припливно-витяжної систем вентиляції займають вагому частину житлового простору квартир. Однак, такі системи мають високу енергетичну ефективність за рахунок використання різних типів утилізаторів теплоти.

Існує варіант механічної організації повітрообміну у житлових приміщеннях, який мінімізує втручання в інтер'єр, та при цьому відповідає вимогам енергоефективності – децентралізовані компактні вентиляційні установки з регенераторами теплоти (рис. 1). Регенеративні теплообмінники різних типів набули широкого застосування у різних галузях науки і техніки. Головними перевагами регенеративних вентиляційних систем є висока ефективність, компактність та індивідуальне регулювання роботи у кожному приміщенні. Такі установки рекомендується застосовувати попарно зблоковано – це унеможливить перетікання неприємних запахів з приміщень іншого призначення. Принцип їх роботи наступний: тіло регенератора поперемінно омивається теплим та холодним потоками, завдяки своїм акумулюючим властивостям матеріал теплообмінника поглинає теплову енергію, а потім передає її.

*Метою даного дослідження є виявлення основних теплофізичних факторів, що впливають на ефективну роботу децентралізованих систем вентиляції з регенеративною утилізацією теплоти, та визначення методів удосконалення таких систем.*

Коефіцієнт ефективності роботи теплоутилізатора може бути визначений за формулою [2]:

$$E = \frac{G(T_{in} - T_{ext})}{G_{min}(T_{\ell} - T_{ext})}$$

де  $G$  – масова витрата повітря, кг/с;  $G_{min}$  – мінімальна масова витрата повітря, кг/с;  $T_{ext}$  – температура повітря, яке подається у тепловіддаючу частину теплоутилізатора, К;  $T_{\ell}$  – температура повітря, яке подається у теплоутилізуючу частину регенератора, К.

Для вирішення поставленої задачі розроблено математичну модель регенеративного теплоутилізатора на базі рівнянь Фур'є-Кірхофа та балансового рівняння теплоти [3]. Теплофізичні параметри утилізатора теплоти, що розглядається, відповідають характеристикам керамічного теплоаккумулятора провітрювача ВЕНТС ТвінФреш. Додатково було



проведено CFD-моделювання для виявлення причин зниження ефективності утилізатора теплоти [4].



Рис. 1. Провітрювачі ВЕНТС ТвінФреш Стайл [5]

У багатоповерхових житлових будинках, вітровий тиск на зовнішніх поверхнях огорожень суттєво впливає на роботу та ефективність децентралізованих систем вентиляції. Створену математичну модель теплоутилізатора [3] було модифіковано із врахуванням критерію Грасгофа, який враховував вплив гравітаційних сил [6]:

$$\begin{cases} \frac{\partial T}{\partial \tau} = \bar{a} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{5,757 \cdot d_e^{0,3} Re^{0,33} Pr^{0,43} a_{air} (T_{air} - T)}{d_e^2}; \\ \frac{1,439 \cdot d_e^{0,3} Re^{0,33} Pr^{0,43}}{d_e} (T_{air} - T) = \frac{1}{4} Pr Re \frac{\partial T_{air}}{\partial x}, \end{cases}$$

де  $T$  – температура регенератора, К;  $\tau$  – час, с;  $\bar{a}$  – середній за об’ємом коефіцієнт температуропровідності регенератора теплоти,  $m^2/c$ ;  $d_e$  – еквівалентний діаметр, м;  $Re$  – число Рейнольдса;  $Pr$  – число Прандтля повітря;  $a_{air}$  – коефіцієнт температуропровідності повітря,  $m^2/c$ ;  $T_{air}$  – температура повітря, К;  $x$  – координата вздовж осі регенератора, м.

Розбіжність отриманих за різними методами значень коефіцієнта ефективності регенератора коливається від 39,94 % до 194,2 % [6]. Має місце необхідність експериментального уточнення коефіцієнта теплової ефективності регенеративного утилізатора теплоти. Стенд для експериментального дослідження тепловіддачі в трубках різних розмірів наразі розробляється.

Дослідження виконується за підтримки ПрАТ «Вентиляційні системи».

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність / Мінрегіон України. Київ:

Укрархбудінформ, 2022. 17 с.

2. Вакуленко Д.І., Мілейковський В. О. Вплив тиску всередині та ззовні будівлі на роботу децентралізованих систем вентиляції. Енергоощадні машини і технології, Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 17-19 травня 2022 р. Київ: КНУБА, 2022. С.206

3. Мілейковський В.О., Вакуленко Д.І. Аналітичні дослідження нестационарного режиму роботи регенератора теплоти провітрювача ВЕНТС ТвінФреш. VENTS MAGAZINE. 2019. Вип.5. С.72-78.

4. Mileikovskiy V., Vakulenko D., Simulation of the efficiency of improved regenerative decen-tralised ventilators Vents TwinFresh, Construction of Optimized Energy Potential (CoOEP), Vol. 9, No 1/2020, 61-67, DOI: 10.17512/bozpe.2020.1.07

5. Провітрювачі ТвінФреш серії «Стайл» [Електронний ресурс] / Vents. – Режим доступу: <https://vents.ua/ua/series/ventilators-vents-twinfresh-style>. – дата звернення 06.04.2023.

6. Вакуленко, Д.І., Мілейковський, В.О. Моделювання ефективності теплоутилізації регенеративного провітрювача за різними підходами. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. 2022. 41, с. 32–38. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2022.41.32-38>

## **ВПЛИВ ДІЯЛЬНОСТІ ПТАХОФЕРМИ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ТА НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ**

*Василенко Наталія Миколаївна*

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

Птахівництво є дуже важливою галуззю у сільському господарстві, виробляючи продукти харчування. Але з високими темпами розвитку птахівництва стають актуальними екологічні проблеми (забруднення атмосферного повітря, утворення відходів виробництва, забруднення стоків підприємства). Дані проблеми досить гострі та потребують негайного рішення. Стічні води підприємств птахівництва негативно впливають на навколишнє середовище. У стічних водах птахофабрик містяться розчинені та зважені речовини кормів, посліду, слиз, пух, різні механічні та пиловидні речовини. Потрапляння даних стоків у водні об'єкти дуже різко погіршує якість води, яка починає неприємно пахнути, різко знижується вміст розчиненого кисню, що призводить до загноєння води [1].

Розвиток птахівництва в Україні супроводжується низкою негативних наслідків: забрудненням атмосфери пиловими викидами та емісією шкідливих газів (особливо у воєнний період); утворенням у

значних об'ємах стічних вод, які містять небезпечні забруднення (ксенобіотики та іони амонію); накопиченням твердих відходів (послідку та інших продуктів життєдіяльності птахів); мікробіологічним забрудненням довкілля та, як наслідок – погіршенням епізоотичної ситуації; вилученням значної кількості сільськогосподарських угідь під птахофабрики та їх інфраструктуру; зменшенням біорізноманіття. Погіршення стану екологічної безпеки в зоні діяльності інтенсивного промислового птахівництва вимагає розроблення системи комплексних заходів, які забезпечили б санітарногігієнічні умови утримання птиці [2].

Одним із найбільш небезпечних забруднень атмосфери та гідросфери в зоні впливу птахофабрик є виділення аміаку. Оскільки емісія аміаку відбувається на кожному етапі вирощування птиці, заходи щодо скорочення викидів також повинні бути комплексними - впродовж «азотного життєвого циклу» від підстилки у пташнику до внесення у ґрунт органічного добрива. Перспективним було б застосування на протязі всього цього азотного життєвого циклу природних адсорбентів, за допомогою яких вдалося б забезпечити фіксацію в них вільного аміаку (газова фаза) та іонів амонію (рідинне середовище).

Для досягнення ефективного очищення стічних вод на підприємстві доцільно буде використовувати установку ПРОБИО 25/600. Установка ПРОБИО 25/600 є комплексною очисною спорудою, яка поєднує в собі майже всі етапи очистки стічних вод, що є дуже ефективним в даній галузі виробництва. Стоки птахофабрики містять в собі забруднюючі речовини, кожна з яких потребує очистки на окремих установках, так як за характером вони всі різні [3]. Максимальна пропускна спроможність даної установки становить 600 м<sup>3</sup>/доб. Ефективність очистки ПРОБИО-25/600 наведено в таблиці.

*Таблиця 1*

**Ефективність очистки ПРОБИО-25/600**

Показник	До очищення	Після очищення
Завислі речовини, мг/л	10000	3
БСК, мгО <sub>2</sub> /л	15000	3
ХСК, мгО <sub>2</sub> /л	25000	30
Жири, мг/л	10000	0
Амоній, мг/л	200	0,34
Фосфати, мг/л	200	0,6



Рис. 1. Загальний вигляд ПРОБИО-25/600

Запропонована очисна система є високоефективною, технологічні рішення якої дозволяють очистити забруднені стоки на дуже високому рівні, а також скидати у каналізаційні стоки води без перевищення ГДК.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Полегенька М.А. Аналіз сучасного стану виробництва продукції птахівництва в Україні. Економіка і держава. 2019. № 3. С. 137–143.

2. Щетініна І.О., Д'яченко В.І. Значення інноваційного розвитку для птахівництва. Сучасний стан виробництва м'яса птиці в Україні та перспективи розвитку. URL: [http://avianua.com/index.php/economic\\_market\\_poultry/90-znachennya-innovatsijnogo-rozvitku-dlya-ptakhivnitstva-suchasnij-stan-virobnitstvam-yasa-ptitsi-v-ukrajini-ta-perspektivi-rozvitku](http://avianua.com/index.php/economic_market_poultry/90-znachennya-innovatsijnogo-rozvitku-dlya-ptakhivnitstva-suchasnij-stan-virobnitstvam-yasa-ptitsi-v-ukrajini-ta-perspektivi-rozvitku) (дата звернення: 17.02.23).

3. Бородай В.П., Тертична О.В., Кейван М.П., Бригас О.П., Масбер І.В., Мінералов. [Екологічна оцінка стану довкілля в зонах виробництва продукції птахівництва](#). – 2014. Журнал «Сучасне птахівництво» № 4. С. 22-25.

4. Мельник В.В. Науково-організаційні засади розвитку птахівництва в Україні другої початку ХХІ ст.: монографія. Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2019. 345 с.

*Науковий керівник: Жукова Олена Григорівна*

## МАРКЕТИНГОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ТУРИСТИЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА В КРИЗОВИХ УМОВАХ

*Ващук Анастасія Ігорівна*

*Вінницький національний аграрний університет*

**Постановка проблеми.** В кризових ситуаціях, особливо, якщо вони слідуєть одна за одною збереження функціональності економіки підприємства стає ключовою проблемою.

Під час пандемії кількість туристичних підприємств, які не змогли окупити свою роботу колосально зростає. Всесвітня туристична організація ООН (UNWTO) надала дані, що за період пандемії міжнародні подорожі здійснило один мільярд людей - тобто на третину менше, ніж 2019-го, коли кількість подорожніх становила 1,4 мільярда людей. Обвалу такого масштабу раніше ніколи не було і це торкнулося всього світу. Але це стало не останньою катастрофою нашого сторіччя, адже після цього слідувала повномасштабна війна Росії проти України. Сказати, що економіка нашої країни зазнала колосальних збитків, це сказати дуже мало. За даними експертних оцінок того, наскільки глибоким буде падіння української економіки за підсумками цього року дещо різняться, але усі вони перевищують 30%. Офіційно цієї цифри темпи падіння ВВП досягли ще у вересні 2022 року.

Фактори зовнішнього середовища без сумніву впливають на розвиток туризму та вимагають особливих маркетингових підходів, щоб зберегти туристичний бізнес. Для цього важливо включати антикризовий маркетинг.

У складні для економіки часи більшість підприємств стикаються з низкою проблем. Маркетингові бюджети стають особливо вразливими. Це той час, коли організації як ніколи сфокусовані на короткострокових результатах, а дехто думає тільки про виживання. Саме тому під час рецесії важливо пам'ятати про пріоритети маркетингу, які допоможуть не втратити можливостей та уникнути незворотних помилок. Отже, актуальною проблемою для сучасних підприємств є пошук і імплементація у практичну діяльність форм і методів управління, які в поєднанні з маркетинговими заходами змогли б запобігти кризовим явищам, а також сприяли ризикозахищеності підприємств.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Окреслена проблема є предметом дослідження багатьох вітчизняних учених, які у своїх публікаціях розглядають різні її аспекти. Дослідником А.Ю. Погребняк [1] представлений механізм антикризового управління на основі синергізму між усіма його елементами для виявлення, запобігання та подолання кризових явищ за умов дії факторів зовнішнього та внутрішнього середовища; А.М. Ткаченко, А.В. Михайленко [2] досліджували визначення категорії «антикризовий маркетинг»; К.С. Натрус, С.Ю. Хамініч [3] провели низку досліджень щодо визначення сутності маркетингових стратегій

антикризового управління, їх особливостей, видів та умов реалізації в сучасних умовах; С.В. Ковальчук [4], О.П. Старицька [5] досліджували інноваційні процеси маркетингу як об'єктивної необхідності забезпечення конкурентоспроможності підприємства. Антикризовий маркетинг розглядався в роботах Е.М. Короткова, М.М. Покровської, Е.А. Уткіна, В.І. Кошкіна, А. Амеліна, А. Блінова, Я. Лаврика, Д. Моніна та інших вітчизняних науковців та фахівців [6]. Серед зарубіжних вчених проблеми ефективності маркетингової діяльності в умовах кризи підіймалися у наукових працях Ф. Котлера, Д. Акера, П. Друкера, Х.Хершгена, Дж. Р. Еванса, Ж.-Ж. Ламбена, Т. Левитта. Варто звернути увагу на те, що серед науковців, які досліджують роль маркетингу в антикризовому управлінні підприємством, немає спільної думки щодо визначення категорії «антикризовий маркетинг». Має місце твердження, що маркетинг у кризових умовах називають «антикризовим», хоча формулювання його цілей і завдань залишається незмінним. Ми не погоджуємося з таким твердженням і вважаємо, що умови функціонування підприємств напряду корелюються із маркетинговими цілями, програмами, стратегіями. Отже, більшість маркетингових категорій, які мають місце в практичній діяльності, потребують уточнення і наукового обґрунтування.

**Мета статті.** Ми ставимо за мету як саме визначити місце маркетингу в антикризовому управлінні для туристичної агенції, дослідження ролі головних аспектів антикризового маркетингу на туристичних підприємствах; опанування складників маркетингового антикризового управління підприємствами з метою уникнення вразливості підприємства щодо кризових явищ та ліквідації їх наслідків.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В туристичному підприємстві антикризове функціонування дуже важливе, коли кризові явища фінансового, виробничого, маркетингового, кадрового характеру можуть бути мінімізовані, нейтралізовані та ліквідовані за допомогою впровадження певних заходів. Маркетинг як основний складник у системі управління включає цілу низку заходів аналітичного, стратегічного, організаційного характеру, основу яких становить комплекс маркетингу, зокрема товарна, цінова, збутова та комунікаційна політики на підставі результатів комплексного дослідження ринку та поведінки споживачів. Туристичний бізнес, наражаючись на складність ринкових механізмів, постає перед проблемою створення моделі своєї поведінки, яка б гармонізувала його діяльність на ринку. Ця модель може бути пов'язана з показниками кількісних результатів роботи, яких необхідно досягнути, або з виконанням певних заходів, наприклад, виходом на визначений ринок, розробленням нового товару тощо. Вона розробляється на підставі результатів дослідження ринку, співвіднесення тенденцій і потреб ринку з можливостями того, що туристичний бізнес може запропонувати. Маркетингові заходи являють собою комплекс заходів, які передбачають

збір і аналіз інформації з метою дослідження ринків збуту продукції та виявлення факторів попиту споживача для мінімізації ризику, з метою прийняття стратегічних рішень стосовно товарної, цінової, збутової та комунікаційної політики підприємства. Роль маркетингових заходів суттєво зростає для підприємства у кризовий період. К.С. Головач та інші зазначають, що поєднання системи заходів правового, організаційного і технічного характеру є основою антикризового управління, яке нині перебуває на стадії становлення [7]. В авторському розумінні антикризове управління повинно охоплювати всі підсистеми управління підприємством: операційну, технічну, фінансову, та особливо стратегічну, маркетингову, кадрову.

Отже, процес антикризового управління можна охарактеризувати такими ознаками, як:

- використання ресурсів підприємств за умов мобільного та динамічного реагування на зміни;
- імплементація антикризових рішень на основі програмно-цільових інтегрованих підходів;
- врахування чинника часу, особливо в процесі прийняття управлінських рішень;
- оперативне втручання у разі виникнення небезпеки кризи;
- використання якісних характеристик під час прийняття антикризових рішень.

Обґрунтовуючи стратегію, необхідно проводити аналіз, оцінку і здійснити вибір пріоритетів у маркетинговій діяльності. Варто враховувати взаємозв'язок цілей і стратегій, їхню погодженість у часі та підпорядкованість. Сьогодні з метою утримання наявних покупців, а також залучення нових споживачів для вітчизняних підприємств особливо актуальними є концепції партнерського та соціально-етичного маркетингу, пошук нових маркетингових прийомів впливу на клієнта.

В туризмі доцільно використовувати стратегію не лише розробки турів, але і орієнтування на сучасного споживача, тобто гарантувати не просто тур, а наприклад враження чи подарунок. Залучаючи не тільки класичні маркетингові стратегії, а і максимально сучасні. Даючи відпочиваючому дозвіл на повноцінний відпочинок, ніби то гарантуючи його своїми послугами. З дослідження сучасного туристичного ринку все більше людей орієнтовані на тури, які будуть задовольняти різні групи потреб, отримання нових вражень, відчуття задоволеності та відпочинку.

**Висновки.** Для збереження і зміцнення позицій туристичного підприємства застосовується антикризове управління, тобто управління за високої ймовірності ризику. Незалежно від економічного становища і стадії життєвого циклу компанії необхідно розробляти програми антикризового маркетингу. Маркетинг як функціональна підсистема управління підприємством відіграє ключову роль у системі його антикризового

управління, а маркетингова політика слугує базою для стратегічного планування всіх аспектів діяльності підприємства. У передкризовому періоді та у період кризи особлива увага приділяється розробленню ефективної антикризової маркетингової стратегії, заснованої на маркетингових дослідженнях. Вони допомагають діагностувати можливості і позиції компанії на ринку, оцінити її сильні і слабкі сторони, а також виявити можливі загрози.

Дуже важливо мати тури, які точно користуються попитом і які можливо зберегти при кризових умовах, але при цьому постійно розширювати асортимент та думати про сучасні пропозиції, в яких люди могли б відчувати можливість психологічного полегшення від тягарів кризи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Погребняк А.Ю. Сутність складових елементів механізму антикризового управління на промисловому підприємстві. Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». 2015. № 12. С. 300–310.

2. Ткаченко А.М., Михайленко А.В. Антикризова складова управління промисловим підприємством. Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії. 2013. № 4. С. 119–125. URL: [http://www.zgia.zp.ua/gazeta/evzdia\\_4\\_119.pdf](http://www.zgia.zp.ua/gazeta/evzdia_4_119.pdf) (дата звернення: 20.12.2020).

3. Натрус К.С., Хамініч С.Ю. Антикризовий маркетинг як складова стратегічного управління. Економічний вісник університету. 2016. Вип. 31(1). С. 72–79.

4. Ковальчук С.В. Антикризовий маркетинг: інноваційний аспект. Маркетинг. Менеджмент. Інновації : монографія / за ред. д.е.н., професора С.М. Ілляшенка. Суми: ТОВ «Друкарський дім «Папірус», 2010. С. 490–496.

5. Старицька О.П., Старицький Т.М. Інноваційний маркетинг як інструмент підвищення ефективності функціонування підприємств. Науково-виробничий журнал «Інноваційна економіка». 2014. №4. С. 244–250.

6. Марущак О. Я., Косар Н. С., Кузьо Н. С. Вплив кризи на маркетингову діяльність підприємств та поведінку споживачів, Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку, 2010. № 691. С. 181-188. URL: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/8609/1/29.pdf> (дата звернення 14.04.2020).

7. Головач К.С., Головач О.П., Трофімчук О.Л. Антикризові заходи та механізм їх реалізації в сільськогосподарських підприємствах. Агросвіт. 2020. № 21. С. 53-60. DOI: 10.32702/2306-6792.2020.21.53 с.55



## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В REVIT ТА ЙОГО ДОДАТКУ MY INSIGHT

*Вершкова Ю., Сопільняк А.М., Титюк А.А*

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури*

*vjylas2004@gmail.com, sopilniak.artem@365.pgasa.dp.ua,*

*tytiuk.andrii@365.pgasa.dp.ua*

Зростаюча увага до енергоефективності в будівельній галузі призвела до розробки нових технологій та інструментів, які допомагають знижувати витрати енергії та викидів в атмосферу. Це стало ключовим питанням у зв'язку з необхідністю зменшення впливу будівель на довкілля.

Один з таких інструментів - Energy Analysis в програмному забезпеченні Revit. Він дозволяє виконувати розрахунки енергоспоживання будівлі та її енергоефективності. За допомогою цього інструменту можна здійснити аналіз енергоспоживання будівлі в різні пори року та при різних умовах експлуатації.

Building Information Modeling, який використовується для розрахунку аналітичної моделі, це процес створення 3D-моделей будівель, які містять інформацію про всі елементи будівлі, цей підхід дозволяє враховувати енергетичні характеристики будівлі на ранніх етапах проектування і виявляти можливість зменшення споживання енергії одразу в програмному забезпеченні. Revit має вбудовані інструменти аналізу енергоефективності будівлі, які дозволяють виявляти проблемні зони в енергоспоживанні будівлі та розробляти стратегії для їх усунення.

My Insight, додаток до Revit, надає ще більше інструментів для аналізу енергоефективності, таких як розрахунок енергетичної ефективності, економічний аналіз і аналіз впливу на довкілля.

В програмному забезпеченні Revit можна вибирати матеріали для будівлі з бібліотеки матеріалів та змінювати їх теплотехнічні характеристики. Важливо вибирати матеріали, які мають високу енергоефективність та довговічність, також там моделюються системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, щоб визначити оптимальний варіант для енергоефективності будівлі. My Insight дозволяє аналізувати вплив різних систем на енергоспоживання будівлі та розробляти ефективніші варіанти, також він надає можливість для встановлення системи управління енергоспоживанням, що дозволяє відстежувати споживання енергії будівлею та розробляти стратегії для його зменшення.

Також в Revit можна використовуватати енергозберігаючі технології вже на етапі проектування, такі як LED-освітлення, енергоефективні вікна, сонячні панелі та інші. Додаток My Insight дозволяє враховувати внесок цих технологій у загальне споживання енергії будівлею.

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) - це стандарт для проектування і будівництва енергоефективних та екологічно чистих будівель. Revit дозволяє використовувати стандарти LEED для розробки енергоефективних будівель та виконання критеріїв, які необхідні для отримання сертифікату LEED.

Було створено декілька інформаційних моделей для розрахунку.(Рис.1)

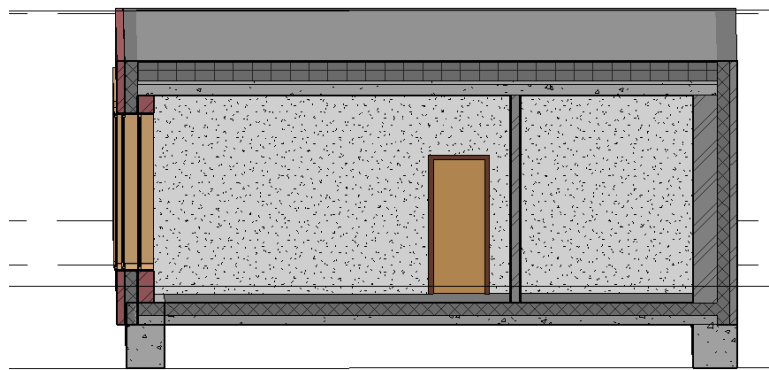


Рис. 1 Розрахункова модель будинку

З цільною стіною на південь, без вікон. З вітражними вікнами (одинарне скління , одна віконна рама) сумарною площею 25,3 м<sup>2</sup> встановленими в цегляній кладці 380мм. З двома вікнами (одинарне скління, одна рама) в цегляній кладці і в шарі утеплювача. З трьома вікнами в цегляній кладці, утеплювачі, та в кладці фасадної цегли. (Рис.2)

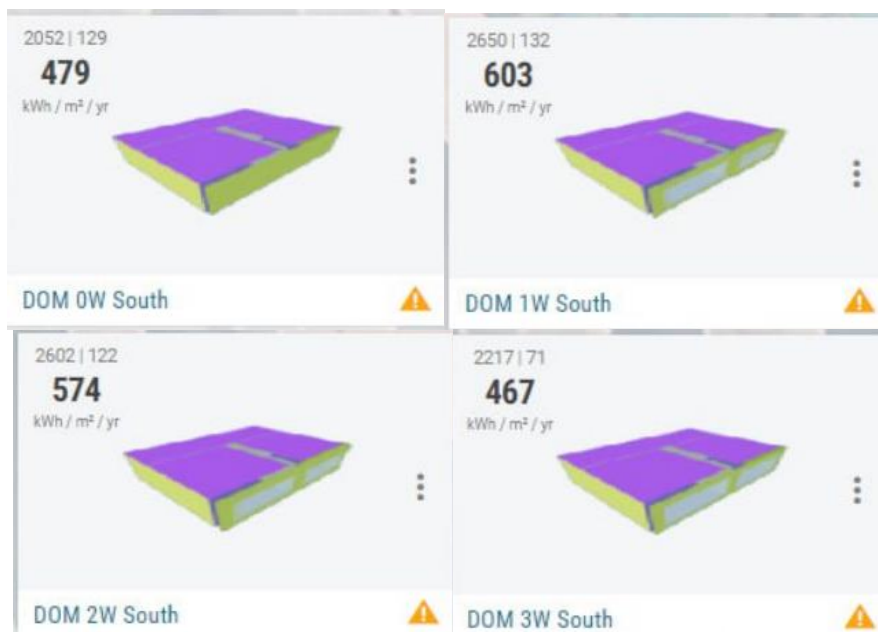


Рис. 2. Розрахункові моделі будинку

Матеріали стінових огорожуючих конструкцій (Табл.1):

Таблиця 1

Назва матеріалу	Товщина
Керамічна цегла	380мм
Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого за масою від 4,0% до 5,0 %) $\rho_0=80\text{кг/м}^3$	200мм
Облицювальна цегла	120мм

Матеріали покрівлі (Табл.2):

Таблиця 2

Назва матеріалу	Товщина
Залізобетонна плита	175мм
Ухилостворюючий шар з бетону	50мм
Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого за масою від 4,0% до 5,0 %) $\rho_0=80\text{кг/м}^3$	100мм
Рубероїд	20мм

Додаток My Insight рахує річне споживання електроенергії з урахуванням матеріалів заданих в проекті, метеорологічних даних регіону (м. Київ, Україна), типу будівлі (житлові, промислові, торгівельні центри, офіси), графіку роботи та типу ТГПВ систем, якщо вони не були створені в проекті можна обрати з переліку запропонованих.

Кількість віконних рам і склінь в значній мірі впливає на витрати електроенергії, необхідної для опалення та охолодження будинку. Якщо встановлювати віконні панелі в кожен шар стінового огородження, то це може призвести до зниження витрат електроенергії на рівні глухої стіни без вікон.

Також додаток ілюструє існуючий рівень споживання енергії, та наскільки його можна зменшити за рахунок різних конструктивних, архітектурних рішень та зміни обладнання будинку.



Рис. 3. Графіки показників EUI

Заключно можна сказати, що поліпшення енергоефективності в програмному забезпеченні Revit та його додатку My Insight може допомогти

знизити споживання енергії будівлями та зменшити витрати на опалення та кондиціонування повітря. Це має не тільки значення для збереження ресурсів планети, але й може знизити витрати для власників будівель. Використання таких інструментів дозволяє створювати енергоефективні та стійкі до змін клімату будівлі, що стає дуже важливим завданням в сучасному світі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К: Мінрегіон України, 2021.
2. Габріель І., Ладенер Х. Реконструкція будівель за стандартами енергоефективного будинку = Vom Altbau zum Niedrigenergie und Passivhaus. - С.: БХВ-Петербург, 2011. - С. 478. - ISBN 978-5-9775-0574-1.
3. "Your Home Technical Manual - 4.7 Insulation". 25 March 2012. Archived from the original on 2012-03-25.
4. "Zero Energy Homes: A Brief Primer" (PDF). Archived from the original (PDF) on 2006-08-13. Retrieved 2010-03-16.

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ АТОМНИХ РЕАКТОРІВ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ УКРАЇНИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН.

*Волошкіна О.С., Кордуба І.Б., Жукова О.Г., Цибитовський С.Ю.  
Київський національний університет будівництва і архітектури*

Негативний вплив водойм–охолоджувачів на екологічну безпеку складових навколишнього середовища та здоров'я людини розглядався в багатьох закордонних та вітчизняних джерелах [1-5 та інш.]. Одним із основних негативних факторів впливу на основні життєво необхідні при функціонуванні АЕС та фактором зниження енергетичної ефективності системи відмічається теплове забруднення. При к.п.д. сучасних АЕС який дорівнює 33–35%, близько 65% теплової енергії потрапляє в навколишнє середовище [6]. При цьому тепловий вплив водойми-охолоджувача на атмосферу за даними моніторингу фіксується протягом всього року, досягаючи висот 250–300 м і більше, простежуючись на відстані до 10 км.

Кількість та потужність працюючих енергоблоків є основним чинником, що визначає тепловий режим водойм –охолоджувачів, потужність роботи АЕС і господарського використання цих водойм. Так, за даними екологічного аудиту Південноукраїнської атомної електростанції (ПУАЕС), враховуючі охолоджувальну спроможність Ташлицького водосховища, теплове навантаження на водойму можливе лише в холодний період від трьох працюючих енергоблоків, в теплий період - двох, а в

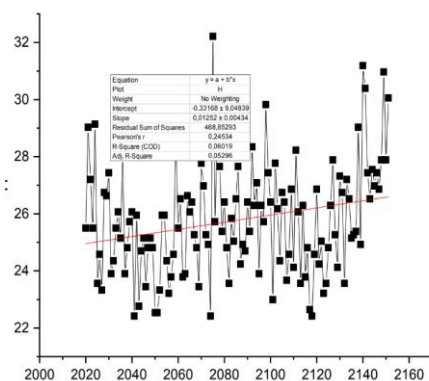
спекотні місяці потужність АЕС складає від 1500МВт до 1800 МВт (жарка декада 10% забезпеченості).

В данній роботі автори ставили за мету дослідити ефективність роботи АЕС України в залежності від температури води водойми-охолоджувача умовах кліматичних змін.

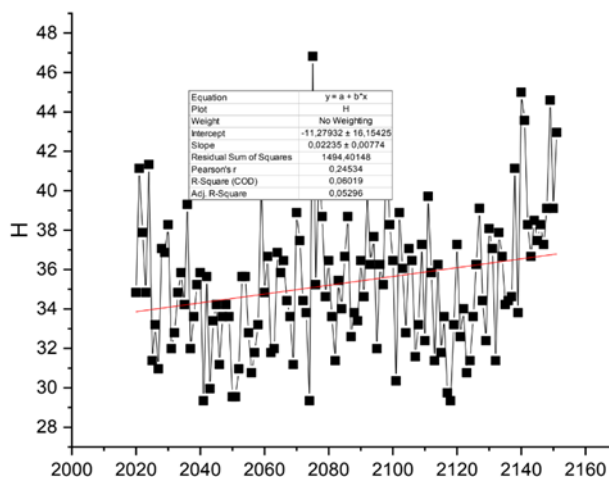
Таблиця 1

**Рівняння взаємозв'язку між температурою приземного шару повітря і водою охолодження**

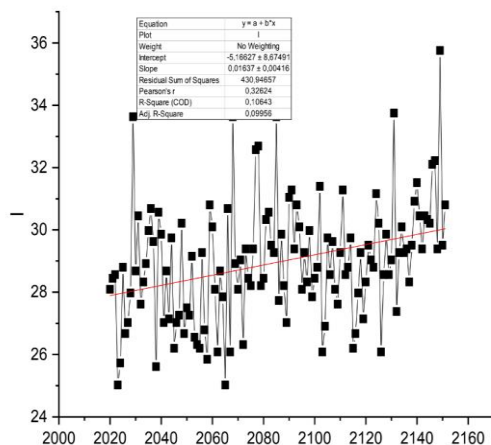
Водоймище-охолоджувач	Рівняння регресії
Каховське водосховище (ЗАЕС)	$y=1,1392x+1,4605$ , $R^2 = 0,9375$
Ташлицьке водосховище (ПУАЕС)	$y=1,6249x-34,362$ , $R^2 = 0,8278$
Нетішинське водосховище (ХАЕС)	$y=1,1801x-6,7293$ , $R^2 = 0,9408$
Р. Стир (РАЕС)	$y=1,2337x-3,9412$ , $R^2 = 0,8759$



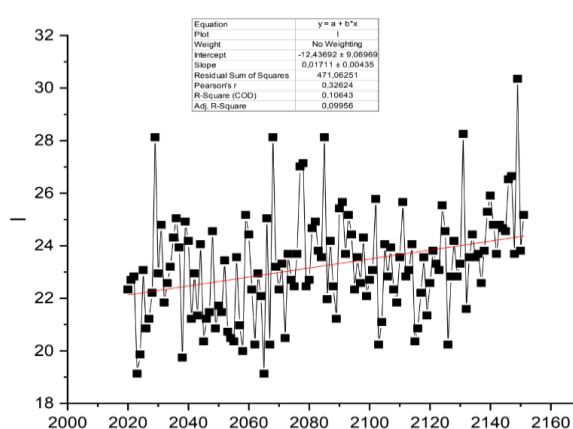
A)



B)



C)



D)

**Рис.1. Моделювання прогностичних температур води водоймищ-охолоджувачів АЕС України: А)- Каховське водосховище (ЗАС), В) – Ташлицьке водосховище (ПУАЕС), С) – Нетішинське водосховище (ХАЕС), D) - р.Стир (РАЕС).**

На основі моніторингових температурних даних водойм-охолоджувачів АЕС України в різні місяці 2020 року, як одного з найбільш спекотних років спостережень, були отримані рівняння кореляційних залежностей між температурними показниками приземного повітря та температурою води, що іде на охолодження станцій (табл.1).

На основі аналізу підвищення температурних показників атмосферного повітря за період 1881-2020 роки програмним забезпеченням OriginPro8 побудовано прогнози середньорічні та середньомісячні залежності підвищення температури повітря в центральній частині України на період до 2160 року.

На рис.1 представлена прогнозна залежність і з врахуванням даних таблиці 1, що характеризує підвищення температурних даних показників водойм-охолоджувачів працюючих атомних станцій України.

Згідно [8] зв'язок між температурою повітря і води є моделлю лінійної регресії, що і підтвердили дані наших досліджень. Витрати від випаровування значною мірою залежать від вологості і температури повітря, і зв'язок між цими факторами описано рівнянням Мохсені [9].

Для визначення вихідної потужності використовувалося рівняння (1) для відкритих систем охолодження, яке приведено в роботі [8] з практичними обмеженнями роботи реактора, таких як:максимально допустимий водозабір, максимально допустиме підвищення температури зворотної води, і, нарешті, загальна ефективність установки.

$$KW_{max} = \frac{AS_{max} * c * v * Q_{max}^F}{h * 3.6 * \left(\frac{1 - \eta_{total}}{\eta_{electrical}}\right) * (1 - \alpha) * } \quad (1)$$

Де:

$KW_{max}$  – максимальна встановлена потужність у (кВт);

$Q_{max}^F$  - потреба в охолоджуючій воді (м<sup>3</sup>);

$h$  – напрацювання годин у (год);

3,6 — коефіцієнт для перетворення кВт-год у мегаджоулі;

$\eta_{total}$  — загальна ефективність у (%);

$\eta_{electrical}$  - електричний ККД у (%);

$\alpha$  - частка відпрацьованого тепла, не відведеного охолоджувальною водою у (%);

$v$  - щільність води в (т/м<sup>3</sup>);

$c$  – питома ізобарна теплоємність води в (МДж/т К);

$AS_{max}$  –максимальне допустиме підвищення температури води охолодження в (К).

Враховуючі терміни виведення з експлуатації атомних реакторів на станціях України, для оцінки і прогнозування впливу кліматичних факторів

на температуру води охолодження у зазначених водоймах та на потужність роботи станцій достатньо було зробити кліматичний прогноз до 2050 року, але щодо використання даних моделювання для уявлення загального процесу глобальних кліматичних змін та необхідності управлінських рішень щодо переходу на реактори нових поколінь з відмовою від ставків-охолоджувачів, нами було прийнято рішення зробити часовий прогнозний термін ширше.

Отримані дані свідчать про те, що протягом кожного десятиліття значення коефіцієнта повної вихідної потужності зменшуються, і, як показали розрахунки, ці значення для умов на період до 2050 року України становлять від 0,4 за період 2022-2030 років до 0,37 за період 2031-2040 років і 0,36 за період 2041-2050 років в літні самі спекотні місяці року, коли потужність виробництва нижче. Максимальні значення з'являються взимку, коли температура низька, а отже, і виробництво електроенергії вище ( для зазначених часових періодів ці значення становлять 0,7, 0,62 і 0,59 відповідно. , а влітку, де високі температури і, відповідно, потужність виробництва нижче.

Отже, отримані дані розрахунків свідчать, що зміна клімату та глобальне потепління є ризиком виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах ядерної енергетики. Враховуючі в майбутньому очікуване збільшення попиту на електроенергію, для пом'якшення наслідків кліматичних змін в майбутньому, вже зараз країні слід приймати стратегічні рішення щодо до переходу «чистої енергетики», зокрема до відновлюваних джерел енергії, а також до технологічних рішень, які стосуються переходу до реакторів нових поколінь.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Чому атомна енергетика - брудна енергетика і не може вважатися «екологічною» - електронний ресурс . дата звернення 03.02.2023. <https://ecoaction.org.ua/atom-ne-eko.html>

2. NUCLEAR ENERGY IS DIRTY ENERGY (and does not fit into a “clean energy standard”) - електронний ресурс . дата звернення 03.02.2023. <https://www.nirs.org/wp-content/uploads/factsheets/nuclearenergyisdirtyenergy2014.pdf>

3. “Got Water,” a December 2007 issue brief from Union of Concerned Scientists. <http://www.nirs.org/reactorwatch/water/20071204ucsbriefgotwater.pdf>

4. “Licensed to Kill,” published in 2001 by NIRS, SECC and the Humane Society of the United States, which documents the environmental devastation caused by once-through cooling systems. <http://www.nirs.org/reactorwatch/licensedtokill/licensed2kill.htm>



5. “Water Dependency of Energy Production and Power Generation Systems,” Virginia Water Resources Research Center, Virginia Tech University, July 2009. [http://www.nirs.org/reactorwatch/water/sr46waterdepend\\_ency.pdf](http://www.nirs.org/reactorwatch/water/sr46waterdepend_ency.pdf)

6. С. Плачкова. Загальні відомості про атомну енергетику, радіоактивність та вплив АЕС на навколишнє середовище. Видання «Енергетика: історія, сучасність і майбутнє» - <http://energetika.in.ua/ua/books/book-5/part-3/section-3/3-1> (електронний ресурс)

7. ЗВІТ про екологічний аудит енергоблоків ЮУ АЕС. Електронний ресурс. Дата звернення 06.03.2023 - <https://docplayer.net/59596636-Zvit-pro-ekologichniy-audit-energoblokov-yuu-aes.html>

8. Climate Change Impact on Nuclear Power Production 9/23/2020 <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/344707/masterthesis-abdallahabashy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

9. Mohseni, O., Stefan, H., & Erickson, T. (1998). A nonlinear regression model for weekly stream temperatures. WATER RESOURCES RESEARCH, 2685-2692

## **ГЛОБАЛЬНА ЗМІНА КЛІМАТУ ЯК ОДИН ІЗ НАЙБІЛЬШИХ ВИКЛИКІВ ЛЮДСТВУ ХХІ СТОЛІТТЯ**

*Воронкова Валентина Григорівна, Нікітенко Віталіна Олександрівна*  
*Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні Запорізького*  
*національного університету*  
*[valentinavoronkova236@gmail.com](mailto:valentinavoronkova236@gmail.com), [vitalina2006@ukr.net](mailto:vitalina2006@ukr.net)*

*Актуальність дослідження теми у тому, що з економічним розвитком світу навколишнє середовище погіршується з кожним днем, особливо забруднення повітря, води та океану стає дедалі серйознішим. Виживання диких тварин і рослин переживає кризу, а надмірна експлуатація лісів і корисних копалин створила велику загрозу для виживання та розвитку людини. Зміна клімату є глобальною проблемою і має безпрецедентний вплив на всю земну кулю, так як зміни погодних умов загрожують виробництву продуктів харчування, а підвищення рівня моря підвищує ризик катастрофічних повеней. Адаптація до цих впливів у майбутньому буде складнішою та дорожчою, якщо не вжити термінових заходів зараз. Глобальна зміна клімату є одним із найбільших викликів, які постали сьогодні перед людством 21 століття. Широкомасштабне використання людьми вуглецевої енергії, такої як вугілля та нафта, задовольняє різноманітні потреби, тоді як супутня глобальна зміна клімату постійно наближається до межі пропускну здатності Землі. Вся планета зараз знаходиться у кризовому стані, особливо коли справа доходить до вирішення проблеми зміни клімату. Безсумнівно, країни та уряди повинні*



взяти на себе відповідальність за виживання людства вже сьогодні. Зміна клімату та перехід до низьковуглецевого клімату – дві сторони однієї медалі. Це питання - кліматичне, політичне, технічне, економічне, екологічне, соціальне, етичне та виклик безпеки.

Основою вирішення цієї проблеми є Кіотський протокол, що є юридично обов'язковим і вимагає від розвинених країн-учасниць дотримуватись цільових показників скорочення викидів. Перший період зобов'язань Кіотського протоколу - з 2008 по 2012 рік, другий - з 1 січня 2013 по 2020 рік. На даний момент існує 198 сторін Конвенції про зміну клімату та 192 сторони Кіотського протоколу. У 2015 році в Парижі відбулася 21-а сесія Конференції сторін Конвенції про зміну клімату. Сторони досягли угоди щодо боротьби зі зміною клімату, прискорення дій та інвестицій, необхідних для створення сталого, недорогого вуглецевого майбутнього. Паризька угода вперше об'єднує всі країни для досягнення однієї мети, докладаючи сміливих зусиль для боротьби зі зміною клімату та адаптації до її наслідків, з більшою підтримкою країн, що розвиваються. Паризька угода намічає новий курс глобальної кліматичної роботи, головною метою якої є посилення глобальної реакції на загрозу зміни клімату, утримання підвищення глобальної температури в межах 2°C порівняно з доіндустріальним періодом, прагнення обмежити зростання температури до 1,5°C.

У сучасному суспільстві рідко існує така всеохоплююча тема, яка б стосувалася благополуччя та безпеки всіх людей. Це не лише об'єднує безпрецедентний тиск і катастрофи, але й створює безпрецедентні можливості та мотивацію для змін. Країни з великим викидом вуглецю повинні вживати активних заходів для боротьби з викидами парникових газів. З точки зору стратегії, створити стратегічну основу для сталого розвитку, наполегливо працювати над збереженням енергії та скороченням викидів, енергійно коригувати та оптимізувати енергетичну структуру. З точки зору технологій, розвивати енергозберігаючі технології, відновлювані джерела енергії та нові енергетичні технології, чисту та ефективну технологію використання викопної енергії; зменшити вартість чистої енергії та підвищити застосовність нової енергії. Завдяки повному впровадженню наукових розробок буде досягнуто кінцевої мети контролю за зміною клімату.

Парникові гази, спричинені діяльністю людини, - це природні гази, які блокують частину сонячного світла, зберігаючи Землю достатньо теплою для життя та життєво важливими для виживання людей і мільйонів інших видів. Однак після більш ніж 150 років індустріалізації, вирубки лісів і великомасштабного сільського господарства кількість парникових газів в атмосфері зросла до рівня, якого не було за три мільйони років. Із зростанням чисельності населення, економічним розвитком і підвищенням рівня життя зростає і загальна кількість викидів парникових газів.

Концентрація парникових газів в атмосфері Землі безпосередньо впливає на глобальну середню температуру. Найпоширеніший парниковий газ в атмосфері, вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ), на частку якого припадає приблизно дві третини його загальної кількості, в основному утворюється при спалюванні викопного палива. Останнім часом масштаби змін у всій кліматичній системі та стан багатьох аспектів кліматичної системи не спостерігалися протягом століть чи навіть тисячоліть.

Зміна клімату, спричинена діяльністю людини та екстремальними погодними та кліматичними умовами у різних регіонах земної кулі, привели до багаточисленних спек, сильних опадів, посух та тропічних циклонів. Приблизно 3,3-3,6 мільярда людей живуть у середовищах, які вразливі до зміни клімату. Якщо глобальна температура короткочасно перевищить  $1,5^\circ\text{C}$  протягом наступних десятиліть і далі, багато людських спільнот і природних екосистем зіткнуться з додатковими значними ризиками порівняно з утриманням нижче  $1,5^\circ\text{C}$ . Зменшення викидів парникових газів у всьому енергетичному секторі потребує значних змін, включаючи різке скорочення використання викопного палива, впровадження джерел енергії з низьким рівнем викидів, перехід на альтернативні джерела енергії та підвищення енергоефективності та збереження енергії. Існують тривожні докази того, що екосистеми та кліматична система Землі досягли або навіть пройшли важливі переломні точки, що потенційно може призвести до незворотних змін [1].

Різноманітні екосистеми, такі як тропічний ліс Амазонки та арктична тундра, можуть зазнати різких змін через потепління та посуху. Обмеження глобального потепління до  $1,5^\circ\text{C}$  вимагатиме швидких і далекосяжних трансформацій у землі, енергетиці, промисловості, будівлях, транспорті та містах. До 2030 року глобальні чисті антропогенні викиди вуглекислого газу повинні бути скорочені приблизно на 45% порівняно з рівнями 2010 року, а приблизно до 2050 року – чисті нульові викиди. Це означає видалення вуглекислого газу з повітря, щоб збалансувати залишкові викиди. Причинами зміни клімату можуть бути природні внутрішні процеси, або зовнішній вплив, або антропогенні стійкі зміни складу атмосфери та землекористування. Зміни клімату, спричинені діяльністю людини, яка прямо чи опосередковано змінює склад глобальної атмосфери на додаток до природних змін клімату, спостерігаються протягом значного періоду часу.

Парниковий ефект є загальною назвою для ефекту теплоізоляції атмосфери, причиною глобальних змін клімату. На Землі існує близько десяти видів парникових газів, найпоширенішим і найважливішим є водяна пара, на яку припадає близько 60-70% загального парникового ефекту. Основним носієм активності є чисто природний ефект. Крім того, вуглекислий газ, метан, закис азоту, перфторвуглеці і гексафторид сірки є шістьма основними парниковими газами. Серед них вуглекислий газ становить 26% загального парникового ефекту і є найважливішим

парниковим газом. Вуглекислий газ залишається в атмосфері до 200 років. Навіть якщо ми припинимо викиди вуглекислого газу в атмосферу сьогодні, парниковий ефект, створений попереднім викидом вуглекислого газу, триватиме приблизно 200 років. Вуглекислий газ є носієм і продуктом різноманітної природної діяльності на землі, продуктом виробничої діяльності людини [2].

Після промислової революції масштаби людського виробництва досягли безпрецедентного рівня, а природне середовище зазнало значних змін. Основою майбутнього міжнародного кліматичного режиму є те, як обмежити викиди парникових газів. Останніми роками все більше країн усвідомлюють, що суспільство, здатне до сталого розвитку, має бути суспільством, яке може задовольняти соціальні потреби, не ставлячи під загрозу майбутнє поколінь. Зміна викопної енергії з високим вмістом вуглецю, чистою енергією, наскільки це можливо, є принципом, якого слід дотримуватися в енергетичному будівництві. Ми є не лише жертвами історичного забруднення інших країн, але повинні боротися за право на розвиток сьогодні, і водночас взяти на себе відповідальність за виживання людей завтра.

Енергійний розвиток нових технологій використання енергії та відновлюваної енергії стане важливим заходом для зменшення забруднення навколишнього середовища. Проблеми енергетики є світовими, період переходу на нові джерела енергії рано чи пізно настане. Усі високорозвинені економіки, якими сьогодні користуються розвинені країни, пройшли через процес високих викидів вуглекислого газу. На даний момент майже 90% світового споживання первинної енергії залежить від трьох основних викопних джерел енергії: нафти, вугілля та природного газу. Проте 70% споживання первинної енергії залежить від вугілля, яке сильно забруднене та викидає багато вуглецю, і енергетичну структуру потрібно терміново скоригувати.

На даний момент викопна енергія є найбільшим джерелом енергії, займаючи абсолютне домінуюче положення в енергетичній структурі. Для того, щоб ефективно контролювати викиди забруднювачів повітря тепловими електростанціями, Китай прийняв низку важливих заходів, таких як розробка чистих технологій виробництва електроенергії, зменшення споживання вугілля для виробництва електроенергії, усунення застарілих виробничих потужностей, посилення енергозбереження та скорочення викидів, закриття малих теплових енергоблоків та сприяння реструктуризації електроенергетики досягли значних результатів. Використання енергії вітру, особливо для прибережних островів, віддалених гірських районів із незручним транспортом, луків і пасовищ із великою територією та малонаселеними територіями, а також сільських районів і кордонів, віддалених від електромережі, має велике значення як надійний спосіб вирішення виробництва та живої енергії.знач. На даний

момент серед нових видів енергії, які можна використовувати у великих масштабах і які визнані міжнародним співтовариством, сонячна енергія вважається найідеальнішою новою енергією, яка стала найкращою заміною вуглецевій енергії.

Переваги використання сонячної енергії:

1. Універсальний характер: сонячне світло не має географічних обмежень, його можна безпосередньо виробляти та використовувати, його не потрібно видобувати та транспортувати.

2. Захист навколишнього середовища: використання сонячної енергії не забруднює навколишнє середовище, це одне з найчистіших джерел енергії, яке надзвичайно цінне в умовах сучасного все більш серйозного забруднення навколишнього середовища.

3. Відновлювана енергія: сонячне випромінювання, яке щорічно досягає земної поверхні, приблизно еквівалентно теплу, яке утворюється в результаті повного спалювання 130 трильйонів тонн стандартного вугілля. Його загальна кількість є найбільшим джерелом енергії, яке сьогодні можна виробити в світі.

4. Довгостроковий характер: згідно з оцінкою поточної швидкості ядерної енергії, виробленої Сонцем, запасів водню достатньо для десятків мільярдів років.

Але сонячна енергія має і свої недоліки:

1. Розсіювання: хоча загальна кількість сонячного випромінювання, що досягає земної поверхні, велика, щільність потоку енергії дуже низька. Тому при використанні сонячної енергії, якщо ви хочете отримати певну потужність перетворення, вам часто потрібен набір обладнання для збору та перетворення з відносно великою площею, вартість якого є відносно високою.

2. Нестабільність: через обмеження природних умов і впливу погодних та інших факторів більш складно застосувати широкомасштабне використання сонячної енергії. Для того, щоб сонячна енергетика нарешті стала альтернативним джерелом енергії, здатним конкурувати з традиційними джерелами енергії, необхідно вирішити проблему накопичення енергії, яке на даний момент є однією зі слабких ланок утилізації сонячної енергії.

3. Висока ефективність і низька вартість: на поточному рівні розвитку використання сонячної енергії деякі аспекти є теоретично можливими та технічно зрілими. Однак деякі пристрої для утилізації сонячної енергії мають низьку ефективність і високу вартість, економічно не можуть конкурувати зі звичайними джерелами енергії. Протягом значного періоду часу в майбутньому подальший розвиток використання сонячної енергії буде обмежений економікою.

Що стосується перспективи виробництва сонячної енергії, хоча вартість цієї технології наразі відносно висока, зі зрілістю технології

вартість виробництва сонячної енергії буде знижена до рівня, який можна популяризувати на великого масштабу, що забезпечить практичний шлях для розвитку економіки з низьким вмістом вуглецю. Зміна клімату загрожує нашій здатності забезпечити глобальну продовольчу безпеку, викоринити бідність і досягти сталого розвитку. Потрібно, щоб усі державні та приватні фінансові установи раз і назавжди вибрали зелену економіку. Глобальні викиди парникових газів могли встановити новий рекорд у 2021 році, але зобов'язання різних країн були обмеженими. Очікується, що скорочення викидів парникових газів у 2030 році становитиме менше ніж 1%, що недостатньо. Окрім поточної політики, до 2030 року необхідно скоротити викиди на 45%, щоб обмежити глобальне потепління до 1,5°C [3]. Виходячи з поточної політики, глобальне потепління сягне 2,8°C до кінця цього століття, і людство прямує до глобальної катастрофи. Від руйнівних повеней у Пакистані до зростаючої нестачі води в Центральній Азії, наслідки зміни клімату дуже різноманітні. Програма Центрально-Азіатського регіонального економічного співробітництва (CAREC) націлена на зміцнення регіонального співробітництва, щоб допомогти регіону перейти до енергетики з низьким вмістом вуглецю та створити стійкість до стихійних лих, спричинених кліматом. Програма CAREC – це партнерство 11 країн із членами з Центральної Азії, Південної Азії та Кавказу, Монголії та Китайської Народної Республіки. Його ініціативи включають співпрацю у розвитку чистої енергії, управління водними ресурсами, готовність до ризиків стихійних лих і реагування на них. Тому важливою є спільна робота країн для ефективного пом'якшення та адаптації країн до зміни клімату. Так, CAREC збирається розпочати дослідження, щоб окреслити основні проблеми зміни клімату, і визначити потенційні сфери співпраці. Крім того, площа льодовика в Центральній Азії скоротилася через зміну кліматичних умов за останні 50–60 років. Танення снігового покриву у поєднанні з посиленням погодних і кліматичних явищ спровокували низку стихійних лих, таких як повені та зсуви, крім того, частота та інтенсивність стихійних лих зростає.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ернст Ульріх фон Вайцекер, Андерс Війкман. *Come On! Капіталізм, недалекоглядність, населення і руйнування планети. Доповідь Римському клубу/ переклад з англ. Ю. Сірош; за наук. ред. В. Вовка, В. Бутка. Київ : Саміт-Книга, 2019. 276 с.*

2. Макстон Грем, Рандерс Йорген. *У пошуках добробуту. Керування економічним розвитком для зменшення безробіття, нерівності та змін клімату. Доповідь Римському клубу / пер. з англ. Катерина Гуменюк та Яна Сотник. Київ: Пабулум, 2017. 320 с*

3. Медоуз Донелла, Рандерс Йорген, Медоуз Денніс. Межі зростання. 30 років потому/ за наук. ред. Віктора Вовка. Київ : Пабулум, 2018. 464 с.

## **ЕКОСИСТЕМИ ВОДОЙМ ТА СТІЙКІСТЬ ЕКОСИСТЕМ ПЛАНЕТИ**

*Гайдабура Євгеній Ігорович, Летченко Артем В'ячеславович,  
Кормільцин Олександр Віталійович, Тумак Віктор Сергійович,  
Журавська Наталія Євгенівна*

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
nzhur@ua.fm*

На Генеральній Асамблеї ООН, у 1972 р. було запроваджено новий орган - Програму ООН з охорони навколишнього середовища (UNEP). Сьогодні ООН є багатоцільовою універсальною міжнародною організацією. Одним з головних органів ООН є Економічна і соціальна Рада (ЕКОСОП). У числі регіональних комісій ЕКОСОП заслуговує на увагу, передусім, робота Європейської економічної комісії (ЄЕК). В її складі спеціальний орган по навколишньому середовищу із старших радників країн ЄЕК. Цей орган координує екологічну діяльність комітетів ЄЕК, заздалегідь розглядає питання охорони навколишнього середовища на своїх засіданнях і розробляє рекомендації сесії ЄЕК. Пріоритетними екологічними проблемами ЄЕК є впровадження маловідходних і безвідходних технологій, оцінка впливу на оточуюче середовище, тваринного світу суші, боротьба з трансграничним забрудненням та охорона екосистем [1].

Згідно з визначенням, екосистема - головна функціональна одиниця в екології, єдиний природний комплекс, утворений живими організмами та середовищем існування, у якому живі та неживі компоненти пов'язані між собою обміном речовин, енергією та інформацією [2]. Основною функціональною одиницею біоекології є екосистема. Цей термін вперше був введений англійським біологом А. Тенслі в 1935 р. Система - це впорядковано взаємодіючі і взаємопов'язані компоненти, що утворюють єдине ціле, тому екологічна система - складна ієрархічна структура організованої матерії, в якій при об'єднанні компонентів в більші функціональні одиниці виникають нові якості, що відсутні на попередньому рівні; є єдиним стійким природним комплексом живих організмів і природного середовища, в якому вони існують; відкритою термодинамічною системою, що існує за рахунок надходження з навколишнього середовища енергії та речовини і має здатність до саморозвитку та саморегуляції. Збереження екосистем водоймів є важливою складовою загальної стійкості екосистеми планети [1]: по-перше допомагають зберігати біологічну різноманітність; забезпечують чисту воду та допомагають знижувати вплив людської діяльності на довкілля. Негативні впливи на екосистеми водоймів можуть мати серйозні наслідки

для інших екосистем на землі, таких як забруднення води, зменшення рибних запасів та погіршення якості ґрунту. По-друге, прісна вода є дорогоцінним ресурсом на поверхні Землі, якої зараз лише 2,5 % від загального обсягу, це питання є дуже важливим та глобальним, з умовою події, які існують зараз у нашій країні впливають на погіршення екосистеми водойм (погодні умови (різке потепління, тепла зима, посушливе літо, що призвело, до того, що в річках рівень води впав майже на 7 метрів)), війна (внаслідок військових дій та спричинених ними техногенних забруднень, руйнування мостів, дамб та берегової лінії, отруєння нафтопродуктами та важкими металами, багато невеликих річок та ставків України зазнали патологічного впливу на біорізноманіття). За даними Міністерства оборони, за 20 днів військового вторгнення росії на територію України було запущено близько 900 ракет різного калібру та типу. Ворог атакує як цивільні об'єкти, так і військову інфраструктуру — аеропорти, сховища боєприпасів у Краснопіллі, Кривому Розі, Дніпрі та Житомирі, аеродроми та їх паливні цистерни в Гостомелі, Чугуєві, Чорнобаївці, Мелітополі, Івано-Франківську, Миколаєві, також військово-морські об'єкти. Проте переважна більшість обстрілів припадає на населені пункти та об'єкти промисловості в них. Під час детонації ракет та артилерійських снарядів утворюється низка хімічних сполук: чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>), водяна пара (H<sub>2</sub>O), бурий газ (NO), закис азоту (N<sub>2</sub>O), діоксид азоту (NO<sub>2</sub>), формальдегід (CH<sub>2</sub>O), пари ціанистої кислоти (HCN), азот (N<sub>2</sub>), а також велика кількість токсичної органіки, окислюються навколишні ґрунти, деревина, дернина, конструкції.

Під час вибуху всі речовини проходять повне окиснення, а продукти хімічної реакції вивільняються в атмосферу. Основні з них — вуглекислий газ і водяна пара — не є токсичними, а шкідливі в контексті зміни клімату, оскільки обидва є парниковими газами. В атмосфері оксиди сірки та азоту можуть спричинити кислотні дощі, які змінюють рН ґрунту та викликають опіки рослин, до яких особливо чутливі хвойні. Кислотні дощі мають негативний вплив і на організм людини, інших ссавців та птахів, впливаючи на стан слизових тканин та органів дихання. Металеві уламки снарядів, що потрапляють у довкілля, також не є безпечними та цілковито інертними. Чавун із домішками сталі є найбільш поширеним матеріалом для виробництва оболонки боєприпасів та містить у своєму складі не тільки стандартні залізо та вуглець, а й сірку та мідь. Ці речовини потрапляють до ґрунту і можуть мігрувати до ґрунтових вод і в результаті потрапляти до харчових ланцюгів, впливаючи і на тварин, і на людей. У менших масштабах (але з більшою різноманітністю впливів) джерелом забруднення є також згорілі танки, транспортні засоби, збиті літаки та інші залишки бойових дій (рис. 1). По-третє, збереження екосистем водойм допомагає підтримувати стійкість біосфери в цілому, оскільки вони є важливими місцями збереження біорізноманітності та взаємодії різних видів. Крім того, вони

забезпечують екосистемні послуги, такі як очищення води, регулювання повеней та забезпечення рибальства та рекреаційних можливостей, що є важливими для забезпечення економічного розвитку та забезпечення благополуччя людей.



**Рис. 1. Залишки боєприпасів внаслідок обстрілів у Миколаївській області (хімічне забруднення екосистем від обстрілів і ракет), Джерело фото: ДСНС**

Можна констатувати, що практично всі водні ресурси в останні роки інтенсивно забруднюються внаслідок збільшення впливу антропогенних чинників: безсистемна господарська діяльність з порушенням допустимих меж освоєння територій, надмірна інтенсифікація використання природних ресурсів, замулення, забруднення та заростання річок, а також недотримання режиму обмеженого господарювання на прибережних захисних смугах. А найперше водні ресурси страждають від забруднення промисловими та комунальними [1] стоками, які містять важкі метали, органічні та бактеріологічні забруднювачі (рис. 2). На думку фахівців, таке безвідповідальне ставлення до природних ресурсів (рис. 3) [2] пояснюється низьким рівнем екологічного світогляду та відсутністю почуття відповідальності за стан навколишнього середовища.



**Рис. 2. Забруднена водойма**

«При потраплянні у водойми біогенних речовин, таких як фосфор і азот, відбувається інтенсивне розмноження водоростей, особливо синьо-зелених, які в процесі свого біологічного розвитку зменшують вміст кисню у воді, утворюють токсичні речовини і викликають масову загибель



гідрофауни. Прісна вода стає непридатною для пиття і небезпечною для життя. Саме тому київські міські пляжі кожного року закривають для відвідувачів», - розповідає голова Всеукраїнської екологічної ліги (ВЕЛ) Тетяна Тимочко [2]. Внаслідок високої температури водойми починають заростати. Через те, що ліквідацією цих проблем ніхто не займається, та й шляхів її вирішення влада поки не бачить, усі рослини у воді просто перегнивають, тим самим псуючи якість води.

Крім того, однією з найбільших проблем є погана якість очищення стічних вод. Разом з ними з підприємств у річки та озера потрапляють важкі метали та пестициди. Найчастіше останні потрапляють у прісну воду через те, що підприємства промивають тару з-під отрутохімікатів, а після цього неочищену воду зливають у річки. Яскравим прикладом такого халатного ставлення до відходів є багаторазове отруєння річки Коник (у Голосіївському районі столиці). Нещодавно Держспоживслужба провела чергове дослідження річки і було виявлено «триразове перевищення норм по інтенсивності запаху, колір води в річці - жовто-рожевий, показники марганцю теж показали перевищення в 4 рази». «Фосфати, які потрапляють зі стічними водами до очисних каналізаційних споруд біологічного типу, в концентрації більше 5 г/т, майже цілком пригнічують біологічні функції мікроорганізмів активного мулу і, таким чином, руйнують очисні споруди і надходять до природного середовища неочищеними», - наголошує Тетяна Тимочко [2].



Рис. 3. Забезпечення водними ресурсами кожної області України

Водні екосистеми також впливають на клімат та здоров'я населення - забезпечують випаровування води, яке впливає на регулювання температури повітря та вологості в атмосфері, ризика повеней та можуть забезпечувати зменшення забруднення повітря для здоров'я населення.

Охорона водних екосистем є важливим завданням для України. Для цього необхідно забезпечити ефективний контроль за забрудненням води, використанням водних ресурсів та збереженням біорізноманіття. Також

важливим є підтримка створення спеціальних заповідників, національних парків та інших територій охорони природи, де зберігаються унікальні види рослин та тварин, що живуть в водоймах, екосистеми водойм України мають велике значення для забезпечення екологічно стійкого розвитку країни, тому потребують уваги та захисту з боку уряду, громадськості та всіх громадян. Водні екосистеми також пов'язані з іншими екосистемами через кругообіг поживних речовин - азот і фосфор, які знаходяться в ґрунті та відкладах, можуть переноситися водою та транспортуватися до інших екосистем, де вони використовуються рослинами та іншими організмами. Водні екосистеми, такі як річки, озера, болота та водні маси взагалі, є важливими елементами водного циклу та екосистемної взаємодії. Ці екосистеми можуть бути джерелом поживних речовин, таких як азот та фосфор, для інших екосистем, таких як ліси або поля [1-3]. Важливо зберігати рівновагу поживних речовин у водних екосистемах та управляти використанням добрив і контролювати забруднення водних джерел, щоб зберегти екосистему в цілому. Отже, водні екосистеми можуть впливати на інші екосистеми, а інші екосистеми можуть впливати на водні екосистеми. Така взаємодія підкреслює важливість збалансованого та стійкого функціонування всіх екосистем, що включають в себе водні маси.

Таким чином, екосистеми водойм мають важливу роль у збереженні водних ресурсів та контролі за якістю води, допомагають зменшити забруднення та зберігають величезний запас природного багатства, можуть діяти як природні фільтри, що зменшують кількість забруднюючих речовин у воді. Це дуже важливо для забезпечення якості питної води, збереження здоров'я людей і тварин та для задоволення людських потреб - для економічного розвитку регіонів, важливо розвивати ефективні стратегії охорони та відновлення екосистем водойм за допомогою наукових досліджень, розробки законодавства та підтримки громадських ініціатив. Отже, збереження екосистем водойм є важливим елементом сталого розвитку та сприяє загальній стійкості усіх екосистем планети.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Забруднення води. - [Електронний ресурс]. Режим доступу:<https://www.unian.ua/ecology/naturalresources/1455473-zberegiti-vodu-ukrajinski-vodoymi-poterpayut-vid-zabrudnennya.html> (Дата звернення 01.04.2023).

2. Захищати свої екологічні права. - [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3359623-tetana-timocko-golova-go-vseukrainska-ekologichna-liga.html> (Дата звернення 07.04.2023).

3. Природа та війна. - [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html?gclid=Cj0KCQjwz6ShBhCMARIsAH9A0qV6XuiP8X9ut1kuXFEbg>

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
БУДІВЕЛЬ В «ЗЕЛЕНОМУ БУДІВНИЦТВІ»  
Голякова Ірина Віталіївна<sup>1</sup>, Петренко Віктор Олегович<sup>2</sup>, Петренко  
Анатолій Олегович<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,  
[holiakova.ira@pdaba.edu.ua](mailto:holiakova.ira@pdaba.edu.ua)

<sup>2</sup>HERZ Україна, [petrenko@meta.ua](mailto:petrenko@meta.ua),

<sup>3</sup>Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,  
[petrenko\\_ao@pdaba.edu.ua](mailto:petrenko_ao@pdaba.edu.ua)

«Зелене будівництво» відіграє важливу роль в формуванні теплового режиму міста. Зелені насадження безпосередньо впливають на температуру і вологість зовнішнього повітря прилеглих територій. Людина може це відчувати, коли буде відсутній рух атмосферного повітря.

Відомо [1] що різниця температур зовнішнього повітря залежить від озеленення міста. Існують декілька видів озеленення [2]: традиційне, нетрадиційне та контейнерне.

Традиційний вид використовується для озеленення прибудинкових територій, парку, скверів, тощо. Листя дерев і чагарників пропускають значну частину енергії, так як листя мають певною мірою прозорість, також, листя поглинають відому частку енергії і лише в дуже невеликій кількості випромінює її. У таблиці 1 зазначено кількість енергії, яку пропускають та відображають крони ряду порід дерев та чагарників.

Таблиця 1

**Кількість енергії, яку пропускають та відображають крони ряду порід дерев та чагарників [1]**

Дерева та чагарники	Пропущена енергія % від отриманої	Відбита енергія % від отриманої	Відношення відбитої енергії до отриманої (альbedo), %
Глід сибірський	1	62	37
Каштан кінський	10	38,5	51,5
Клен гостролистий	6	44	50
Липа кримська	5	72	23
Тополь бальзамічний	5,5	55	39,5
Черемха звичайна	2	78,5	19,5

Спеціальними дослідженнями встановлено [3, 4], що чим більший зелений масив, тим значніший його вплив на тепловий режим прилеглих

територій. Дані таблиці 2 свідчать, що необхідно створювати у містах та селищах великі зелені масиви.

Таблиця 2

**Різниця температури зовнішнього повітря на відстані від зеленого масиву**

Розмір масиву, <i>га</i>	Перепад температур в °С на відстані від масиву, <i>м</i>									
	25		50		100		150		200	
	Повітря	Радіаційної	Повітря	Радіаційної	Повітря	Радіаційної	Повітря	Радіаційної	Повітря	Радіаційної
0,1	1	10	0,6	4	0,3	3	0	2	–	–
0,5	1,4	11	0,8	5	0,3	3	0,1	2,5	0,1	2
3	2	16	1,2	15	0,8	9	0,5	6	0,5	5
5	2,1	19	1,5	16	1	12	0,9	10	0,5	7,9

Використання в озелененні будівель другого виду, нетрадиційного, дозволить знизити температуру на поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій [4], що впливає на теплові витрати будівель в холодний і перехідний періоди року та на теплонадходження в теплий період року. Це досягається завдяки відбиттю сонячного випромінювання листям насаджень та більшої товщини огорожувальної конструкції.

Озеленення огорожувальних конструкцій забудови та присадибних територій дозволяє покращити як внутрішній, так і зовнішній мікроклімат. Дослідження [3] показують, що в теплий період у зелених зонах спостерігається зниження температури та збільшення відносної вологості повітря. Як правило, в зелених зонах температура повітря нижче на 2-3 °С, а в свою чергу вологість повітря на 5-8% вище порівняно з відкритими територіями. Завдяки цьому можна припускати, що озеленувальні насадження визначають не лише зовнішній вигляд міста та його естетичні переваги, а й покращують санітарно-гігієнічні умови зовнішнього середовища, що впливає на комфорт людей.

Оскільки зелені насадження дозволяють природним шляхом знизити параметри зовнішнього повітря, його можливо використовувати для потреб систем вентиляції та кондиціонування повітря будівлі. Взяти трохи не запиленого повітря, ми знижуємо навантаження на системи вентиляції та кондиціонування і тим самим підвищуємо їх енергоефективність, що є актуальним у світлі питань енергозбереження (рис. 1).

За розрахунковою формулою 1, можна визначити теплові витрати через огорожувальну конструкцію. Порахувавши теплові витрати через 1 м<sup>2</sup> огорожувальної конструкції при зниженні температури зовнішнього повітря на 2 °С отримуємо різницю теплових витрат будівлі в 7%. Тобто

завдяки озелененню та збільшенню товщини огорожувальних конструкцій за рахунок рослин ми знижуємо потужність системи опалення, що робить систему енергоефективною.

$$Q = k \cdot F \cdot (t_B - t_i) \cdot (1 + \Sigma\beta) \cdot n, \text{ Вт} \quad (1)$$

За розрахунковою формулою 2, можна визначити продуктивність системи кондиціонування повітря. Як бачимо з формули, то на продуктивність впливають не тільки теплонадходження від людей, обладнання, освітлення, а й сонячна радіація, величину якої ми можемо знизити за рахунок озеленення прибудинкової території або поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій.

$$\Phi_{int} = \Phi_{int, Oc} + \Phi_{int, A} + \Phi_{int, L} + \Phi_{sol, k}, \text{ Вт} \quad (2)$$



Рис 1. Забір повітря із зеленої зони

Основне завдання третього виду озеленення – контейнерного озеленення – наситити зеленими насадженнями ті місця, де традиційна посадка рослин у ґрунт неможлива. Контейнери мають мобільність, тому такі рослинні композиції можна швидко монтувати, демонтувати або переміщати в залежності від потреб. Контейнерний вид озеленення також можна використовувати для забору повітря із зеленої зони.

Зниження потужності внутрішньо-будинкової систем вентиляції та кондиціонування можливо досягти за рахунок комплексного використання всіх видів озеленення.

Інтегровані системи кондиціонування з навколишнім середовищем - це комплексні рішення, які поєднують в собі елементи систем кондиціонування повітря, вентиляції та інших технологій для покращення якості повітря в приміщенні і зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

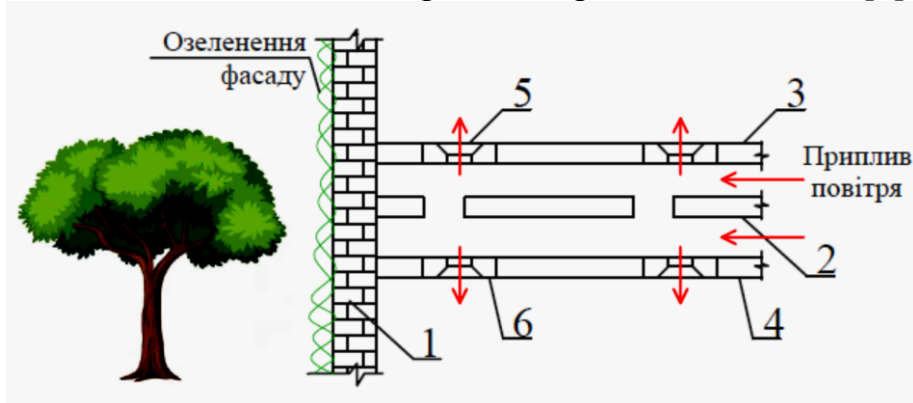
Такі системи можуть використовувати різноманітні технології, включаючи:



- використання енергоефективних систем кондиціонування повітря, які забезпечують ефективне охолодження і обігрів приміщення без значного споживання енергії.

- використання систем вентиляції з високою ефективністю, які забезпечують постійну циркуляцію свіжого повітря в приміщенні і зменшують кількість шкідливих викидів у навколишнє середовище.

На рисунку 2 запропонована схема припливної підлого-стельової вентиляції та кондиціонування з забором повітря із зеленої зони [2].



**Рис. 2. Схема припливної підлого– стельової вентиляції та кондиціонування з забором повітря із зеленої зони: 1 – зовнішня огорожувальна конструкція (стіна); 2 – плита перекриття; 3 – фальш підлога; 4 – підшивна стеля; 5 – підлоговий дифузор; 6 – стельовий дифузор**

Припливна підлого–стельова система вентиляції та кондиціонування, розташовується між встановленою системою фальш підлоги (3), бетонними плитами перекриття (2) і підвісною стелею (4). Приплив повітря в приміщення здійснюється з двох зон.

З нижньої зони приміщення приплив здійснюється через розташовані в конструкції підлоги дифузори (5) безпосередньо в робочу зону приміщення. З верхньої зони приміщення приплив здійснюється через розташовані в підшивній стелі суміжного нижнього поверху дифузори (6) безпосередньо у верхню зону приміщення.

Стельові та підлогові дифузори рекомендується розташовувати безпосередньо над/під робочою зоною людини, тому що швидкість повітря зменшується при віддаленні від дифузору (рис. 3).

В припливну підлого–стельову систему вентиляції та кондиціонування повітря подається із зеленої зони, в якій температура повітря нижча, ніж у навколишньому середовищі, що дозволить знизити потужність системи на 7-10 % залежно від ступеня озеленення будівлі та прибудинкової території. На підставі розглянутих видів озеленення та запропонованої інтегрованої системи кондиціонування можна вважати, що зелені насадження значно сприяють поліпшенню зовнішніх мікрокліматичних умов в теплий період року. За рахунок комплексного використання всіх видів озеленення можна

знизити вплив температури зовнішнього повітря на температуру внутрішнього повітря приміщення за рахунок розробки інтегрованих систем кондиціонування з навколишнім середовищем.

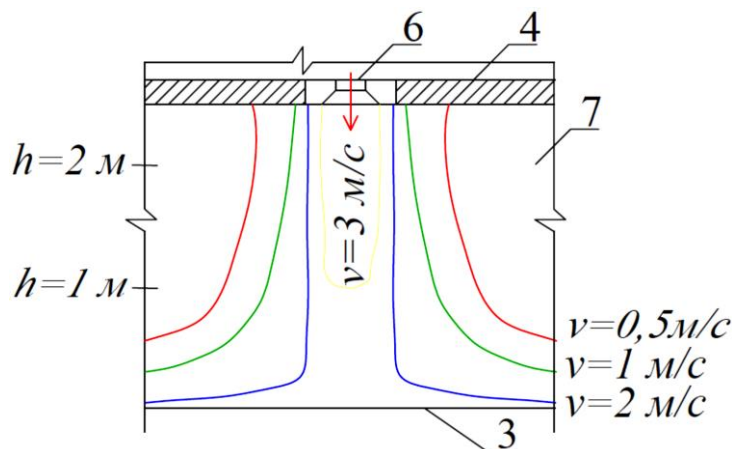


Рис 3. Розподіл потоків вентиляційного повітря від стельового дифузору: 3 – покриття підлоги; 4 – підшивна стеля; 6 – стельовий дифузор; 7 - приміщення

За рахунок цього при розробці таких систем ми можемо досягнути:

1. Зниження температури припливного повітря з зони озеленення, що знизить енергетичні затрати на охолодження і зволоження;
2. Зниження забруднення припливного повітря;
3. При використанні дерев і кущів певних порід в зоні забору зовнішнього повітря, що виділяють фітонциди і інші сприятливі виділення, покращити якість припливного повітря.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Петренко В.О. Повітряний, санітарний, кліматичний баланс регіону: Навчальний посібник. Дніпропетровськ: ДВНЗ ПДАБА, 2015. 63 с.
2. Зниження потужності системи кондиціонування будівлі за рахунок його озеленення та прибудинкової території / А.А Михальченко, В.О Петренко // Сучасні інноваційні технології підготовки інженерних кадрів для гірничої промисловості та транспорту. 2016. Вип.3. С. 374-378.
3. Богова І.О., Теодоронський В.С. Озеленення населених міст: навчальний посібник, 2012.
4. Брагіна В.І., Белова З.Л., Сидоренко В.М. Вертикальне озеленення будівель та споруд. – Київ: Будівельник, 1980.
5. Визначення взаємозв'язків між показниками якості атмосферного повітря та стану середовища приміщень / С.З. Поліщук, В.Ю. Каспійцева, А.І. Кораблева // Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України : матеріали VI Всеукр. наук.-практ. конф., 9-10 груд. 2010 р. 2010. С. 18-22.

## **ЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ УКРИТТІВ ТА ЗАКРИТИХ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД**

*Гулай Богдан Іванович, Шаповал Степан Петрович,  
Бундзило Володимир Петрович*

*Національний університет "Львівська політехніка",  
[bogdan.i.gulai@lpnu.ua](mailto:bogdan.i.gulai@lpnu.ua), [stepan.p.shapoval@lpnu.ua](mailto:stepan.p.shapoval@lpnu.ua),  
[volodymyr.bundzylo.mbdth.2022@lpnu.ua](mailto:volodymyr.bundzylo.mbdth.2022@lpnu.ua)*

Сьогодні в умовах війни є важливим створення енергоефективної та головне не помітної вентиляції підземних інженерно-будівельних споруд, як військового, так і цивільного призначення. Важливим завданням є вдосконалення існуючих, а також розроблення нових ефективних, енергозберігаючих, техніко-економічно обґрунтованих систем вентиляції враховуючи сучасні досягнень науки та техніки.

Тому метою статті є розроблення енергоефективної вентсистеми підземних сховищ та закритих фортифікаційних споруд із підвищеною ефективністю рекуперації теплової енергії за рахунок турбулізації повітряних потоків, шляхом встановлення серії повітряних завихрювачів.

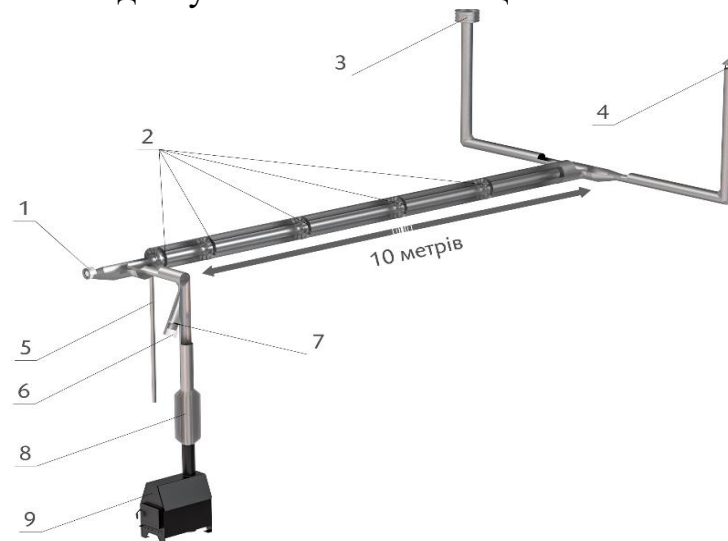
Для забезпечення допустимих санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату в підземних укриттях доцільно передбачати механічну систему вентиляції із застосуванням теплообмінників [1, 2], оскільки для енергоефективного використання будівель різного призначення використовують різноманітні енергозберігаючі технології [3, 4]. На сьогодні системи вентиляції із рекуперацією тепла є одним з головних критеріїв енергоефективності будівель і споруд [5, 6]. Для попереднього нагрівання зовнішнього повітря доцільно використовувати як низькопотенціальну енергію ґрунту, так і енергію відпрацьованого повітря [7, 8]. Відведення відпрацьованого повітря на відстань від укриття - важливий безпековий захід, особливо в холодний або теплий період року, коли температурна різниця помітна для тепловізорів. Для вирішення вище зазначених завдань пропонується конструкція (рис.1.) із встановленим протитоковим теплообмінником типу «труба в трубі» та додатковими елементами для турбулізації потоку. В основу створення вище згаданої схеми, поставлена ціль використання загальнодоступних та дешевих матеріалів.

Запропонована схема системи вентиляції побудована таким чином, що в ній наявне об'єднання припливного і витяжного повітропроводів за принципом протитокового теплообмінника «труба в трубі» для теплообміну між використаним (підігрітим) та свіжим (холодним) повітрям і встановленими в ньому додатковими елементами турбулізації потоку.

Такі розрахунки були проведені для кількості припливного повітря на 20% більшої від кількості витяжного повітря та без урахування тепла пічки. Важливим аспектом запропонованої схеми вентсистеми є економічна



складова, оскільки матеріали використані під час дослідження підбирались за принципом загальнодоступності та низької ціни.



**Рис.1. Схема вентиляції підземного сховища:**

- 1-припливний повітропровід (із встановленим конфузоровим та припливним вентилятором); 2- завихрювачі потоку; 3-дифлектор витяжного повітропроводу (витяжна вентиляція / димовидалення); 4-зонт припливного повітропроводу; 5-патрубок відводу конденсату; 6-внутрішній витяжний канал із вентилятором і / або зворотним клапаном; 7-зворотний клапан і/або витяжний вентилятор; 8-теплообмінник пічки; 9-піч для обігріву із димовідвідним каналом.

Метою дослідження було порівняння показника ККД теплообмінника з завихрювачами потоку та без них, при різній кількості їх встановлення. В процесі дослідної роботи використано комп'ютерне моделювання, а саме: програмний комплекс SolidWorks з модулем FloEFD та KeyShot для візуалізації зображень.

Вхідні параметри, що були використані під час комп'ютерного моделювання відображені у вигляді табл.1.

*Таблиця 1*

**Вхідні параметри дослідження**

Вхідні параметри:	Значення параметрів:
Температура викиду відпрацьованих газів з пічки, °C	250
Температура ґрунту, °C	-5
Температура зовнішнього повітря ( $t^{street}$ ), °C	-10
Температура внутрішнього повітря ( $t^{room}$ ), °C	+20
Продуктивність витяжної системи вентиляції, м <sup>3</sup> /год	160
Продуктивність припливної системи вентиляції, м <sup>3</sup> /год	200
Кількість осіб, що перебуватимуть в бліндажі, чол	7

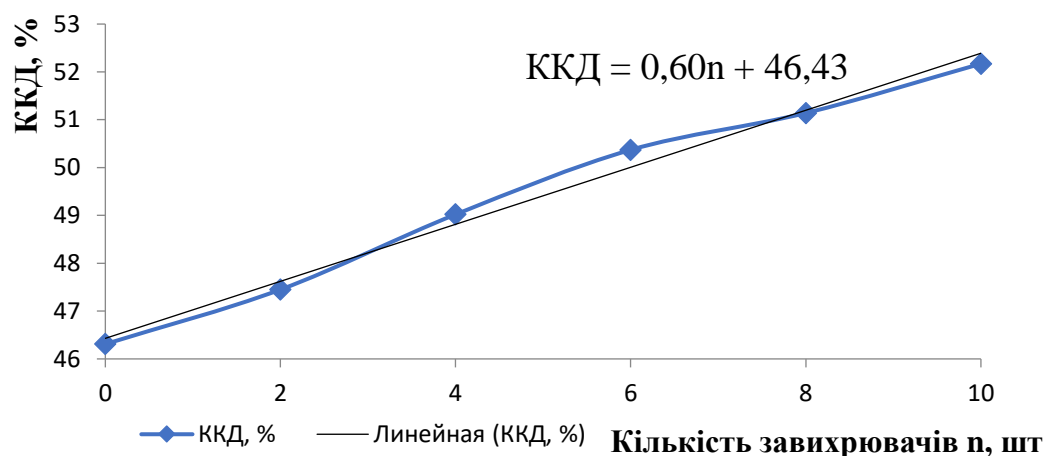
Отримано графо-аналітичні залежності та значення температури припливного повітря. Отримані значення температур та визначений ККД вказані в табл. 2.

Таблиця 2

**Отримані результати**

Кількість ЦЗ	0	2	4	6	8	10
Температура припливного повітря, ( $t^{°rec}$ ), °C	1,21	1,61	2,16	2,63	2,9	3,26
Температура внутрішнього (відпрацьованого повітря)	25,02	24,63	24,21	23,7	23,29	22,85
ККД*, %	46,31	47,45	49,02	50,37	51,14	52,17

На основі проведених досліджень запропонованої моделі системи вентиляції одержана лінійна залежність зміни коефіцієнта корисної дії теплообмінника в залежності від кількості встановлених турбулізаторів потоку на 10 метрів повітропроводу (рис. 1).



**Рис.1. Лінійна залежність зміни ККД теплообмінника від кількості завихрювачів на ділянці 10 метрів**

За результатами дослідження внаслідок встановлення завихрювачів потоку значення ККД зросло на 6% в порівнянні з цією ж конструкцією без додаткових елементів.

Отже, на основі результатів дослідження можна зробити висновок, що використання завихрювачів у системі вентиляції типу «труба в трубі» є ефективним методом підвищення ККД.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. V. Zhelykh, O. Savchenko, V. Pashkevych, V. Matuskevych. The geothermal ventilation of passive house. Budownictwo o Zoptymalizowanym Potencjale Energetycznym 2(16) 2015, s. 145-150 50

2. A. Mukhtar, K.C. Ng, M.Z. Yusoff. Design optimization for ventilation shafts of naturally-ventilated underground shelters for improvement of ventilation rate and thermal comfort. *Renewable Energy*. Volume 115, January 2018, Pages 183-198 <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.08.051>

3. Pona O., Gulai B. A comparison of the combined solar collector efficiency at different modes of its operation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologi*~~this link is disabled~~, 2015, 2(8), pp. 53–57.

4. Venhryn, I., Shapoval, S., Zhelykh, V., Gulai, B. Experimental Studies of Energy Efficiency of a Thermal Photovoltaic Hybrid Solar Collector Under the Influence of Wind Flow. *Lecture Notes in Civil Engineering*~~this link is disabled~~, 2023, 290 LNCE, pp. 424–431

5. Adequacy of air-to-air heat recovery ventilation system applied in low energy buildings. Youness El Fouih , Pascal Stabat , Philippe Rivière, Phuong Hoang, Valérie Archambault. *Energy and Buildings*. Volume 54, November 2012, Pages 29-39.

6. Bai H., Liu P., Justo Alonso M., Mathisen H. A review of heat recovery technologies and their frost control for residential building ventilation in cold climate regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Volume 162, July 2022, 112417.

7. Trząski A., Zawada B. The influence of environmental and geometrical factors on air-ground tube heat exchanger energy efficiency. *Building and Environment*. Volume 46, Issue 7, July 2011, Pages 1436-1444.

8. Hourly Simulation of an Earth-to-Air Heat Exchanger in a Low-Energy Residential Building. P. Michalak. Department of Power Systems and Environmental Protection Facilities, Faculty of Mechanical Engineering and Robotics, AGH University of Science and Technology, Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland. *Energies* 2022, 15(5), 1898.

## **REUSING WASTE FROM ENTERPRISES: CASE STUDY OF MINING AND CHEMICAL ENTERPRISE IN LVIV REGION (UKRAINE)**

*Elvira Dzhumelia, Orest Kochan, Vladyslav Dzhumelia*

*Lviv Polytechnic National University, [elvira.a.dzhumelia@lpnu.ua](mailto:elvira.a.dzhumelia@lpnu.ua)*

**Introduction.** The territory of Ukraine is marked by an excessive techno- and anthropogenic load on the natural environment and a high degree of its pollution. The problem of the closure of industrial enterprises and the transformation of technogenic landscapes is important for our state at the current stage of its development and remains so in the near future. Recently, the number of industrial enterprises ending their activities has been increasing, and liquidation projects are not being implemented in full, including mining and chemical

enterprises and other man-made objects. In addition, accidents at industrial enterprises can have serious consequences for the environment and human health, which emphasizes the need for effective work to eliminate the consequences of such accidents.

It is important to note that war can also have a serious impact on a country's environmental security. For example, as a result of hostilities, industrial enterprises may be damaged, which may lead to emissions of hazardous substances into the atmosphere, water bodies, and soil. Such actions can negatively affect the health of people and the ecosystem.

The environmental situation in the area of influence of State Enterprise "Rozdil Mining and Chemical Enterprise "Sirka"" is one of the examples of this problem. The half-century history of the development of a sulfur deposit, the enrichment of sulfur ores, the production of mineral fertilizers, as well as the complex financial and economic condition of the enterprise in the last 20 years, was accompanied by various negative environmental consequences [1].

The purpose of the work is to research ways of reusing waste from mining and chemical enterprises using the example of SE "Rozdil Mining and Chemical Enterprise "Sirka"".

**Results and Discussion.** The largest group of waste consists of classic waste from the mining and chemical industry (flotation tailings of sulfur ores, waste from the processing of polymineral ores – slurries, tailings, as well as phosphogypsum - waste from the processing of apatite concentrate) [1].

These wastes are typical for mining and chemical production, provided for by technological regulations and pose problems for most similar enterprises in the world.

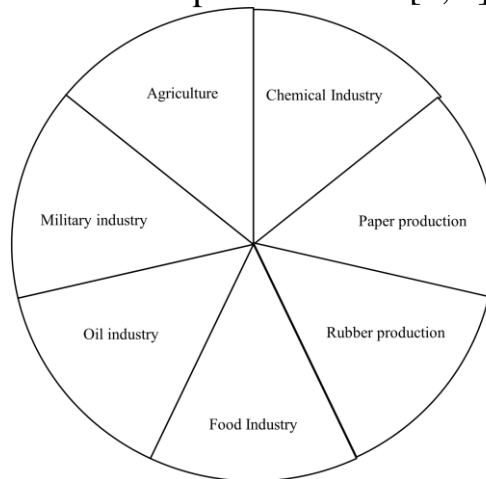
As a result of the long-term activity (1956-1996) of SE "Rozdil mining and chemical enterprise "Sirka"" various wastes were formed on its territory, which are sources of ecological danger, in particular:

- lump sulfur – 700 m<sup>3</sup>;
- flotation tailings – 85 million tons;
- sediments of recycled water – 1.29 million m<sup>3</sup>;
- phosphogypsum – 3 million tons;
- oil tars (imported from Hungary in 2004) – 17 thousand tons;
- solid household waste – 560,000 m<sup>3</sup>.

Despite the waterproofing of the bottoms of the dumps, the long storage period of solid production waste, in particular phosphogypsum, leads to the penetration of toxic substances into the soil and their filtration, forming over time areas of pollution. Rain dissolves gypsum and washes acids and toxic compounds from it.

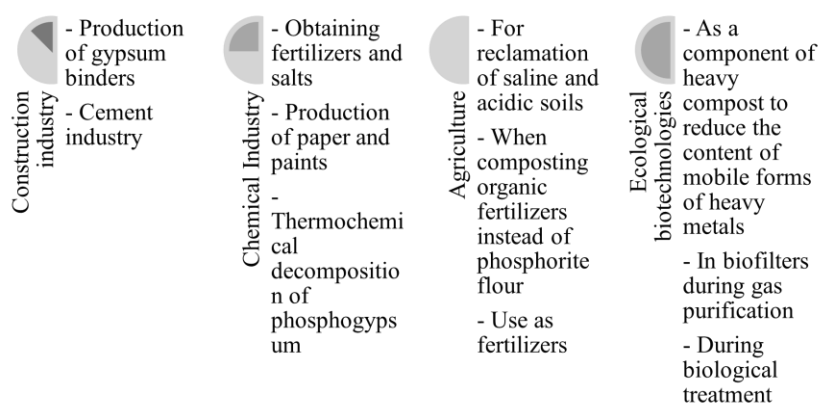
Regarding many of the wastes, many years of research are being conducted, and a number of technologies for their disposal have been developed. In some countries they have been successfully solved, while in others they are being solved [2, 3].

The problem of using secondary resources, including phosphogypsum, is given great attention in Germany, the USA, Italy, Spain, France, Japan, England, Austria, Belgium, Czech Republic [3]. Leading companies have built phosphogypsum processing enterprises in Finland, Norway, India, Algeria, Mauritania, and Japan, which annually process tens of millions of tons [4]. Figures 1-3 show the directions of use of industrial waste, which is placed at the SE "Rozdil Mining and Chemical Enterprise "Sirka"" [5, 6].



**Fig. 1. Directions for the use of sulfur and tailings from the enrichment of sulfur ores**

Due to the inconsistency and imperfection of certain norms of legislative and by-laws that regulate the issue of hazardous waste management, there are cases of hazardous waste being brought into the territory of enterprises of our state in the territory of mining and chemical and other enterprises. The storage conditions of these substances do not meet the standards of environmental safety, there is a negative impact of their dangerous components on land and water natural resources in the places of their storage, which is systematically recorded by the State Inspectorate and the sanitary-epidemiological station. One of the cases is the introduction of oil tars into the territory of the SE "Rozdil mining and chemical enterprise "Sirka"" in 2004 [6].



**Fig. 2. Ways of using phosphogypsum**

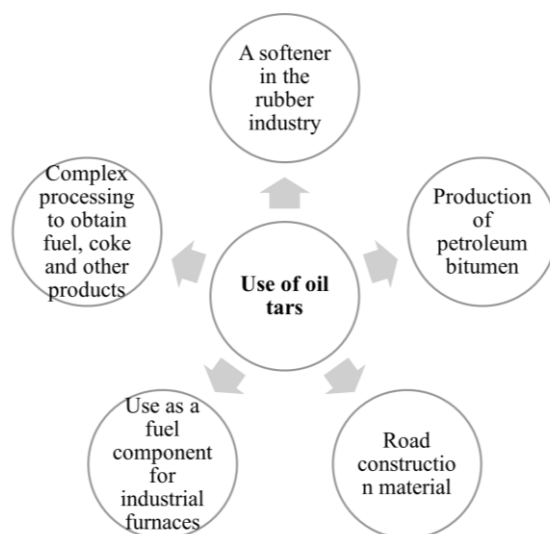


Fig. 3. Ways of using oil tars

According to the Report on the results of research on waste imported from Hungary to the territory of Lviv region, carried out by Institute of Ecohygiene and Toxicology named after L. Medvid of the Ministry of Health of Ukraine, as a result of the study of a sample from the territory of the SE "Rozdil Mining and Chemical Enterprise "Sirka"", selected by the Department of Analytical Control of the State Department of Ecology and Natural Resources in Lviv region, exceeding the maximum permissible limit (mg/kg) for soils – Lead (by 1.88 times), Copper (by 17.42 times), Zinc (by 4.12 times), Cadmium (10.78 times), Chromium (1.35 times), Nickel (2.99 times), Manganese (1.41 times). The levels of migration of formaldehyde and phenol into water bodies significantly exceed MPC (SanPiN 4630-88) – phenols by 1000 times, formaldehyde by 20 times [6].

**Conclusions.** The problem of storage of industrial waste on the territory of mining and chemical enterprises was analyzed using the example of SE "Rozdil Mining and Chemical Enterprise "Sirka"". It was established that one of the ways to solve the problem of accumulation of industrial waste at the mining and chemical enterprise is its reuse. A review of modern literary sources shows that there are many options for solving this problem. In addition, it is necessary to strengthen the security of cross-border transit of toxic chemicals, which involves the participation of representatives of interested parties not only from Ukraine, but also from other countries.

## REFERENCES

1. Pohrebennyk V. D., Dzhumelia E. A. Environmental hazards of the mining and chemical enterprises territory // *Екологічна безпека та природокористування: збірник наукових праць*, 2019. № 1 (29). с. 40-53.
2. Lee S., Ji W., Yang H. Reclamation of mine-degraded agricultural soils from metal mining: lessons from 4 years of monitoring activity in Korea // *Environ Earth Sci.* 2017. vol. 76. no. 720. pp. 1-7.

3. Villa M., Mosqueda F., Hurtado S., Mantero J., Manjón G., Periañez R., Vaca F., García-Tenorio R. Contamination and restoration of an estuary affected by phosphogypsum releases // *Sci. Total Environ.* 2009. vol. 408. pp. 69-77.

4. Calcara M., Borgia A., Cattaneo L., Bartolo S., Clemente G., Amoroso C., Lo Re F., Tozzano E. Modelling reactive transport in a phosphogypsum dump // *EGU General Assembly Conference Abstracts*, Vienna, Austria, 2013.

5. Pohrebennyk V., Koszelnik P., Mitryasova O., Dzhumelia E., Zdeb M. Environmental monitoring of soils of post-industrial mining areas // *Journal of Ecological Engineering.* 2019. vol. 20. no. 9. pp. 53-61.

6. Pohrebennyk V., Dzhumelia E. Environmental assessment of the impact of tars on the territory of the Rozdil state mining and chemical enterprise "Sirka" (Ukraine) // *Studies in Systems, Decision and Control*, T. 1, Vol. 198: Sustainable production: novel trends in energy, environment and material systems, Springer, 2020. pp. 201-214.

## **ПРО СТРАТЕГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ МЕРЕЖ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВОДИ**

*Добровольська Оксана Григорівна, Чудновський Павло Борисович*

*Запорізький національний університет,*

*[dogoks@gmail.com](mailto:dogoks@gmail.com), [pavelchudnovski1990@gmail.com](mailto:pavelchudnovski1990@gmail.com)*

Надійне водопостачання відіграє важливу роль у забезпеченні економічного функціонування і зростання держави. Це також є невіддільною складовою якості життя громадян та одним із необхідних критеріїв для повернення додому тимчасово переміщених осіб. В довоєнний час удосконалення міського господарства України в першу чергу було пов'язано зі зношеністю основних фондів систем життєзабезпечення міст. На сьогодні, враховуючи наслідки воєнних дій, житловий фонд багатьох міст, інженерні комунікації, система благоустрою, зелене господарство потребують реконструкцій та модернізації. Впровадження програм застосування нових енергоощадних та екологічно привабливих технологій, новітнього устаткування для водопровідно-каналізаційного господарства, є необхідною умовою реалізації подібних проєктів.

Забезпечення високо комфортних умов життєдіяльності й відтворення населення є головною метою функціонування міської системи життєзабезпечення.

В цьому аспекті було виконано дослідження впливу матеріалу трубопроводів на технічні, економічні та екологічні показники роботи водопровідної мережі. Задачі дослідження:

– проаналізувати переваги та недоліки використання трубопроводів із різних матеріалів;

– дослідити вплив вибору матеріалу трубопроводів на технічні та економічні характеристики мережі;

– визначити найбільш економічний спосіб реконструкції водопровідної мережі для забезпечення необхідних тисків.

Об’єкт дослідження – водопровідна мережа одного із житлових районів м. Запоріжжя, яка складається із 18 контурів, 49 вузлів та 66 розрахункових ділянок, які входять до складу контурів та однієї тупикової ділянки (рис. 1).

Аналіз впливу матеріалу трубопроводів водопровідної мережі на її техніко-економічні показники виконано за наступною методикою:

– розрахунок режиму водоспоживання та необхідних витрат води;  
– вибір розрахункових режимів роботи мережі та визначення вузлових і шляхових витрат;

– визначення початкового потокорозподілу для режиму максимального водоспоживання та вибір діаметрів ділянок вихідної мережі із чавунних нових труб;

– гідравлічний розрахунок прийнятих режимів водоспоживання для вихідного варіанту мережі із чавунних нових труб (мережа М1);

– гідравлічний перерахунок вихідного варіанту мережі для чавунних ненювих труб для прийнятих режимів водоспоживання (мережа М2);

– гідравлічний розрахунок мережі із залізобетонних труб для прийнятих режимів роботи (мережа М3);

– гідравлічний розрахунок мережі із поліетиленових напірних труб для прийнятих режимів роботи (мережа М4);

– гідравлічний розрахунок мережі із комбінованих матеріалів труб (ненювий чавун – поліетилен) для прийнятих режимів роботи (мережа М5);

– аналіз зміни гідравлічних показників мереж із різних матеріалів (мережі М1–М5);

– визначення економічних показників мереж із різних матеріалів (варіанти мереж М1–М5).

Гідравлічні розрахунки були виконані для наступних мереж: М1 – мережі із нових чавунних труб; М2 – мережі із ненювих чавунних труб; М3 – мережі із поліетиленових труб; М4 – мережі із залізобетонних труб; і М5 – комбінованої мережі із ненювих чавунних та поліетиленових труб (варіант реконструкції вихідної мережі).

В таблиці 1 представлені результати порівняння необхідних вільних у вузлі мережі №1, в якому водоводи приєднуються до мережі.



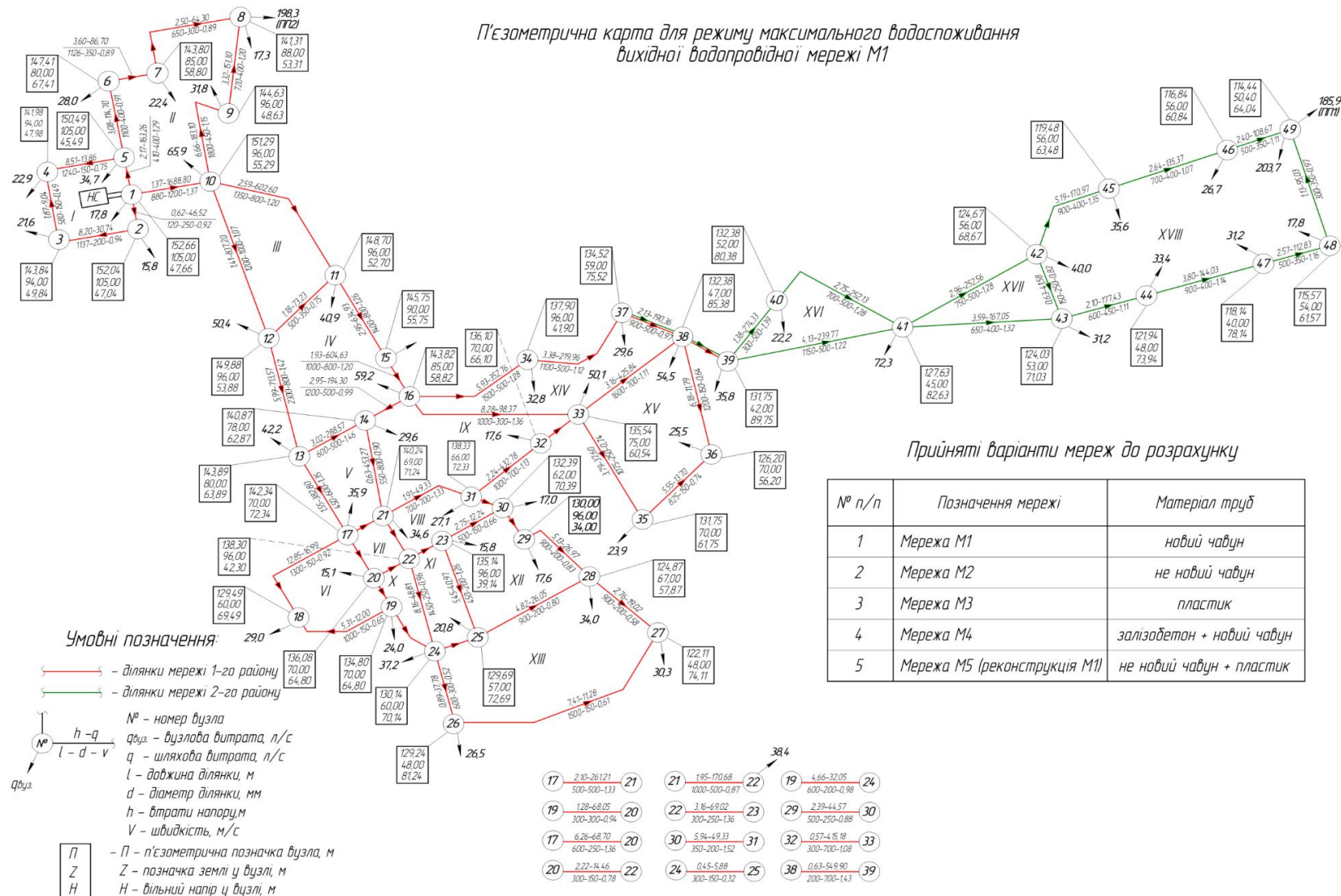


Рис. 1 П'єзометрична карта вихідної водопровідної мережі

Таблиця 1

**Порівняння вільних тисків у вузлі №1 для мереж із різних матеріалів**

№	Мережа	Необхідний вільний напір у вузлі №1, м	Зміна вільного напору у вузлі №1 відносно М1, %
1	М1 з чавунних нових труб	47,66	0,00
2	М2 з чавунних ненових труб	51,36	7,20
3	М3 з пластикових труб	43,22	-10,27
4	М4 із залізобетонних та чавунних нових труб	47,03	-1,34
5	М5 з чавунних ненових та пластикових труб (реконструкція)	47,16	-1,06

За результатами, представленими у таблиці 2, можна зробити наступні висновки:

- спостерігається збільшення вільного напору у вузлі №1 для мережі М2 на 7,2 % у порівнянні із мережею М1 з нових чавунних труб, в результаті чого знижуються вільні тиски у вузлах мережі, необхідні напори у споживачів не забезпечуються;

- збільшення вільного напору у вузлі №1 для мережі М2 показує збільшення загального опору мережі в цілому внаслідок збільшення гідравлічного опору;

- для мережі М3 з пластмасових труб необхідний вільний напір є найнижчим з усіх розглянутих варіантів мереж, що пояснюється найнижчим загальним опором мережі в цілому (найменші гідравлічні опори ділянок), при цьому швидкості руху води на ділянках мережі відповідають рекомендованим [1];

- для мережі М3 необхідний вільний напір у вузлі №1 нижчий за такий для мережі М1 на 10,3 %, наслідком чого є зменшення витрат електроенергії для насосної станції;

- обладнання насосної станції, яке було вибрано для вихідної мережі М1, забезпечує необхідні вільні напори у споживачів після реконструкції водопровідної мережі(варіант мережі М5);

- на стадії проектування мережі найбільш доцільним є прийняття варіанту мережі із пластмасових труб.

За прогнозами, до 2050 року майже 70% населення світу проживатиме в урбанізованій місцевості, що вимагатиме вдвічі більше будівельного фонду. Ефективне використання енергії води, врахування якості життя мешканців при проектуванні, будівництві та експлуатації є одними із

головних принципів, яким повинно відповідати зелене будівництво [2]. Розумний підхід до відновлення та модернізації мереж транспортування води дозволить зробити вагомий вклад у відновлення міської інфраструктури зменшити залежність блоку від зовнішніх енергоресурсів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5 – 74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 172 с. (Інформація та документація).

2. Зелене повоєнне відновлення України: візія та моделі: Аналітична записка. Київ: Ресурсно-аналітичний центр «Суспільство і довкілля», 2022  
32 с. URL: [https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2022/08/green\\_recovery.pdf](https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2022/08/green_recovery.pdf).

## РЕЛОКАЦІЯ ПРАЦІВНИКІВ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ І ЇЇ ВПЛИВ НА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ

*Бай Сергій Іванович, Єлісєєв Вадим Сергійович*  
*Державний торговельно-економічний університет*  
[s.bay@knu.edu.ua](mailto:s.bay@knu.edu.ua), [v.yelisyeyev@knu.edu.ua](mailto:v.yelisyeyev@knu.edu.ua)

Воєнний стан сейрозно змінив умови функціонування українських підприємств. Ці зміни були всеосяжними і мали серйозний вплив на усі сфери господарювання і на усі елменти господарської діяльності. Одним з ключових факторів стало фізичне переміщення людських ресурсів. За даними верховного комісара ООН з питань біженців з початку повномасштабної війни понад 9 млн людей покинуло Україну. Це свідчить про відтік економічно активного населення в цілому і зокрема про покидання країни людьми що вже задіяні у діяльності українських компаній. Дослідження групи Ernst & Young щодо стану ринку праці в Україні показало що з початком повномастшабної війни українським компаніям довелося змінити свою діяльність таким чином:

- 41% компаній продовжують працювати повністю;
- 50% – частково;
- 29% компаній переїхали в межах України;
- 19% переїхали за межі України;
- 15% компаніям довелося закрити офіси в окремих регіонах;
- 2% – повністю[2].

Факт релокації за межі України компанії або певної частини її персоналу створює нові виклики в сфері управління людськими ресурсами.

Чи продовжувати контракт з працівниками, що опинилися за межами України? Як організувати взаємодію структурних підрозділів якщо співробітники знаходяться в різних країнах? Чи має сенс продовжувати діяльність в Україні якщо більшість співробітників переїхало до іншої країни? Очевидно, що ці виклики створюють проблеми для компаній і значно ускладнюють процес управління персоналом, фактично унеможлиблюючи продовження нормальної діяльності з використанням старої командно-штабної структури підприємства. В таких умовах навіть відновлення і підтримка операційної діяльності може виявитися досить складним завданням, в той час як розширення та впровадження інновацій взагалі припиняються у короткостроковій перспективі. Разом з тим масова релокація співробітників компанії може надавати нові можливості для розвитку, за умови якщо компанія зуміє ними правильно скористатися і має накопичені ресурси які можна інвестувати в нові проекти. Прикладом такого проекту може бути географічне розширення діяльності на нові ринки. Через вимушену релокацію в новій країні опиняються досвідчені співробітники компанії, які уже являють собою злагоджену команду. На основі цієї команди можна створити нову філію компанії за кордоном, з часом доповнивши її місцевим персоналом. Особливо практичним такий підхід є для компаній ІТ сектора. Наприклад українська компанія SoftServe в ході проведення релокації перемістила понад 1,5 тисячі фахівців до Польщі, Болгарії, Великої Британії, Італії, Німеччини та Канади. Компанія працює над проектами в галузі технологій штучного інтелекту та віртуальної реальності. За час війни команда розширила штат, найняла 80 нових співробітників та має близько 200 вакансій. Компанія Intellias За час війни збільшила штат з 2,5 тис. працівників до 3,2 тис., відкрито 10 нових офісів у Польщі, Хорватії, Іспанії, Португалії, Болгарії[3].

Крім того важливим є фактор переміщення за кордон також значної кількості простого населення, яке є покупцем товарів, або споживачем послуг компанії і таким чином створює тимчасовий попит на звичні собі товари і послуги, спрощуючи проникнення на іноземний ринок для українських компаній. Через це значна кількість українських компаній почала процес розширення на ринки країн центрально-східної Європи в 2022 році. Зокрема український поштовий сервіс Нова пошта у жовтні 2022-го відкрив у Варшаві своє перше відділення в Польщі. Станом на 30 січня 2022 року їх 18 у найбільших містах країни: Краків, Люблін, Гданськ, Вроцлав, Познань, Лодзь та Жешув. До грудня середня кількість доставок через усі польські відділення зросла до 2500 на добу. В березні компанія планує відкрити перше відділення у Литві. Також в рамках закріплення на новому ринку буде розвиватися власна авіакомпанія нової пошти, проект робота над яким завершилась фактично на початку повномасштабної війни. За словами керівного партнера консалтингової компанії «Ze Consultants»

Олега Каленського, це дасть змогу новій пошті обслуговувати майже всю Європу, що поза сумнівом дозволить покращити нещодавно відвойовані позиції на ринку[4].

Іншим прикладом вдалого використання масової релокації для розвитку бізнесу є кейс інтернет-ритейлера Rozetka. Компанія також вийшла на іноземний ринок запустивши можливість замовляти доставку товарів до Польщі. Варто зазначити, що це розширення не є елементом типової стратегії, коли вхід на нові ринки здійснюється на фоні позитивної ситуації в компанії і за рахунок реінвестування надлишку прибутків. Навпаки, наразі ситуація в компанії є доволі важкою. Початок повномасштабної війни був важким ударом для компанії. 29 березня засновник компанії Владислав Чечоткін написав своїм співробітникам листа, яким повідомляв про звільнення, що за три тижні оборот компанії впав більше ніж на два порядки. З 4 млрд гривень на місяць до 23 млн грн. Понад 26 магазинів було втрачено внаслідок бойових дій. Не зважаючи на такі серйозні втрати було прийняте рішення інтенсивно розвиватися з метою компенсувати втрати за рахунок використання нових можливостей, що відкрила ситуація. І це дало результат, вже з серпня, за словами Чечоткіна, компанія щомісяця продає на таку ж суму, як і рік тому. Крім того Rozetka – один із перших ритейлерів, який почав оснащувати свої відділення генераторами та пристроями Starlink. У дні найглибших блекаутів торговельні точки компанії ставали окремими «пунктами незламності». Вихід на ринок Польщі є логічним наступним кроком у цій рішучій стратегії, що знову доводить, що найважчі виклики і кризові ситуації також можуть слугувати трампліном для розвитку, якщо ними правильно скористатися [5].

## ЛІТЕРАТУРА

6. Щомісячний макроекономічний та монетарний огляд червень 2022 року. Київ: Націн. банк України, 2022. 39 с. URL: [https://bank.gov.ua/admin\\_uploads/article/MM\\_2022-06.pdf?v=4](https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/MM_2022-06.pdf?v=4). (дата звернення: 28.02.2023).

7. Горбановська О. Повтомасштабна війна на території України – реакції, виклики та дії бізнесу. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=oPlxvIFEUF8>. (дата звернення: 28.02.2023).

8. Як війна вплинула на українську ІТ-індустрію. *Аностроф*. URL: <https://apostrophe.ua/ua/pages/kak-vojna-povliyala-na-ukrainskuyu-itindustriyu-izmenenie-planov-relokaciya-ozhidaniya-ot-2023-goda>. (дата звернення: 28.02.2023).

9. Орел І. «Нова Пошта» летить в ЄС. *Forbes.ua*. URL: <https://forbes.ua/company/nova-poshta-letit-v-es-operator-zapuskae->



[vlasnu-aviakompaniyu-z-aviaparkom-radyanskikh-an-i-zbiraetsya-vidkriti-shche-chotiri-novi-kraini-30012023-11371](https://forbes.ua/company/poshchastilo-shcho-raketi-ne-prileteli-do-nas-yak-rozetka-lavirue-mizh-klientskim-popitom-raketami-ta-tiskom-derzhavi-intervyu-zi-vladislavom-chehotkinim-13122022-10433). (дата звернення: 28.02.2023).

10. Шаповал К. Як Rozetka лавірує між клієнтським попитом, ракетами та тиском держави. Інтерв'ю зі Владиславом Чечоткіним. *Forbes.ua*. URL: <https://forbes.ua/company/poshchastilo-shcho-raketi-ne-prileteli-do-nas-yak-rozetka-lavirue-mizh-klientskim-popitom-raketami-ta-tiskom-derzhavi-intervyu-zi-vladislavom-chehotkinim-13122022-10433>. (дата звернення: 28.02.2023).

## **СТРУКТУРА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ КОМПЛЕКСОМ З ПЕРЕТВОРЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

*Володимир Миколайович Запальський<sup>1</sup>, Віталій Юрійович Пулашкін<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> ВСП Миколаївський будівельний фаховий коледж КНУБА,  
*dinoland35@gmail.com*

<sup>2</sup> ТОВ «Solar service», *pulashkin999@gmail.com*

Людство потребує енергії, і потреба в них постійно зростає. У той же час запаси традиційних природних видів палива, углеводородів є обмеженими. І у зв'язку з цими проблемами та стремлінням до енергонезалежності виникає необхідність впровадження нетрадиційних енергетичних ресурсів. Особливу увагу на території України преділяють увагу сонячної, вітрової та геотермальної енергії, а також енергозберігаючим технологіям. Серед відновлюваних джерел енергії сонячне випромінювання є найбільш перспективним з точки зору розміру ресурсів, екологічності та повсюдного поширення.

Сонячні системи, які є основним пристроєм для перетворення сонячної енергії, використовуються в системах опалення, охолодження та електропостачання житлових та громадських будівель, а також у технологічних процесах при низьких, середніх та високих температурах для отримання електричної енергії, що живлять різні автономні енергетичні обладнання. З метою підвищення ефективності сонячних систем використовуються різні автоматичні системи управління для відстеження положення сонця і тим самим підвищують ефективність таких систем.

В якості базового трека у статті використовується трекер, що змонтований компанією «Solar Service» у Миколаївському регіоні, південня України, рис. 1. [1]



Рис. 1. Загальний вид змонтованих сонячних трекерів.

Аналізуючи експлуатаційні особливості та функціональні можливості трекеру, взаємозв'язок між складовими частинами комплексу та з урахуванням задаючих та вихідних параметрів, зворотних зв'язків, значень обурливого впливу, було запропоновано структурну схему, рис. 2.

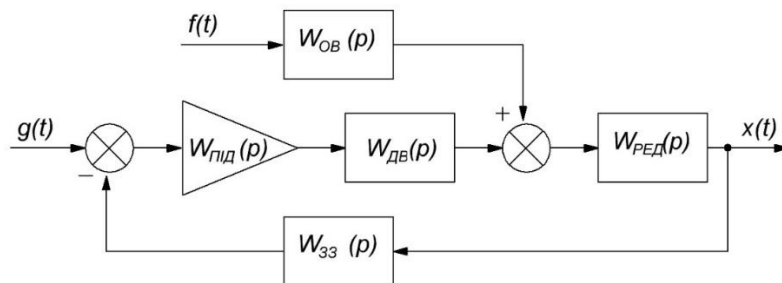


Рис. 2. Структурна схема управління виконавчим механізмом трекеру

На рис. 2 прийняти наступні скорочення у структурній схемі автоматичного управління трекером:

- $W_{ПД}(p)$  - перехідна функція підсилювача;
- $W_{ДВ}(p)$  - перехідна функція двигуна;
- $W_{РЕД}(p)$  - перехідна функція редуктора;
- $W_{ЗЗ}(p)$  - перехідна функція зворотного зв'язку;
- $W_{ОВ}(p)$  - перехідна функція збурюючого впливу

З метою оптимізації вибору параметрів приводу необхідно виконати спрощення отриманої структурної схеми управління комплексом перетворення сонячної енергії, рис. 2 [1]. Спрощення отриманої структури здійснюється шляхом застосування правил еквівалентних перетворень структурних ланцюгів, що не змінює властивості системи. Спрощена структура приведена на рис. 3. В якості форм сигналу визначені наступні величини  $f(t)$  – функція збурюючого впливу,  $x(t)$  – значення вихідної величини переміщення виконавчого пристрою трекеру,  $g(t)$  – задаючий вхідний закон керування.

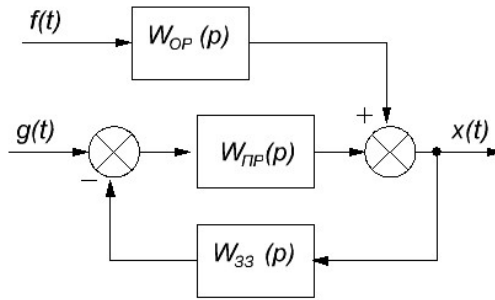


Рис. 3. Спрощена структурна схема управління виконавчим механізмом трекеру

Основні параметри електроприводу, що використовується у реальному пристрою, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

**Основні параметри двигуна**

Назва параметра	Позначення	Значення
Індуктивність якоря	$L_{я}$	0.0000937 Гн
Момент інерції, приведений до валу	$J$	$58,4 \cdot 10^{-6}$ Н·м <sup>2</sup>
Номінальний струм якоря	$i_{я\text{ ном}}$	9.15 А
Номінальна напруга	$U_{\text{ном}}$	24 В
Кількість обертів	$N$	5780 об/хв
Номінальний момент	$M_{\text{ном}}$	0.354 Н·м
Опір в ланцюзі якоря	$r_{я}$	0.113 Ом

**Визначення перехідних функцій.**

Оскільки двигун із фіксованим збудженням має дві ступені свободи, потрібні два початкові диференціальні рівняння. Перше рівняння можна отримати, записавши другий закон Кірхгофа для якірного ланцюга, а друге - закон рівноваги моментів на валу двигуна [3].

Таким чином, роботу приводу можна описати такими класичними рівняннями:

$$\begin{cases} L_{я} \cdot \frac{d}{dt} \cdot i_{я} + r_{я} \cdot i_{я} = U(t) - C_{в} \cdot \omega \\ C_{м} \cdot i_{я} - M_{я} = J \cdot \frac{d}{dt} \cdot \omega \end{cases} \quad (1)$$

У цих рівняннях  $L_{я}$  і  $r_{я}$  індуктивність і опір ланцюга якоря,  $C_{в}$  і  $C_{м}$  - коефіцієнти пропорційності,  $J$  - сумарний момент інерції, приведений до осі двигуна,  $\omega$  - кутова швидкість,  $M$  - крутний момент навантаження, приведений до валу двигуна.

Константи  $C_{в}$  і  $C_{м}$  знайдемо по наступним формулам:



$$C_e = \frac{U_{\text{НОМ}}}{\omega_{\text{ХХ}}} \quad (2)$$

$$C_M = \frac{M_{\text{НОМ}}}{I_{\text{Я\_НОМ}}} \quad (3)$$

Таким чином, систему рівнянь для простору Лапласа, можна представити у вигляді:

$$\begin{cases} L_{\text{Я}} \cdot p \cdot i_{\text{Я}} + r_{\text{Я}} \cdot i_{\text{Я}} = U(t) - C_{\text{В}} \cdot \omega \\ C_{\text{М}} \cdot i_{\text{Я}} - M_{\text{Я}} = J \cdot p \cdot \omega \end{cases} \quad (4)$$

Наступним кроком, можна виразити з другого рівняння системи струм і підставити в перше:

$$\begin{cases} i_{\text{Я}} \cdot (L_{\text{Я}} \cdot p + r_{\text{Я}}) = U(t) - C_{\text{В}} \cdot \omega \\ i_{\text{Я}} = \frac{J \cdot p \cdot \omega + M_{\text{Я}}}{C_{\text{М}}} \end{cases} \quad (5)$$

$$\frac{J \cdot p \cdot \omega + M_{\text{Я}}}{C_{\text{М}}} \cdot (L_{\text{Я}} \cdot p + r_{\text{Я}}) = U(t) - C_{\text{В}} \cdot \omega \quad (6)$$

Розкривши дужки, отримуємо:

$$\frac{L_{\text{Я}} \cdot J}{C_{\text{М}}} \cdot p^2 \cdot \omega + \frac{L_{\text{Я}}}{C_{\text{М}}} \cdot p \cdot M + \frac{r_{\text{Я}} \cdot J}{C_{\text{М}}} \cdot p \cdot \omega + C_{\text{В}} \cdot M = U(t) - C_{\text{В}} \cdot \omega \quad (7)$$

В результаті, перетворимо вираз до виду:

$$\omega \cdot \left( \frac{L_{\text{Я}} \cdot J}{C_{\text{М}}} \cdot p^3 + \frac{r_{\text{Я}} \cdot J}{C_{\text{М}}} \cdot p^2 + C_{\text{В}} \cdot p \right) = U(t) - M \cdot \left( \frac{L_{\text{Я}}}{C_{\text{М}}} \cdot p + \frac{r_{\text{Я}}}{C_{\text{М}}} \right) \quad (8)$$

Звідси знаходимо перехідну функцію двигуна:

$$W_{\text{ДВ}}(p) = \frac{1}{\frac{L_{\text{Я}} \cdot J}{C_{\text{М}}} \cdot p^2 + \frac{L_{\text{Я}} \cdot J}{C_{\text{М}}} \cdot p + C_{\text{В}}} \quad (9)$$

Визначаємо перехідну функцію по зовнішньому впливі:

$$W_{\text{ЗОВН. ВПЛИВ}}(p) = \frac{\frac{L_{\text{Я}}}{C_{\text{М}}} \cdot p + \frac{r_{\text{Я}}}{C_{\text{М}}}}{\frac{L_{\text{Я}} \cdot J}{C_{\text{М}}} \cdot p^2 + \frac{r_{\text{Я}} \cdot J}{C_{\text{М}}} \cdot p + C_{\text{В}}} \quad (10)$$

В якості висновків слід зазначити, що актуальним шляхом вдосконалення ефективності експлуатації комплексом перетворення сонячної енергії є розробка найкращих алгоритмів керування та запровадження комплексного модельного дослідження у програмному продукті *Matlab/Simulink*, з метою оцінки стану системи, ще на стадії проектування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Zapalskyi V., Pulashkin V.* Increasing the engineering efficiency of operation of the automated solar energy conversion complex in the southern region of Ukraine. The 6th International scientific and practical conference “Science and innovation of modern world” (February 23-25, 2023) Cognum Publishing House, London, United Kingdom. 2023. 827 p., p.p. 240-247.

2. Гавриляк М.С. Основи автоматики та систем управління/ М.С. Гавриляк– Чернівці: Чернівець. нац. ун-тет, 2022, с. 211.

3. Пулашкін В.Ю., Запальський В.М. Вдосконалення автоматизованого комплексу з перетворення сонячної радіації. Ольвійський форум – 2021: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі: XV Міжнар. наук. конф. 10 – 13 червня 2021 р., м. Миколаїв: тези доп.: Компютерна інженерія. Інтелектуальні інформаційні системи. Моделі, методи та засоби програмної інженерії. Автоматизація та компютерно – інженерні технології/Чорном.нац.ун-т ім. Петра Могили. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. 83 - 86 – 112 с.

## MEASURES REGARDING THE RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES

*Karpenko Tetiana Volodymyrivna<sup>1</sup>, Dudar Tamara Viktorivna<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*National Aviation University*

*taniakarpenko337@ukr.net, tamadudar@ukr.net*

Today, the problem of environmental protection and rational use of natural resources has turned into one of the most important global problems of the 21st century, which is characterized by an unprecedented problem of ecological survival. Currently, there is no country in the world that has not been affected by the environmental crisis, which is directly related to the limited natural resources of the planet due to the high level of concentration of industry and intensification of agricultural production, which in turn have led to excessive technological loads on natural resources.

Rational use of natural resources is their use, which takes into account both natural patterns and potential opportunities of the environment and consists in creating conditions for optimal reproduction of natural resources and preventing the occurrence of irreversible consequences. The principles of rational use of natural resources are:

- 1) accounting of natural resources;
- 2) planning the use of natural resources and their reproduction;
- 3) science-based involvement of natural resources in economic turnover;
- 4) compliance with environmental requirements during the use of natural

resources;

5) increase in the level of awareness and environmental and legal culture of citizens.

1 On the territory of Ukraine, control over the state of nature management is carried out at the state level. The state management system has principles that are determined by the features of the management object, namely: unity of ecological and technological approaches; comprehensive solution of tasks of rational use of natural resources; accounting for the territorial possibilities of the location of industries and the use of natural resources, which require a differentiated approach to solving problems related to nature management[1] .

However, the mechanism of environmental regulation is practically non-existent in Ukraine today, as a result of which the mechanisms for crediting environmental protection measures, preferential taxation and price incentives for environmental activities do not function. Nowadays, society persistently demands from business entities not to pollute the environment, to build treatment facilities and equipment for the processing of production waste. However, such measures will lead to an increase in costs, which then is reflected in the increase in the cost of products, as a result of which their competitiveness decreases. Such a situation encourages entrepreneurs to make such decisions that ensure the lowest costs and make it possible to solve environmental problems. At present, the state is obliged to create such conditions for entrepreneurial activity, under which enterprises are forced to engage in environmental protection or would be materially interested in the implementation of environmental protection measures.

One of the central places in the regulation of relations regarding environmental protection and rational use of natural resources is given to the combination of measures of territorial and industry factors in the formation of the main quality parameters of the environment. In the system of planned management of rational nature use, the leading one is the territorial approach, i.e. the full-fledged administrator of natural resources involved in the sphere of production activities of enterprises is the Council of People's Deputies. The rights granted to local Councils should be used as efficiently as possible, combine territorial and industry interests, orient the production and economic and operational activities of enterprises, firms, departments and ministries to solving urgent environmental problems. Local self-government bodies play an important role in managing the processes of regional use of natural resources, as they are responsible for the economic and social-ecological development of their territories. Their competence includes the implementation of the national strategy for environmental protection, in particular: establishing restrictions on the production activities of enterprises that pollute the environment, as well as the introduction of a system of environmental insurance for enterprises[2] .

If in the course of the enterprise's production activity, an environmental threat to a certain area arises, then its further functioning can only take place in

agreement with self-government bodies. Currently, our country has a number of laws that promote environmental protection and rational use of natural resources. Important among them is the Law of Ukraine "On Environmental Protection". It spells out: general provisions, legal obligations of citizens, functions of Councils of People's Deputies, powers of management bodies in the field of nature protection, issues of monitoring, forecasting, accounting and information in the field of environmental protection, ecological expertise, economic mechanisms of nature protection are covered. Important state documents in the area of nature protection also include codes such as: land, water and subsoil codes. One of such important tools is the limitation of nature use - an effective element of the mechanism of environmental protection. There are enterprises that, from an environmental point of view, would be better to close or repurpose, that is, transfer to the production of other products that would cause less damage to the environment.

Another economic management method in nature management is the creation of environmental funds that will provide any material assistance. For example, ecological funds receive payments from all enterprises for nature conservation, and then these funds are issued for the implementation of urgent and expensive environmental protection measures. In addition, enterprises can make contributions to environmental insurance funds. Issues of environmental protection and rational use of natural resources should be dealt with by the state. One of the effective state tools is the accumulation of domestic financial resources in the form of environmental taxation. It performs fiscal and compensatory functions at the same time. The collection for environmental pollution provides for the targeted use of funds, but there is a danger that the collected funds may "dissolve" in the budget without having a targeted purpose. Therefore, the introduction of environmental taxation should guarantee a transparent mechanism for the allocation of budget funds and effective tax regulation. An effective tool for the financial support of environmental protection measures is the establishment of tax benefits and the provision of subsidies, which have a long-term effect of guaranteeing sustainable development. Economic subsidies and tax benefits are widely used in EU countries for both individuals and enterprises. They are practically not used in Ukraine. To ensure ecological sustainable development and effective use of natural resources, our country should mainly rely on financial resources of domestic origin, as well as, if possible, use funds from international funding sources, the involvement of which is the most rational from the point of view of the obtained economic effect and the cost of their provision [2].

Stimulation of rational nature use and environmental protection requires a comprehensive approach, which provides for a system of various forms of influence on nature users, which depends on the nature of production, enterprise resources, industry and elements of the natural environment in which they function. Having embarked on the path of independence, Ukraine joined the

process of state regulation of preserving the quality of the natural environment, rational use of natural resources, and compliance with environmental safety. The integration of our country into the world community contributed to international economic, technical and expert assistance. In the future, it is possible to use loans from international banks, help certain developed countries both within the framework of multilateral programs and on the basis of bilateral agreements. Thus, today one of the most acute and complex is the problem of rational use of natural resources, reproduction and protection of environmental.

## REFERENCES

1. Danylyshyn B.M., Doroguntsov S.I., Mishchenko V.S., Koval Y.V., Novorotov O.S., Palamarchuk M.M. Natural resource potential of sustainable development of Ukraine. - Kyiv, DVPS of Ukraine. 1999.-716 p.
2. Stefankiv O.M. Strategic directions of rational nature management in agriculture and ensuring environmental safety in society.

## ENVIRONMENTAL FEASIBILITY OF USING GREEN CONSTRUCTIONS IN UKRAINE

*Pushkarova Kateryna<sup>1</sup>, Kryvenko Olga<sup>2</sup>,  
Kochevykh Maryna<sup>3</sup>, Motsna Daryna<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>Kyiv National University of Construction and Architecture  
[pushkarova.kk@knuba.edu.ua](mailto:pushkarova.kk@knuba.edu.ua), [kryvenko.ov@knuba.edu.ua](mailto:kryvenko.ov@knuba.edu.ua) <sup>2</sup>,  
[kochevykh.mo@knuba.edu.ua](mailto:kochevykh.mo@knuba.edu.ua) <sup>3</sup>, [motsna.do@knuba.edu.ua](mailto:motsna.do@knuba.edu.ua) <sup>4</sup>*

Greening systems are considered as a promising solution for increasing the energy efficiency and environmental friendliness of buildings. Green construction involves minimal negative impact on the environment; its goal is to reduce the level of energy and material resources during the entire life cycle of the building.

Green structures, represented by green facades and roof coverings, consist of building elements in combination with plants. Green spaces are an organic part of the modern city and perform various functions in it, which can be divided into sanitary-hygienic and decorative-planning.

Greening of facades and roofs reduces the negative impact of high-rise buildings and the transport system on the environment, creates additional building insulation and reduces carbon dioxide emissions from buildings. Green constructions are compact, can be placed on buildings, therefore contribute to the preservation of land resources, additionally creating a certain decorative effect in the formation of the architectural environment of the city [1, 2].

Green plants saturate the environment with oxygen and absorb the carbon dioxide formed, they are able to partially reflect radiant energy, and the reflection of such energy by foliage is several times higher than reflection by hard surfaces

- asphalt, facades. The surface temperature in the area of green spaces is 12...14°C lower than the temperature of walls and pavements. At elevated temperatures in the shade of trees, the air temperature is 7...8°C lower than in the open space, and even grass coverings can lower this temperature. Total solar radiation under the canopy of certain types of trees is almost 9 times less than in open space.

The hygienic value of green spaces is that they significantly reduce heat radiation. Green structures protect buildings from acid rain and ultraviolet rays, reducing the formation of cracks, preventing carbonization of building facades and increasing their service life and durability.

A significant role of green spaces is in cleaning the air of cities: restraining air flows, plants absorb pollutants contained in it - finely dispersed aerosols and solid particles, as well as gaseous compounds that are absorbed by plants. Grass plants absorb dust well: grass with a height of up to 10 cm holds 3...6 times more dust than land not covered with grass, and 10 times more than the crown of a tree. Even relatively small areas of plantations reduce the dustiness of the city air on their own territory by 30...40% in the summer. Green plantations reduce the level of urban noise, weakening sound vibrations during their passage through branches, leaves, and needles. The crown of trees scatters up to 74% and absorbs up to 26% of sound energy.

In summer, green spaces reduce noise by 7...8 dB, in winter - by 3...4 dB. Plant screens along highways reduce the noise level from city transport by 4.5...10 dB. Grass cover can reduce noise by 6 dB. The green mass of vines covering the walls increases their absorption capacity by 6...8 times, and also contributes to the dispersion of sound energy. Green designs reduce the level of external noise and vibration (up to 40 dB) by creating a noise buffer zone in the middle. Thanks to the plant covering of green roofs, sound insulation is increased by 8 dB.

Green plantings can perform the function of wind protection. In residential areas, which are located next to windbreaks or forests, there is a reduction in heating costs by 20...30%.

When designing modern buildings, vertical and horizontal forms of green structures can be used. Today, there are various technologies for arranging "living green" walls on the exterior of buildings, as well as in semi-open spaces and interiors. There are two main categories of green walls: "living walls" and green facades. Green facades consist of climbing plants, which are located directly on the wall or on special restraining structures. "Vertical garden" refers to all forms of vertical greening of wall surfaces, including with the help of climbing plants rooted in the ground [2].

Planning a green facade with this method involves additional structures and works to support plants. As a support for climbing plants, various types of steel are used, including stainless steel and galvanized; different types of wood, as well as polymer materials and products. Each of these materials changes the aesthetic and functional properties of supporting structures due to their mass, profile thickness, durability and cost [3].

The advantage of the vertical garden technology is that the plants do not require a lot of space for planting, the roots of climbing plants growing in the immediate vicinity of the building collect water from the ground, reducing the humidity of the foundations. Green plants protect the wall from destruction, maintain a comfortable temperature inside the building. The disadvantage is the duration of creating a green cover and the sufficient strength of the supporting structure.

To create "living walls" of vertical greening of facades, more effective systems are used: felt (hydroponic); modular (using a substrate); container (planting in pots). The most popular is hydroponic technology, which was proposed by P. Blanc, and involves a structure consisting of a frame, a sheet of PVC, additionally covered with polypropylene foil, to which two layers of felt based on acrylic fibers are attached, which replaces the soil and retains water.

Modular panels consisting of "phytomodules" - cassettes made of stainless steel, a layer of waterproofing, an irrigation system, a nutrient medium and plants themselves. The load-bearing elements of the frame are calculated to absorb the load from the mass of landing modules with soil substrate, as well as wind pressure.

To reduce the mass of phytomodules, synthetic soil substitutes are used, such as «Epiweb» or «Aquadyne», which are 70% made of recycled plastic - polyethylene terephthalate. Synthetic soil substitutes are hygroscopic materials that do not rot, do not decompose under the influence of ultraviolet rays, and are chemically neutral.

Container systems of vertical gardening are represented by a structure consisting of a load-bearing waterproofed metal frame erected along the walls and fixed to the structure of the building. The rigidity of the frame is ensured by the connection of vertical supporting elements with horizontal platforms-bridges. The choice of plant assortment for such a system of vertical gardening is practically unlimited, but ampel (climbing) plants with a long flexible stem are used more for the implementation of design concepts. The advantage of this technology is the ease of care for green spaces, which can be carried out from the inside of the facade.

Horizontal greening (green roofs) is divided into extensive and intensive. The extensive type does not involve regular human exploitation and has a relatively thin layer, which allows growing drought-resistant plants - mosses, sedums, lichens, grasses. This project solution is recommended for most cases of landscaping, for all climatic zones, withstands wind loads up to 25 m/s.

The intensive method of landscaping a green roof involves the use of a more massive, stronger and more reliable "pie" of roof landscaping, capable of absorbing and accumulating more moisture, as well as withstanding heavy loads.

When arranging the layers of the green roof, the load that the roof structure can withstand is taken into account; type of greenery; the volume of the soil layer for the placement of plant roots; the necessary amount of moisture to ensure plant

growth, taking into account drainage to remove excess moisture, the need to protect structural elements of the roof from root penetration.

The green roof should consist of the following layers: soil substrate; filter layer (which excludes the mixing of particles of the soil substrate with the substances of the drainage layer); drainage layer or substrate; an anti-root layer that prevents the penetration of roots into the structural elements of the roof.

Green roofs provide thermal insulation of the building: in the summer they reduce the heating of the premises, and in the winter they retain heat, which helps to improve the level of comfort of people's living. In the ecological direction, green constructions contribute to the improvement of the environment, create additional local biogeocenoses. Available green roofs can be additional public space: playgrounds, sports areas, places for recreation.

One of the directions of the concept of creating modern urban construction is the use of bioreceptive materials, including bioconcrete, or the so-called "living" concrete, which acts as a natural environment for the growth and development of biological organisms - a certain type of microalgae, lichens or mosses [4].

The bioreceptive properties of stone materials depend on the pH of the environment, porosity and surface roughness. The pH value of the environment should approach 9, which is close to the pH value of the substrate, which promotes the development of cryptogams - living organisms that can be used to create "green" facades.

The technological advantages of bioconcrete are the absence of the need for complex structures with a substrate or hydroponics systems, plant roots do not destroy buildings, the growth of biological organisms is supported and stimulated directly on their own surface.

The ecological advantages are that bioconcrete absorbs carbon dioxide, thanks to the vegetation layer, the content of CO<sub>2</sub> in the atmosphere decreases, while oxygen is released, which is a bio-indicator of the degree of pollution and the ecological state of the environment. The aesthetic advantages are that bioconcrete is well combined with other types of decoration, and there are also wide opportunities for phytodesign and the selection of certain parts on the facade that are subject to decorative landscaping [5, 6].

Thus, the use of appropriate green building materials and constructions from them allows to obtain long-lasting, ecological and energy-efficient structures that create a harmonious architectural environment of a modern city. This approach is especially important in the reconstruction of destroyed cities of Ukraine and the restoration of ecological safety of its territories.

## REFERENCES

1. Babak R., Martin J. The impact of greening systems on building energy performance: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 45, 2015. 610-623 pp.



2. Blanc P. The Vertical Garden. From Nature to the City. Revised and Updated, W.W.W. Norton & Company, London–New York, 2012, 208 pp.

3. Dorozhkina E.A. Some aspects of the formation of phytofacades for high-rise buildings // Urbanism. - 2020. - No. 2. - P. 77 - 87. DOI: 10.7256 / 2310-8673.2020.2.32361

4. Guillitte O. Bioreceptivity: a new concept for building ecology studies / O. Guillitte // The Science of the Total Environment 167 (1995) 215-220.

5. S.Manso Blanco. Bioreceptivity Optimization of Concrete Substratum to Stimulate Biological Colonization: doctoral thesis: 06.2014/ S.Manso Blanco. - Barcelona, 2014.-146 p.

6. S.Manso Blanco. A review of sample preparation and its influence on pH determination in concrete samples/ S.Manso, A.Aguado.-B.: Materiales de Construction 2017.- Vol.- 67.-10 p.

## **РОЗРАХУНОК РОЗПОДІЛЬЧИХ ДРЕНАЖНИХ ТРУБОПРОВОДІВ, ПРОКЛАДЕНИХ З ПОХИЛОМ**

*Кравчук Андрій Михайлович<sup>1</sup>, Кравчук Олександр Андрійович<sup>2</sup>*

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

*<sup>1</sup>kravchuk.am@knuba.edu.ua, <sup>2</sup>kravchuk.oa2@knuba.edu.ua*

На сьогоднішній день напірні перфоровані трубопроводи, які працюють зі змінною витратою вздовж шляху, досить широко застосовуються у різних галузях господарства. Зокрема, вони використовуються у сільському господарстві для управління водним режимом ґрунтів на меліорованих землях [1, 2]. Вдосконалення та інтенсифікація роботи даних систем безумовно є актуальними [3].

Більшість авторів досліджували варіант горизонтальної прокладки дренажних труб, коли впливом похилу дренажного трубопроводу на його розрахункові параметри можна знехтувати. Проте на практиці для отримання достовірних результатів вплив похилу необхідно враховувати.

В даній роботі аналізується рух потоку рідини зі змінною витратою у розподільчих напірних дренажних трубопроводах, які прокладені з похилом. Поверхня ґрунтових вод при цьому вважається горизонтальною.

Розрахункова схема для даного випадку приведена на рис. 1.

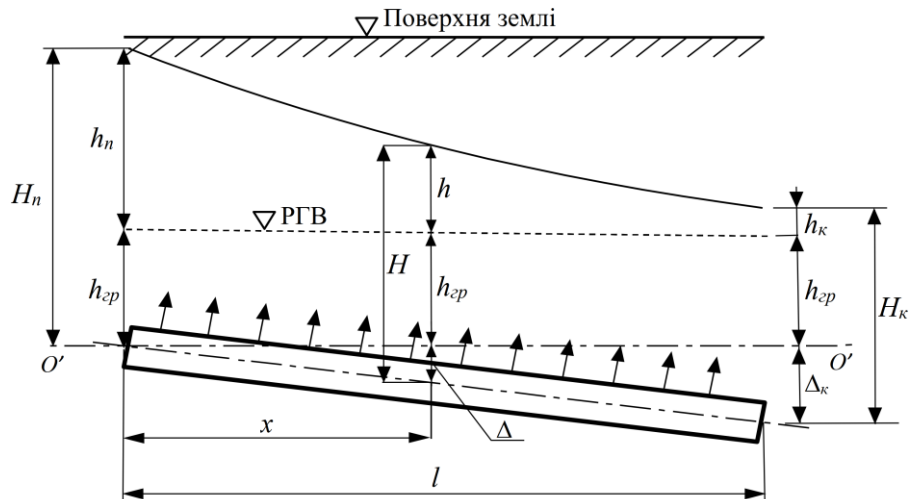


Рис. 1. Схема роботи похильний розподільчого дренажного трубопроводу при горизонтальному рівні поверхні ґрунтових вод (РГВ)

Як відомо, рух потоку рідини зі змінною витратою у розподільчих напірних дренажних трубопроводах, які прокладені з похилом, описується системою диференціальних рівнянь, яка складається з рівняння гідравліки змінної маси (1) і модифікованого рівняння фільтрації (2) [4, 5]:

$$\frac{dH}{dx} + \frac{2}{g} V_i \frac{dV_i}{dx} + \frac{\lambda_p}{2gD} V_i^2 \pm i = 0 \quad (1)$$

$$\frac{d(V\Omega)}{dx} = -k_\phi \frac{h}{\Phi}, \quad (2)$$

де  $H = h + h_{cp} + \Delta$  – повний напір в дрени;  $h_{cp}$  – відстань від осі початкового перерізу труби до поверхні ґрунтових вод;  $h = H - h_{cp} - \Delta$  – змінний за довжиною перепад напорів, під дією якого відбувається витікання рідини з труби в навколишнє середовище;  $dH = dh \pm idx$ ;  $\frac{\Delta_\kappa}{l} = \pm i$  – геометричний

похил прокладання трубопроводу;  $V_i$ ,  $D$ ,  $\Omega$  – відповідно, витрата, середня швидкість, діаметр і площа живого перерізу потоку на відстані  $x$  від початку похильного трубопроводу;  $\Phi$  – фільтраційний опір дрени (його визначення представляє окрему фільтраційну задачу) [6];  $k_\phi$  – коефіцієнт фільтрації ґрунту навколо труби;  $\lambda_p$  – гідравлічний коефіцієнт тертя дренажного трубопроводу;  $g$  – прискорення вільного падіння.

В рівнянні (1) верхній знак при похилі ґрунтових вод (в даному випадку «+») відповідає прямому похилу трубопроводу, нижній («-») – зворотному.

Використавши наведені вище співвідношення, а також ввівши нові змінні

$$\bar{V}_i = \frac{V_i}{\sqrt{gh_n}}, \quad \bar{x} = \frac{k_\phi x}{\Omega \Phi} \sqrt{\frac{h_n}{g}}, \quad \bar{h} = \frac{h}{h_n}, \quad (3)$$

вихідна система рівнянь зводиться до безрозмірного вигляду:

$$\frac{d\bar{h}}{d\bar{x}} + 2\bar{V}_i \frac{d\bar{V}_i}{d\bar{x}} + \zeta_{l_p} A \bar{V}_i^2 \pm B = 0 \quad (4)$$

$$\frac{d\bar{V}_i}{d\bar{x}} = -\bar{h}, \quad (5)$$

де  $\zeta_{l_p} = \lambda_p \frac{l}{D}$  – коефіцієнт опору розподільчого дренажного трубопроводу;

$A = \frac{1}{2\bar{x}_k} = \frac{\Omega\bar{\Phi}}{2k_\phi l} \sqrt{\frac{g}{h_n}}$  – узагальнений параметр розподільчої дрени, який

враховує її конструктивні і фільтраційні характеристики;  $B = \frac{i l A}{h_n}$  –

параметр, який враховує вплив похилу дрени на характеристики потоку.

Другий член рівняння (4) описує втрати напору, які пов'язані з ефектом від'єднання рідини, третій – втрати на гідравлічне тертя за довжиною, четвертий – вплив похилу.

В дренажних зволожуючих системах трубопроводу, як правило, мають відносно велику довжину. Тому, впливом другого члена в рівнянні (4) без суттєвої похибки, можна знехтувати [7], маємо:

$$\frac{d\bar{h}}{d\bar{x}} = \zeta_{l_p} A \bar{V}_i^2 \pm B. \quad (6)$$

Його розв'язок для початкового перерізу дозволяє отримати вираз:

$$1 - \bar{h}_k^2 = \frac{2\zeta_{l_p} A}{3} \bar{V}_{n.i}^3 \pm 2B\bar{V}_{n.i}. \quad (7)$$

Для подальшого аналізу використаємо поняття розподільчого дренажного трубопроводу нескінченної довжини ( $l \rightarrow \infty$ ,  $\zeta_{l_p} \rightarrow \infty$ ). Для нього перепадом напорів в кінцевому перерізі можна знехтувати, тобто приймається  $\bar{h}_k \rightarrow 0$ . Тоді, залежність (7) прийме вигляд:

$$\frac{2\zeta_{l_p} A}{3} \bar{V}_{n.\infty.i}^3 \pm 2B\bar{V}_{n.\infty.i} = 1. \quad (8)$$

При подальшому аналізі введемо до розгляду поняття фіктивного горизонтального ( $i = 0$ ,  $B = 0$ ) розподільчого дренажного трубопроводу нескінченної довжини, для якого залежність між діючим відносним перепадом напорів і відносною довжиною має вигляд:

$$\bar{h}_\phi = \sqrt{\frac{2\zeta_{l_p} A_\phi}{3} \bar{V}_\phi^3}. \quad (9)$$

Прирівнявши залежність (7), для нескінченно довгого похильного дренажного трубопроводу (за умови  $\bar{h}_k \rightarrow 0$ ) і вираз (9), отримаємо:

$$\frac{2\zeta_{l_p} A}{3} \bar{V}_i^3 \pm 2B\bar{V}_i - \frac{2\zeta_{l_{\phi.p}} A_{\phi}}{3} \bar{V}_{\phi}^3 = 0. \quad (10)$$

З останнього кубічного рівняння, при відомому  $\bar{V}_{\phi}$ , розраховуємо  $\bar{V}_i$ .

При цьому відстань до перерізу похильного дренажного трубопроводу, в якому відносна швидкість буде дорівнювати  $\bar{V}_i$  може бути розрахована за залежністю:

$$\bar{x} = 2\bar{V}_{n.\infty} \left[ \sqrt{\frac{1}{\frac{\bar{V}_i}{\bar{V}_{n.\infty}} + \frac{1}{\left(1 + \frac{\bar{x}_k}{2\bar{V}_{n.\infty}}\right)^2}} - 1} \right]. \quad (11)$$

А співвідношення між  $\bar{x}$  і  $\bar{x}_{\phi}$ , при яких відносні швидкості в перерізах реального і фіктивного трубопроводів будуть рівні ( $\bar{V}_i = \bar{V}_{\phi}$ ) із співвідношення:

$$\bar{x} = 2\bar{V}_{\phi} \left( \frac{1}{\sqrt[3]{h}} - 1 \right). \quad (18)$$

**Висновок.** В даній роботі на основі аналізу диференціальних рівнянь, які описують рух рідини в розподільчих напірних дренажних трубопроводах, які прокладені з похилом  $i$ , запропоновано відносно прості аналітичні залежності і допоміжні графіки для їх розрахунку. При проведенні аналізу введено поняття нескінченно довгого похильного дренажного трубопроводу або трубопроводу з нескінченною величиною просякнення бічної поверхні стінок труби. Оцінено вплив величини похилу на розрахункові параметри таких труб при їх різних конструктивних характеристиках. Приведені формули рекомендуються для застосування в широкому діапазоні зміни параметрів дренажних труб, що прокладені з похилом. Для подальшого розвитку даного напрямку досліджень вважаємо за необхідне більш детальне вивчення внутрішньої гідродинаміки потоку рідини в напірних розподільчих дренажних трубопроводах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Valipour M., Krasilnikof J., Yannopoulos S., Kumar R., Deng J., Roccaro P., Mays L., Grismer M. E., Angelakis A. N. The evolution of agricultural drainage from the earliest times to the present // *Sustainability*. 2020. No 12 (1), 416.

2. Schultz B., Thatte C. D., Labhsetwar V. K. Irrigation and drainage. Main contributors to global food production // Irrigation and Drainage. 2005. Vol. 54, No 3. P. 263-278.

3. Castellano M. J., Archontoulis S. V., Helmers, M. J., [Poffenbarger](#), H. J., Six J. Sustainable intensification of agricultural drainage // Nature Sustainability. 2019. No 2. P. 914-921.

4. Cherniuk V., Hnativ R., Kravchuk O., Orel V., Bihun I., Cherniuk M. The problem of hydraulic calculation of pressure distribution pipelines // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 6, No 7 (114). P. 93-103.

5. Кравчук А. М., Чернишев Д. О., Кравчук О. А. Гідравліка напірних перфорованих трубопроводів очисних споруд систем водопостачання та водовідведення: монографія. Київ: КНУБА, 2021. 204 с.

6. Олейник А. Я., Поляков В. Л. Дренаж переувлажненних земель. Київ: Наукова думка, 1987. 279 с.

7. Кравчук О. А. До гідралічного розрахунку напірних дренажних трубопроводів, які працюють в режимі роздачі // Комунальне господарство міст. 2021. Вип. 163. С. 68-74.

**ПЕРСПЕКТИВИ ЗМЕНШЕННЯ ОБ'ЄМІВ ВИКИДІВ  
ВУГЛЕЦЕВОГО ГАЗУ З ПЕЧЕЙ ВИРОБНИЦТВ БУДІВЕЛЬНИХ  
МАТЕРІАЛІВ ШЛЯХОМ ЙОГО ЗАЛУЧЕННЯ У ПРОЦЕС  
СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ**

*Крот Олександр Юлійович<sup>1</sup>, Пуховой Олександр Вікторович<sup>2</sup>,  
Крот Ольга Петрівна<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія  
Кондратюка», [uch.opk@gmail.com](mailto:uch.opk@gmail.com)*

*<sup>2</sup>Харківський національний університет міського господарства імені  
О. М. Бекетова, [alexspuchovoy@gmail.com](mailto:alexspuchovoy@gmail.com)*

Вуглекислий газ, поряд з метаном і оксидом азоту, є парниковим газом. І вплив саме вуглекислого газу на температуру поверхні планети переважає над іншими впливами. Частка вуглекислого газу в атмосфері за час індустріальної епохи збільшилася на 31% [1]. Зміна клімату через збільшення концентрації цього газу розглядається у ISO 14067:2018 [2].

Технології зменшення концентрації вуглекислого газу ідуть за різними напрямками. Відомими є технології захоплення молекул вуглекислого газу з атмосфери з використанням фільтрів. Може застосовуватись спеціально оброблений целюлозний фільтр, очевидно змочений водою, який, після насичення вуглекислою регенерується нагріванням, звільняючи «чистий» вуглекислий газ [1].

Інший напрям зменшення концентрації вуглекислого газу є можливість непотрапляння великої кількості його в атмосферу взагалі. Утворений у технологічному обладнанні цей газ, особливо у високих концентраціях, може бути використаний у технологіях, де він є потрібним. Великим «постачальником» вуглекислого газу в атмосферу є виробництва цементу та вапна. На кожний 1кг виробленого цементу виробляється від 0,65 до 0,9 кг CO<sub>2</sub> [3] в залежності від способу виробництва («мокрый» чи «сухий») та палива, що застосовується. Це пов'язано, перш за все, з хімією самого процесу – розкладання карбонату кальцію в тепловому агрегаті (рис. 1).

Відносні атомні маси дорівнюють для: кальцію 40, вуглецю 12, кисню 16. Маса молекули CaCO<sub>3</sub> = 40+12+3\*16 = 100; маса молекули CO<sub>2</sub> = 12+2\*16 = 44. Отже, при розкладанні кальцій-карбонатного мінералу (крейди чи вапняку) 44% від його початкової маси виходить в атмосферу у вигляді вуглекислого газу, а маса готового на цьому етапі продукту – вапна - складає лише 56%.

Помітний внесок у збільшення кількості вуглекислого газу робить і спалювання палива у технології виробництва цементу. Для приблизного розрахунку кількості вуглекислого газу розглянемо згоряння метану (у природному газі його від 80 до 97%): CH<sub>4</sub>+2O<sub>2</sub> = CO<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O.

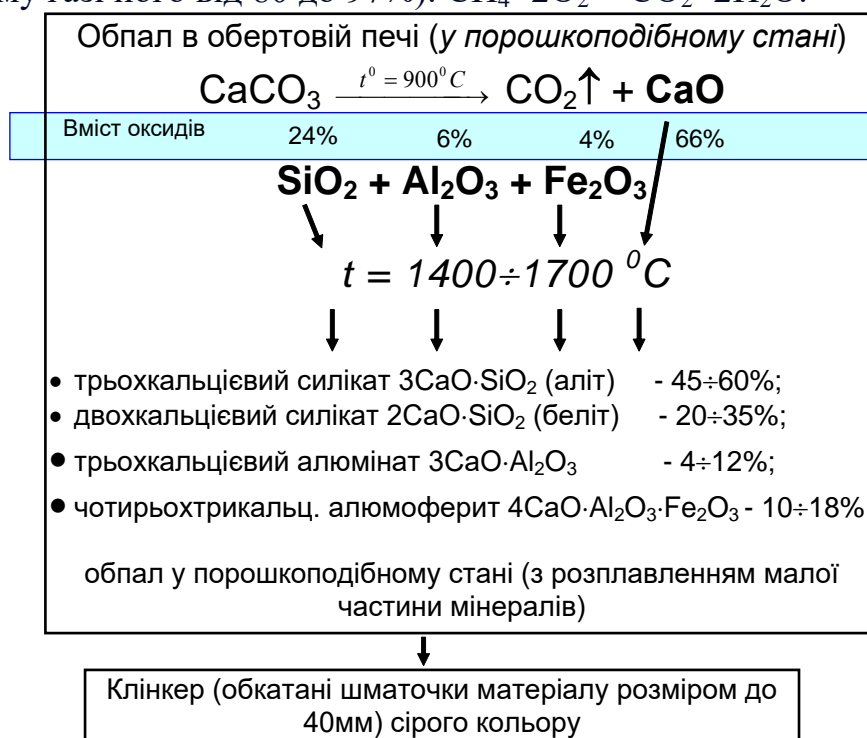


Рис. 1. Фрагмент схеми виробництва цементу

Маса молекули CH<sub>4</sub> = 12+4\*1 = 16. Пам'ятаючи, що CO<sub>2</sub> = 44, бачимо, що, залучаючи кисень з повітря, згоряння 16 кг метану приводить до утворення 44 кг вуглекислого газу (різниця у масах 2,75 разів). Орієнтовна питома витрата природного газу складає від 120 до 180 кг на 1000кг цементу (в залежності від способу виробництва і технології). Отже, на кожен тону

цементу утворюється від  $120 \cdot 2,75 = 330 \text{ кг}$  до  $180 \cdot 2,75 = 495 \text{ кг}$   $\text{CO}_2$  внаслідок спалювання палива. Ефективна організація процесу обпалу цементу здатна помітно зменшити ці об'єми [4], але не розв'язують проблему кардинально.

Застосування вугілля (а не природного газу) для обпалу суттєво збільшує вміст  $\text{CO}_2$  у викидах. Не поліпшують ситуацію з утворенням  $\text{CO}_2$  і спроби застосування горючих відходів при обпалюванні.

Частка кожного з цих джерел (розклад кальцій-карбонатного мінералу і спалювання) у загальній генерації вуглекислого газу на цементному виробництві складає приблизно 60% і 40% відповідно [3].

Надлишок повітря, необхідного для ефективного спалювання палива, збільшує об'єм викидів, але суттєво зменшує концентрацію  $\text{CO}_2$ . Так, наприклад, у печах для обпалу клінкеру і вапняку (у виробництві вапна) ця концентрація може бути від 20 до 40%. Але і ці концентрації є значно більшими, ніж у теплогенераторних установках чи двигунах внутрішнього згоряння, де концентрація  $\text{CO}_2$  на виході не перевищує 15%. Концентрація ж  $\text{CO}_2$  має суттєве значення для застосування цього газу для процесу карбонізації будівельних матеріалів. Відомо, що швидкість протікання реакції (наприклад, майбутньої карбонізації) залежить від *природи речовин*, що реагують, *концентрації речовин*, *площі контакту речовин*, що реагують, *температури*, наявності і активності *каталізатора*, а у випадку, коли речовини є газоподібними, – ще й від *тиску*. Отже, можливим потенційним шляхом залучення  $\text{CO}_2$  до технології виробництва є карбонізація речовини (тобто, процес зворотній до того, що відбувся в тепловому агрегаті):  $\text{CO}_2 + \text{CaO} = \text{CaCO}_3$ .

Цей процес у будівництві застосовувався здавна. Ще за часів Римської і Візантійських цивілізацій застосовували як в'язучі речовини і пуцолановий «цемент», і гідравлічне вапно. І якщо перший з них природно давав водостійкий цементний камінь після твердіння (і застосовувався навіть для створення гідроспоруд), то гідроксид кальцію (гашене вапно)  $\text{Ca(OH)}_2$  вважається повітряним в'язучим, тобто твердіє і зберігає довготривалу міцність у повітрі (не у воді). Але ж гашене вапно поступово схоплюється і втрачає воду під час процесу випаровування, вже знаходячись у складі кам'яної кладки (в тому числі і відбувається процес видалення хімічно зв'язаної води):  $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ .

У складі кам'яної кладки це відбувається дуже повільно, протягом років. Проте існування вільного  $\text{CaO}$  відкривало можливості для утворення водостійких і більш міцних матеріалів.

По-перше, можна згадати так звану цем'янку, що застосовувалася нашими предками. Цей матеріал є характерною рисою кам'яної архітектури Київської Русі, зокрема – будівлі Софійського собору та Десятинної церкви. Цем'янка являє собою суміш вапна та подрібнених (або розмелених) шматочків керамічної цегли, основою якої є оксид кремнію  $\text{SiO}_2$  (що є основою глини, з якої цегла виробляється). В присутності води

утворюються (хоча й повільно) різноманітні гідросилікати кальцію, що є водостійкими та міцними мінералами; вони зберігають стародавні мури і роблять їх міцнішими з року в рік.

По-друге, навіть без додавання оксиду кремнію відбувається процес зміцнення кладки через утворення карбонату кальцію  $\text{CaCO}_3$ . Кладка поглинає вуглекислий газ з повітря, таким чином утворюючи  $\text{CaCO}_3$ . Історично та традиційно пришвидшення протікання цього процесу активізували збільшенням кількості і доступності  $\text{CO}_2$ , в тому числі і всередині бетону [5], навіть не знаючи «хімії» протікання цього процесу. Збільшення вмісту  $\text{CO}_2$  у складі бетону досягалося додаванням яєчних білків; оптимальним вважається додавання білків у кількості 6% за масою від маси вапна [5]. Сучасні способи залучення вуглекислого газу до бетону можна розділити на два напрями: 1. залучення вуглекислого газу на етапі приготування бетонної суміші для її використання безпосередньо на будівельному майданчику; 2. залучення на етапі твердіння сформованого виробу на підприємстві. За першим напрямом працює, наприклад, компанія CarbonCure [6]. За цією технологією  $\text{CO}_2$  подається у змішувальну установку. За даними цієї компанії у середньому виробники, які використовують готову суміш CarbonCure, знижують вміст цементу на 4-6% без шкоди для якості та продуктивності бетону. Очевидно, що час взаємодії  $\text{CO}_2$  з бетоном у цьому випадку обмежений часом перебування у змішувальній установці, а час – одна з складових повноти протікання реакції. За другим напрямком відомо значно більше досліджень. Тут можна поєднувати і підвищену *концентрацію речовин*, і великі *площі контакту речовин*, що реагують (наприклад, пінобетон чи газобетон), і вплив *температури* (застосування пропарювальної камери або автоклава), і *тиску* (застосування автоклава). При цьому  $\text{CO}_2$  в процесі приготування суміші може бути застосовано також. Твердіння у вуглекислотному середовищі можна певною мірою розглядати як заміну автоклавного твердіння цегли, що традиційно називається силікатним, а також автоклавного твердіння газобетонних виробів. Утворення гідросилікатів кальцію при автоклавному твердінні проілюстровано наступною формулою:  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SiO}_2 + m\text{H}_2\text{O} = \text{CaSiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ .

Кількість молекул води у гідросилікаті залежить від багатьох факторів і пояснює велику різноманітність гідросилікатів кальцію. Принципова схема виробництва силікатної цегли (рис. 2).

Є кілька причин вважати саме виробництва силікатної цегли та газобетону вважати потенційною базою розвитку технології вуглекислотного твердіння будівельних виробів.

По-перше, ці вироби є популярними в Україні через те, що кварцовий пісок є досить доступним на місцевих кар'єрах; вони є в доступності поблизу цементних заводів і заводів, де у промислових масштабах



здійснюється обпал вапняку (заводи силікатних виробів, цукрові заводи і металургійні комбінати).



W, A – вологість і активність сировинної суміші

Рис. 2. Загальна схема виробництва силікатної цегли [7]

По-друге, загальновідомо, що механічна міцність силікатної цегли, вивантаженої з автоклава, є меншою за ту, яку цегла набуває при подальшому витримуванні її на повітрі. Це пояснюється карбонізацією гідроксиду кальцію (і залишків оксиду кальцію), що відбувається за рахунок вуглекислоти повітря. Отже, процес, що пропонується як перспективний, частково (у незначній мірі) вже зараз реалізується у виробництві силікатної цегли.

Третє, потенційний ресурс автоклавів через певний час (кілька років, максимум десятків років) буде вичерпаний – це апарати високого тиску. Але застосування навіть умовно «старих» автоклавів для відносно малих тисків (до 0,3 МПа (приблизно 3 атм)) буде можливим. Температура в автоклаві при такому значенні тиску буде складати близько 133 градусів. Тривалість автоклавної (чи термовологісної) обробки в середовищі вуглекислого газу може бути більшою, ніж тривалість витримки в автоклаві традиційних силікатних виробів, але час виходу автоклава «на номінальний режим» і час скидання тиску будуть значно меншими.

Четверте, суміші для виробництва силікатних виробів є найбільш перспективними з точки зору підвищення їхньої активності при переробці у механічних активаторах, якими можуть виступати чи стержневі млини, чи дезінтегратори, чи барабанно-валкові машини [8]. Це пояснюється тим, що в'язуча речовина (вапно, оксид кальцію), на відміну від частинок цементу у традиційному портландцементі, дуже легко подрібнюється на найдрібніші елементи і розподіляється навіть серед частинок піску навіть при невеликому (з точки зору енергоємності процесу) механічному впливі. Обробку суміші вуглекислим газом можна починати ще на цьому етапі – етапі механічної активації перед пресуванням.

На погляд авторів доповіді, розглянуті технології мають перспективи розвитку, забезпечуючи не тільки рентабельність виробництва, а й позитивний внесок в екологічне майбутнє у світі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. R. J. H. Dunn, F. Aldred, N. Gobron, J. B Miller, and K. M. Willett, Eds. State of the Climate in 2020. Global Climate, 2020. 142p.
2. ISO 14067:2018 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification, 2018. 46p.
3. Cement Manufacturing: Ways to Reduce CO<sub>2</sub> Emissions. Mario Honrubia. URL: <https://www.ennomotive.com/cement-manufacturing-emissions/> (дата звернення: 23.03.2023).
4. Eriksson M., Hökfors B., Backman R. Oxyfuel combustion in rotary kiln lime production // Energy Science & Engineering, 2014. №2(4). P. 204-215.
5. Md Azree Othuman Mydin. Preliminary Studies on the Development of Lime-based Mortar with Added Egg White // International Journal of Technology, 2017. № 8(5). P. 800-810.
6. A Win-Win Solution. URL: <https://www.carboncure.com> (дата звернення: 23.03.2023).
7. Савченко О.Г. Обладнання комплексів для виробництва будівельних дрібноштучних стінових виробів. Харків: Вид-во Тимченко, 2006. 416 с.
8. Krot A., Ruchka A., Savchenko O. Analytical Modeling of Oscillations of Movable Operating Elements of a Roll-Drum Activator // International Journal of Engineering & Technology, 2018, Vol 7 (4.3). P. 58-63.

## ПОРІВНЯННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ ВНУТРІШНІХ МЕРЕЖ БУДИНКІВ

*Кушка Олександр Миколайович<sup>1</sup>, Степова Наталія Георгіївна<sup>2</sup>, Любенко Володимир Володимирович<sup>3</sup>, Бодак Владислав Юрійович<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури,  
[kushka.om@knuba.edu.ua](mailto:kushka.om@knuba.edu.ua)

<sup>2</sup>Інститут гідромеханіки НАН України, [stepovanataly@yahoo.com](mailto:stepovanataly@yahoo.com)

<sup>3</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури,  
[liubenko.vv@knuba.edu.ua](mailto:liubenko.vv@knuba.edu.ua)

<sup>4</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури,  
[bodakvladyslav@gmail.com](mailto:bodakvladyslav@gmail.com)

Сьогодні в Україні при розрахунках внутрішніх мереж холодного та гарячого водопостачання (подавальної частини) застосовують дві методики: стандартну, викладену в ДБН 2013 року «Внутрішній водопровід та каналізація» [1], та методику, яка спирається на використання комплексного параметру (так званого «оптимального діаметру») [2, 3].

У ДБН [1] в пункті 11.1 вказано, що розрахунок систем холодного водопостачання потрібно проводити за максимальними секундними

витратами води. І далі в пункті 11.5 - діаметри окремих ділянок мережі потрібно визначати «за умови найбільшого використання гарантованого тиску води», тобто потрібно намагатись приймати якнайменший діаметр труб, при одночасному збільшенні швидкості руху та зростанні втрат напору. Наступний пункт 11.6 конкретизує рівень швидкостей, а саме: максимальні швидкості води в мережі в залежності від матеріалу труби (металеві – 1,5 м/с; полімерні – 2,5 м/с; мідні – 3 м/с).

У дванадцятому розділі ДБН [1] викладено аналогічні рекомендації стосовно максимальних секундних витрат води та максимальних швидкостей руху води у подавальній частині внутрішніх систем гарячого водопроводу. Так, для металевих труб максимальна секундна витрата води становить 1,5 м/с; для «пластикових та металопластикових» – 2,5 м/с, а для мідних – 2 м/с.

Єдина відмінність стосується швидкості руху води: у мідних трубах системи гарячого водопроводу вона становить 2 м/с замість 3 м/с.

У країнах ЄС діє Стандарт [4], в якому наведені два значення максимальних швидкостей руху води в інженерних мережах будинку: 2 м/с – для всіх розподільчих ділянок, стояків, вводу водопроводу тощо та 4 м/с – для тупикових підводок до одного приладу. Це визначено в п. 4.4 даного Стандарту. Причому в примітці до цього пункту зазначено: «Національні норми можуть вимагати меншої швидкості потоку, щоб уникнути гідроударів і шуму».

І далі в п. 5.2 «Детальні розрахунки»: «Проектувальник може використовувати затверджений на національному рівні метод детального розрахунку для визначення розмірів труб (див. додаток С)».

У додатку С наведено перелік з восьми країн (Німеччина, Австрія, Франція, Данія та інші), які мають свої національні методи визначення розмірів (діаметрів) труб.

Такі національні методики, як зазначено у Стандарті [4], можуть бути використані як альтернатива наведеному вище європейському стандарту у випадках, коли існують причини для диференційованого підбору розмірів труб, наприклад, для великих будівель, промислових і комерційних підприємств тощо.

Більше того, Стандарт [4] вимагає: «Якщо існують будь-які інші національні методи розрахунку, які не наведені тут, рекомендується, щоб національний орган стандартизації надав інформацію в передмові до національного видання EN 806-3».

Ситуацію з визначенням оптимальних діаметрів на внутрішніх системах погіршує й те, що значна частина сучасних багатоповерхових будинків з розгалуженими системами водопостачання (будинки вище 16 поверхів) потребують зональної системи водопостачання. При цьому мінімальний напір в міській мережі водопроводу не може бути менше 10 м (приблизно 0,1 мПА) [5, п. 6.3.4.], а максимальний напір не повинен

перевищувати 60 м (0,6 мПа) [6]. Тобто тиск в різних точках зовнішньої мережі, до яких підключені внутрішні системи будинків, може змінюватись в 6 разів. А на величину тиску впливає не тільки територіальне розташування будинку, а також і час доби.

У вихідних даних для проектувальників надається величина мінімального гарантованого напору в точці підключення об'єкту водоспоживання до міської мережі, але не година, коли такий напір існує. Це все робить початкові умови для розрахунків внутрішніх мереж ще більш невизначеними. До того ж зростають вимоги до проєктантів, які при неповних вихідних даних повинні знайти найкращий варіант (діаметри, швидкості, втрати напору) на всіх ділянках внутрішніх мереж та підібрати необхідні помпи.

Альтернативна методика розрахунку внутрішніх мереж, розроблена на кафедрі водопостачання та водовідведення КНУБА, також спирається на максимальні секундні витрати води на окремих розрахункових ділянках (незмінних за матеріалом та розрахунковою витратою). Але швидкість руху і відповідно надалі, діаметри та питомі втрати напору, визначаються з урахуванням двох критеріїв, а саме – якості та кількості води у споживача.

Чим довше вода рухається по трубах, тим гірша її якість, тим суттєвіше зменшується концентрація знезаражуючої речовини. Потрібно зменшувати діаметр для збільшення швидкості руху води і збереження кількості води, яка надходить до споживача. Підвищення тиску та збільшення швидкості руху води в трубопроводі призводить до зростання питомих втрат напору на окремих ділянках і, як наслідок, втрат напору на розрахунковому напрямку (від помпи до найбільш віддаленого споживача), а також до зростання експлуатаційних витрат.

Для спрощення розв'язання поставленої задачі і був запропонований комплексний параметр – «оптимальний діаметр» [2, 3]:

$$D_{op} = \frac{\Delta PL T^2}{M}$$

де  $\Delta PL$  – втрати тиску на розрахунковому напрямку,  $\text{кг}/(\text{м}\times\text{с}^2)\times\text{м}$ ;  $T$  – час, за який вода проходить розрахунковий напрямок (від помпи до найбільш віддаленого споживача), с;  $M$  – середня маса води в 1 метрі труби на розрахунковому напрямку, кг.

Оскільки розрахунковий напрямок завжди складається з більш ніж одної ділянки, то до формул підставляють відповідні параметри всіх розрахункових ділянок на розрахунковому напрямку.

Втрати тиску  $\Delta P$  до формули «оптимального діаметру» краще підставляти в мПа. А найменше значення параметру «оптимальний діаметр» і буде визначати найкращий варіант розрахунку мережі.

Отримані середні швидкості руху води для різних об'єктів дещо відрізняються між собою, але вони завжди знаходяться в діапазоні «тихих труб», тобто менше 1 м/с. При цьому такий діапазон швидкостей є

характерним для усіх видів труб, незалежно від матеріалу, з якого вони виготовлені.

Оскільки для розв'язання задачі пошуку найкращих діаметрів на окремих ділянках існує простий алгоритм, то на результат не впливає досвід проектувальника.

Як приклад (див. рис. 1 та рис. 2) було виконано чотири розрахунки для одинадцятиповерхового будинку з загальною кількістю сантехнічних приладів 192 та довжиною розрахункового напрямку 50,5 м.

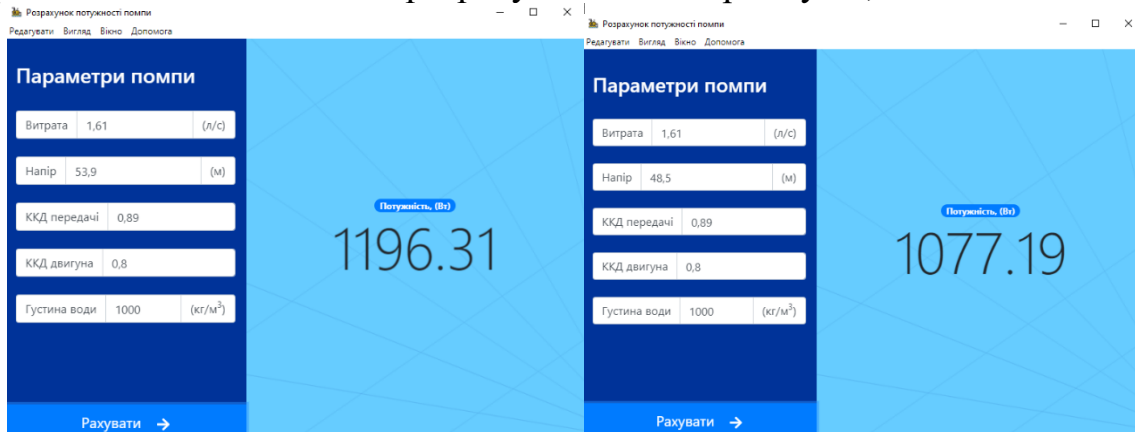


Рис 1. Визначення потрібної потужності помпи (сталеві труби)

Перші два розрахунки виконанні для мережі зі сталевих труб. Спочатку у відповідності до ДБН [1], потім - за методикою «оптимального діаметру» [2, 3]. Розраховано потрібні потужності помпи в годину максимального водоспоживання. Перший варіант мережі потребує помпу, що використовує на 11% більше електроенергії.

Ще більшу кількість електроенергії потрібно використовувати за методикою ДБН [1] в порівнянні з методикою «оптимального діаметру» при застосуванні поліетиленових труб (рис. 2), а саме на 30%.

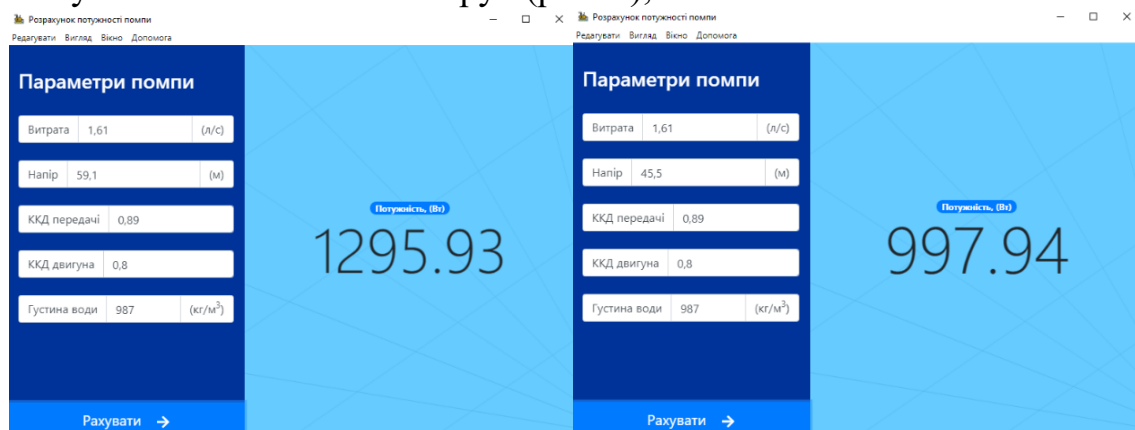


Рис 2. Визначення потрібної потужності помпи (поліетиленові труби)

## ВИСНОВКИ

1. Найбільш поширеною та офіційно визнаною в Україні методикою розрахунку внутрішніх мереж холодного та гарячого водопостачання є

наразі методика, викладена в ДБН 2013 року «Внутрішній водопровід та каналізація», яка, на жаль, допускає більші максимальні швидкості руху води в інженерних мережах будинку (для всіх розподільчих ділянок, стояків, вводу водопроводу тощо), особливо для найбільш розповсюджених зараз поліетиленових труб, ніж це рекомендовано аналогічними нормами, впровадженими в ЄС. Це, в свою чергу, потребуватиме внесення змін до методики, викладеної у ДБН, щоб привести її у відповідність до Стандарту [4] у разі вступу України до ЄС.

2. Використання розробленої на кафедрі водопостачання та водовідведення КНУБА альтернативної методики розрахунку внутрішніх мереж не тільки задовольняє європейським нормам [4], але й є дозволяє підібрати більш енергоефективні у використанні діаметри труб, у порівнянні з тими, що їх можна отримати за допомогою ДБН «Внутрішній водопровід та каналізація».

### ЛІТЕРАТУРА

1. **ДБН В.2.5-64:2012.** Внутрішній водопровід та каналізація. Мінрегіон України. К.: Укрархбудінформ, 2013. 105 с.

2. Кушка О., Степова Н. Щодо оптимізації розрахунку внутрішніх систем холодного та гарячого трубопроводу. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки, №36, 2021. DOI: <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2021.36.18-26>

3. Кушка О. Розрахунок внутрішніх мереж водопроводу при максимальному збереженні якості питної води. Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти (25-26 листопада 2021 р., м. Київ): матер. VII Міжнар. наук.-практ. конф./ Уклад. Жукова В., Колтишева Д. – 2021. – 209 с.

4. **EN 806-3:2006.** Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption - Part 3: Pipe sizing - Simplified method, 2006, p. 16.

5. **ДБН В.2.5-74:2013.** Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Мінрегіон України. К.: Укрархбудінформ, 2013. 115 с.

6. **ДБН В.2.5-74:2013. Зміна 1.** Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Мінрегіон України. К.: Укрархбудінформ, 2018. 14 с.

## СТРУКТУРНА МОДЕРНІЗАЦІЯ КЛАСТЕРІВ В ЕКО-ІНДУСТРІАЛЬНІ ПАРКИ ЗА УМОВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ БІЗНЕСУ

*Лаврухіна Катерина Олександрівна, Грикун Вікторія Андріївна*

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

*lavrukhina.ko@knuba.edu.ua*

Сьогодні ми спостерігаємо швидкі темпи реіндустріалізації технологічно розвинутих країн на нових підставах (адитивні технології (3D-друк), робототехніка, відновлювальна енергетика та ін.). І це по суті не залишає шансу малорозвинутим економікам.

Не менш важливими є і соціально-економічні наслідки цифровізації. Витіснення людини з промисловості, сільського господарства та сервісів не може не мати системних наслідків. Сучасний глобальний ринок праці – це складна багатокomпонентна та динамічна система, що піддається перманентному впливу інформаційних технологій, що тягне за собою зміни у змісті процесу праці, його організації, структурі зайнятості, соціально-трудова відносинах [4].

Об'єктивні процеси автоматизації, навіть за умови їх стримання урядами та суспільством, набиратимуть прискорення і цілком можливо досягнуть тієї межі, коли для підтримки всієї світової системи виробництва та логістики виявиться достатньо лише кількох мільйонів висококваліфікованих професіоналів.

Доречно розглянути авторське визначення поняття «кластер» - це сконцентрована за певною ознакою на певній території група взаємопов'язаних організацій, які доповнюють один одного, формують унікальні компетенції та дифузії знань і умінь, таким чином збільшуючи конкурентоздатність окремих компаній і кластера в цілому [1].

При цьому, кластерний розвиток – не обов'язково виступає короткостроковим рішенням для будь-якого структурного недоліку в системі. Радше, це довгострокове зобов'язання з боку всіх зацікавлених сторін. У багатьох країнах влада сприяє створенню кластерів. Ініціативи, спеціальні економічні зони чи індустріальні парки. До них належать супутні бізнес-послуги, які пропонуються учасниками кластеру координуючою організацією, такою як кластер управління або управління парком.

Такі кластерні ініціативи є організованими мережами між великою кількістю різних учасників в регіональній економічній системі.

Усі кластери мають чотири спільні кваліфікаційні характеристики:

- ✓ просторовий фокус
- ✓ галузева спрямованість
- ✓ критична маса фірм
- ✓ одиниця управління

Хоча кластери включають ці характеристики, їх реалізація може приймати різні форми, зображені на рисунку 1.



Рис 1. **Форми кластерної реалізації [3]**

Розвиток індустріальних парків сприяє створенню кластерів конкурентоспроможних виробництв та розширенню виробничих ланцюжків, може сприяти збалансованому економічному розвитку регіонів. Індустріальні парки або створюють підґрунтя для появи індустріального кластеру (в разі, якщо вони існують) або стають дієвим механізмом реалізації потенціалу кластера (якщо уряд зволікав із їхнім запуском).

За підходом ЮНІДО (Організація Об'єднаних Націй з промислового розвитку), позитивні ефекти спільного розвитку індустріальних парків по території всієї країни відображаються у наступних п'яти аспектах:

1. обмін технологіями та передача через обмін проєктів та спільного навчання;
2. спільне використання ресурсів шляхом доповнення ресурсів один одного та покращення їх розподілу;
3. поділ ринку, дозволяючи компаніям із менш розвинених парків швидко виходити на місцеві ринки передових парків для збільшення частки ринку;
4. розвиток людських ресурсів шляхом обміну експертами та організацією тренінгів, які проводяться розвиненими парками для менш розвинених;
5. розподіл податкових надходжень шляхом поділу відсотків та прибутку на заздалегідь узгоджених умовах.

Еко-індустріальні парки (ЕІП) – це група виробничих підприємств та підприємств з надання послуг, розташованих на одній території. Підприємства-учасники прагнуть покращити екологічні, економічні та соціальні показники шляхом спільного управління питаннями, пов'язаними з охороною навколишнього середовища та використанням ресурсів. З огляду на це, дотримання національних та місцевих норм є основою для всіх індустріальних парків, незалежно від географічного положення та специфічних характеристик. Таким чином, ЕІП повинні перевищувати



показники відповідності екологічно-соціальним нормам на місцевому та національному рівнях (Рис. 2).



Рис. 2. Приклад розташування ЕП [2]

Індустріальні парки можуть сприяти стрімкому розвитку за рахунок мобілізації всіх наявних ресурсів.

Індустріальна зона або парк можуть перетворитися на еко-індустріальний парк за рахунок поєднання наступних факторів:

- ✓ екологічні та інженерні системи;
- ✓ правильне зонування та планування;
- ✓ екологічний менеджмент діяльності парку.

За рахунок цього підсилюється ефективність на рівні підприємства (у результаті мінімізується утворення відходів та викидів від окремих підприємств); колективна синергія: призводить до оптимізованого обміну ресурсами між компаніями.

Кінцева мета полягає в тому, щоб звести майже до нуля утворення відходів, стічних вод та викидів. За підходом ЮНІДО, термін «еко-індустріальний парк» став загальним терміном для парків, що реалізують колективні екологічні ініціативи при проектуванні, будівництві та/або поточній експлуатації та управлінні. Водночас існують й альтернативні назви еко-індустріальних парків, таких як: стала економічна зона; низькокарбонова технологічна зона; зелений інвестиційний кластер; циркулярний виробничий парк.

Стейкхолдерами, що беруть участь у створенні або перетворенні кластерів на еко-індустріальний парк, є:

- ✓ девелопери та інвестори, приватні або державні, які переважно зацікавлені в економічній віддачі від перетворення землі на промисловий парк і можуть бути стурбовані тим, що дотримання екологічних стандартів для них недоступне через високу вартість технологій;

- ✓ представники уряду, які приймають рішення, та менеджери, відповідальні за встановлення екологічних та промислових стандартів, надання політичних та інвестиційних стимулів та, таким чином, забезпечення можливості розвитку промисловості в індустріальних парках;
- ✓ консультанти з екологічного планування;
- ✓ залучена громадськість, зокрема спільноти, безпосередньо задіяні на території індустріального парку;
- ✓ міжнародне співтовариство, включаючи двосторонні та багатосторонні агенції з надання допомоги та міжнародні фінансові установи;
- ✓ клієнти, чий тиск та поінформованість можуть вплинути на осіб, які приймають рішення, та на приватний сектор.

Бачимо, що “бар’єр складності” може створити більш масштабний розрив між країнами, регіонами і соціальними стратами, ніж всі відомі досі (такі як “цифровий розрив”, глобальна нерівність у доходах або поділ “Північ і Південь”). Поки світові діячі політики і науки навіть не ризикують починати серйозне обговорення цієї проблеми, але вона з усією виразністю постає перед нами вже в найближче десятиліття і виступає актуальною тематикою для проведення подальших досліджень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Лаврухіна К.О. Організаційно-економічний механізм формування кластерів будівельних підприємств в інноваційному середовищі: дис. кандидата екон.наук.: 08.00.04. Київ, 2020. 335с.

2. Посібник з використання інструментарію екоіндустріальних парків ЮНІДО

URL:[https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/EIP%20Toolbox%20Manual-en\\_gb-uk\\_ua-C.pdf](https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/EIP%20Toolbox%20Manual-en_gb-uk_ua-C.pdf) (дата звернення 26.03.2023)

3. Cluster Development Guide URL:  
<https://www.giz.de/en/downloads/giz2021-en-cluster-development-guide.pdf>  
(дата звернення 25.03.2023)

4. Kalina, D. Novykov , V. Leszczynski, K. Lavrukina ,P. Kukhta , V. Nitsenko (2022) Entrepreneurial structures of the extractive industry: foreign experience in environmental protection. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 5, 136-141 <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-5/136>

# **АНАЛІЗ СХЕМ РОБОТИ ТВЕРДОТІЛЬНИХ АКУМУЛЯТОРІВ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ АКУМУЛЯЦІЮ ТЕПЛОТИ НА ПЕРІОД ДО ДЕКІЛЬКОХ ДІБ ВІД ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

*Лисак Олег Віталійович,*

*Інститут відновлюваної енергетики НАН України,  
oleg.v.lysak@gmail.com*

Розробка систем акумуляції є однією зі складових успішного впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), особливо тих, виробництво якими електроенергії чи теплоти не є сталим у часі: зокрема, це стосується сонячних та вітрових електростанцій. В цій роботі розглянуто схеми роботи твердотільних акумуляторів, що забезпечують акумуляцію теплоти на період до декількох діб від ВДЕ в системах централізованого теплопостачання. Вказане обмеження в декілька діб застосовано аби не плутати їх з рішеннями для систем сезонної акумуляції теплоти. Зокрема, в системах такого типу зацікавлені компанії, що керують системами централізованого теплопостачання [1].

Як правило, запропоновані рішення в цій сфері порівнюють з баками-акумуляторами (БА), що використовують воду для акумуляції теплоти. Таким чином, запропоноване рішення має бути дешевшим за використання БА, що можна досягти меншим об'ємом акумулятора, за підвищення густини накопичення теплоти обраного матеріалу. Менший об'єм акумулятора дозволяє не тільки зменшити витрати на його спорудження, але й втрати теплоти через поверхню [1–5].

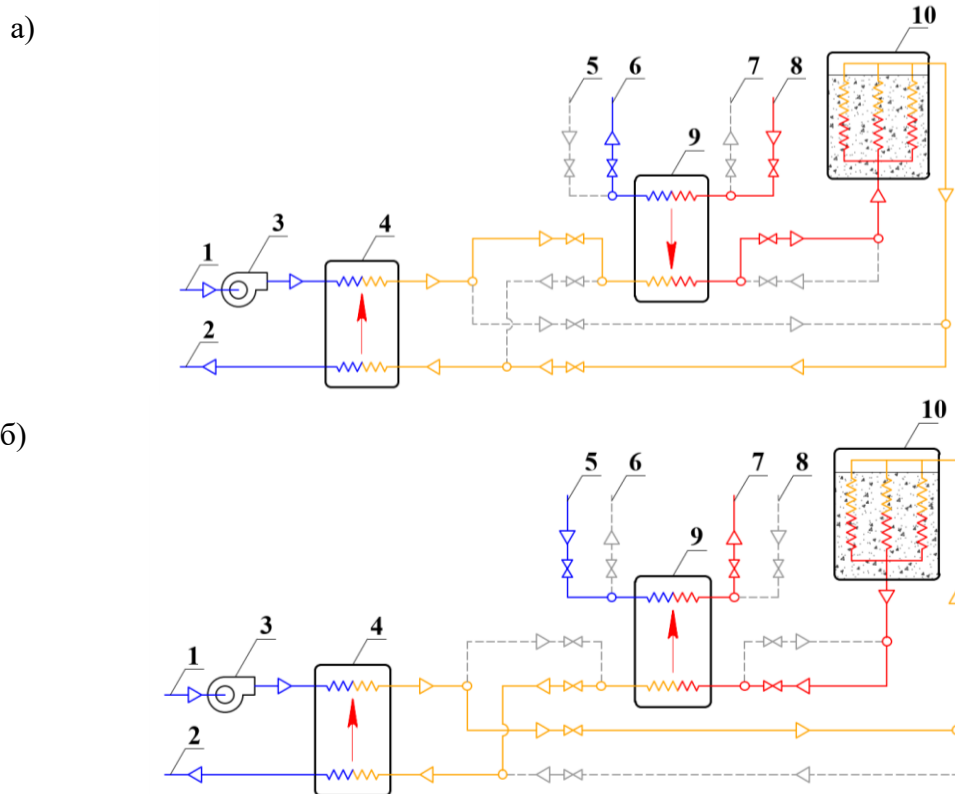
Попередньо, значна кількість досліджень в цьому напрямку стосувалась використання теплоакумуляційних матеріалів (ТАМ) з фазовим переходом. Проте складнощі, пов'язані зі зниженням кількості акумульованої теплоти внаслідок розшарування ТАМ з фазовим переходом після значної кількості циклів «зарядження-розрядження» та загалом небезпечних екологічних аспектів їх використання призвели до поновлення інтересу в впровадженні ТАМ з явним акумулюванням теплоти. При цьому варто відзначити, що мова може про різні по структурі матеріали [4,5]:

- матеріали заданої форми, зокрема цеглу (зокрема, з вогнетривів);
- зернистий матеріал, зокрема гравій певного діаметру;
- сипучий матеріал, зокрема пісок.

В усіх трьох випадках матеріали повинні забезпечити можливість прокладання через них повітряних каналів для регулювання тепловіддачі. Що стосується принципів роботи системи, то мова може йти про [3]:

- наявність режимів накопичення та відбору теплоти, що здійснюються по чергово;
- одночасне накопичення та відбір теплоти.

Почергові режими застосовувались у випадку генерації теплоти від сонячних електростанцій з концентраторами сонячного випромінювання (рис. 1).



**Рис 1. Принципова схема акумуляції теплоти за використання високотемпературного теплоносія згідно [2]: а) режим «зарядження» акумулятора; б) режим «розрядження» акумулятора: 1 – забір зовнішнього повітря через повітропровід; 2 – випуск повітря назовні через повітропровід; 3 – вентилятор; 4 – рекуперативний теплообмінник для підігріву зовнішнього повітря; 5 – ввідний трубопровід системи споживання теплоти; 6 – зворотній трубопровід системи нагріву повітря; 7 – зворотній трубопровід системи споживання теплоти; 8 – ввідний трубопровід системи нагріву повітря; 9 – теплообмінник підігріву повітря в режимі «зарядження» (теплообмінник підігріву теплоносія системи споживання теплоти в режимі «розрядження»); 10 – акумулятор теплоти.**

*Примітка: сірим штрихованим кольором показано незадіяну (відповідно на час «зарядження» чи час «розрядження») частину системи.*

Принцип роботи схеми наступний. В період «зарядження» (рис. 1а) зовнішнє повітря (1) засмоктується вентилятором (3) та попередньо нагрівається в рекуперативному теплообміннику (4). Далі повітря надходить до теплообмінника підігріву повітря в режимі «зарядження» (9). Для нагрівання повітря використовується теплоносій, що надходить через ввідний трубопровід системи нагріву повітря (8) та, охолодившись внаслідок нагріву повітря, надходить до зворотного трубопроводу системи

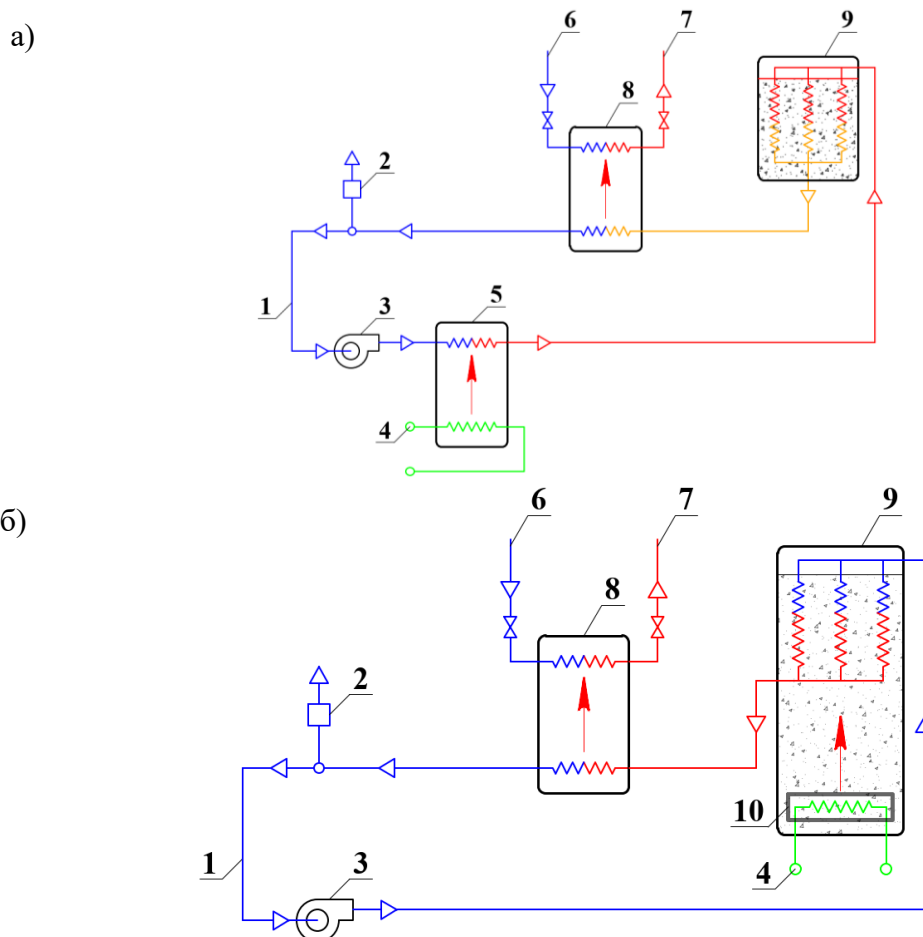
нагріву повітря (6). Далі повітря потрапляє до акумулятора теплоти (10) та нагріває його, одночасно, охолоджуючись. Охолоджене після акумулятора теплоти (10) повітря надходить до рекуперативного теплообмінника (4), де нагріває припливне повітря, після чого випускається назовні (2).

В період «розрядження» (рис. 1б) рух повітря частково змінюється. Як і раніше, зовнішнє повітря (1) засмоктується вентилятором (3) та нагрівається в рекуперативному теплообміннику (4). Але надалі рух змінюється та повітря надходить до акумулятора теплоти (10), де додатково нагрівається від акумулятора. Потім розігріте повітря нагріває теплоносій в теплообміннику підігріву теплоносія системи споживання теплоти в режимі «розрядження» (9). До цього теплообмінника через ввідний трубопровід системи споживання теплоти (5) надходить теплоносій для підігріву, а після теплообмінника теплоносій надходить до зворотного трубопроводу системи споживання теплоти (7). Охолоджене після теплообмінника (9) повітря потрапляє до теплообмінника-рекуператора (4), де, як і в циклі «зарядження» нагріває припливне повітря, після чого випускається назовні (2).

В розглянутому випадку застосовується рішення з незамкненим рухом повітря [2], що призводитиме до додаткових втрат теплоти. Також запропонована схема може працювати лише по чергово, тобто буде втрачена можливість накопичувати теплоту в періоди, коли відбуватиметься її відбір.

Розглянута схема дещо змінюється за умови використання електроенергії ВДЕ для генерації теплоти (рис. 2).

В якості основи аналізу обрано установку з акумулявання теплоти, впроваджену компанією Polar Star Energy [1] в Фінляндії, що використовує замкнений рух повітря (рис. 2а), проте в самій роботі міститься згадка про наявність випадків як з додатковим підсмоктуванням зовнішнього повітря до системи, так й зі скиданням наявного повітря залежно від його температури. Принцип роботи цієї схеми є аналогічним до використання високотемпературного теплоносія (рис. 1), але через замкнений рух повітря не використовується рекуператор, а також стає можливим одночасне «зарядження» та «розрядження» акумулятора. Цикл руху повітря є наступним: через циркуляційний повітропровід (1) повітря, що надходить від вентилятору (3), потрапляє до електричного нагрівача (5), живлення якого забезпечується ВДЕ (4). Розігріте повітря нагріває акумулятор теплоти (9), а далі нагріває теплоносій в теплообміннику (8), аналогічно схемі «розрядження» за використання високотемпературного теплоносія: з надходженням теплоносія через трубопровід (6) до теплообмінника та рухом після в трубопровід системи споживання теплоти (7). Охолоджене після цього повітря знову проходить через вентилятор (3) – далі цикл повторюється.



**Рис 2. Принципова схема акумуляції теплоти за використання електроенергії згідно [1]: а) за розташованого зовні електричного нагрівача; б) за електричного нагрівача, розташованого всередині акумулятора: 1 – циркуляційний повітропровід; 2 – регулятор тиску повітря в системі; 3 – вентилятор; 4 – живлення електричного нагрівача від ВДЕ; 5 – зовнішній електричний нагрівач; 6 – ввідний трубопровід системи споживання теплоти; 7 – зворотній трубопровід системи споживання теплоти; 8 – теплообмінник системи споживання теплоти; 9 – акумулятор теплоти; 10 – електричний нагрівач, розташований в акумуляторі теплоти.**

Для підтримання тиску в системі використовується регулятор тиску (2), що може як підсмоктувати повітря, так і скидати його з системи. У випадку, коли електричні нагрівачі (5) не працюють чи тепловий потік від них не є достатнім, повітря нагрівається чи догрівається в акумуляторі теплоти (9).

Запропоновану схему можливо змінити, нагріваючи не повітря, а власне ТАМ акумулятора теплоти за допомогою розташованих всередині акумулятора електричних нагрівачів (10). Таке рішення ускладнить конструкцію акумулятора теплоти, але дозволить організувати більш рівномірний розігрів ТАМ зсередини та підвищити ступінь використання акумуляційної здатності обраного ТАМ [4]. Можливим є й застосування відразу двох нагрівачів, як

зовнішнього, так і розташованого всередині акумулятора теплоти, але це призведе й до значного збільшення вартості запропонованого проєкту.

Проведений аналіз показав [1–3,5], що незважаючи на тривалу практику використання твердотільних акумуляторів, що забезпечують акумуляцію теплоти на період до декількох діб від ВДЕ в системах централізованого теплопостачання, існує порівняно незначна кількість даних щодо узагальнення методів їх порівняння. Серед цих методів переважає порівняння густини акумуляування теплоти ТАМ, проте не приділено уваги аналізу втратам теплоти в навколишнє середовище та методам визначення вартості запропонованих систем. Останнє пов'язане з тим, що в літературі переважно описують або експериментальні, або ж малопотужні установки, вартість яких у разі масштабного виробництва та впровадження може значно зменшитись.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Hurttila E. Technology and use of sand heat storage: Bachelor's thesis. Energy and Environmental Engineering degree. Pori, Finland: Satakunta University of Applied Sciences, 2022. 41 p. Url: <http://www.theseus.fi/handle/10024/754940> (дата звернення 05.04.2023). [in Finnish]

2. Schlipf D. et al. Using Sand and other Small Grained Materials as Heat Storage Medium in a Packed Bed HTTESS // Energy Procedia. 2015. Vol. 69. P. 1029–1038. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.03.202>

3. Kanojia N. et al. Comprehensive Review on Packed Bed Thermal Energy Storage Systems // Advances in Mechanical Engineering / ed. Manik G. et al. Singapore: Springer Singapore, 2021. P. 165–173. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-16-0942-8\\_15](https://doi.org/10.1007/978-981-16-0942-8_15)

4. Лисак, О. В. Енергоефективне опалення приміщень повітряними природно-примусовими електротеплоакумуляційними обігрівачами з магнезитовою цеглою // дис. ... канд. техн. наук: 05.23.03. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури. 2021. 196 с.

5. Singh H., Saini R.P., Saini J.S. A review on packed bed solar energy storage systems // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2010. Vol. 14, № 3. P. 1059–1069. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.022>

### СТАВКИ М. ДОНЕЦЬК (УКРАЇНА) ЯК ОСЕРЕДКИ ЗБЕРЕЖЕННЯ АЛЬГОРИЗНОМАНІТТЯ

*Лялюк Наталія Михайлівна*

*ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України», [lyalyuknm@gmail.com](mailto:lyalyuknm@gmail.com)*

Промислові регіони, до яких відноситься і південний схід України, часто відрізняються підвищеними витратами водних ресурсів у зв'язку зі щільним розташуванням промислових об'єктів. Потреби у водних ресурсах



є лише однією стороною проблеми, бо одночасно виникає необхідність акумуляції та очистки рідких стоків. Такі стічні води бувають комплексно забруднені одночасно кількома складними композиціями речовин та сумішами. На доданок ще й природні фактори можуть підсилювати токсичний ефект. Проблема акумуляції стоків дуже часто вирішується за рахунок створення невеликих лентичних (стоячих) водойм, які за нещодавно прийнятою класифікацією називають ставки та включають в системи екологічного моніторингу. Ставки функціонально відрізняються від озер і водно-болотних угідь [3] і мають чітке цільове призначення (рибні, відстійники промислових вод, акумулятори дощової води, меліораційні тощо), з яким і пов'язане утворення водойми. Як показують дослідження у ставках може формуватися унікальні екосистеми, які суттєво відрізняються від сусідніх подібних водойм. Незважаючи на рівень забруднення у таких невеликих водоймах формуються угруповання організмів і в умовах урбанізації та техногенної трансформації вони можуть залишитися єдиним осередком збереження біорізноманіття.

У м. Донецьку за даними Гребінь В.В. зі співав. [1] створено 79 ставків загальною площею 304 м<sup>2</sup>. Головним чином це акумулятори стоків промислових підприємств (шахтних вод, металургійного, машинобудівного, харчового та іншого виробництва), дощових вод та стоків комунальних підприємств. Деякі зі ставків мають прямий зв'язок з річкою Кальміус, в басейні якої вони створені. Багато ставків за прямим цільовим призначенням не експлуатують у зв'язку з припиненням функціонування виробництва, тому вони інтегруються в урбоекосистему і формують осередок напівприродної системи. Основними чинниками, які визначають особливості екосистеми ставків вважають [3, 5] температуру та специфіка перемішування водних мас, що сприяє накопиченню органічної речовини, уповільнення процесів газообміну, що в свою чергу також уповільнює біохімічний розклад та трансформацію.

Дослідження ставків м. Донецьк проведені нами протягом 2000-2014 рр. Всього обстежено більше 40 ставків в п'яти районах міста. Всі ставки були штучного походження і частіше формування починалось як елемент акумуляції води та первинного очищення стоків від завислих речовин. У пробах визначено 213 видів водоростей, які відносились до 7 відділів, 12 класів, 24 порядків, 44 родин, 74 роду (табл. 1).

Відділи *Chlorophyta* та *Bacillariophyta* характеризувалися найбільшою кількістю видів (92 види та внутрішньовидових таксонів та 56 видів та ввт відповідно). Меншу кількість видів визначили для *Cyanoprocarota* (43 види та ввт) та *Euglenophyta* (12 видів). Інші відділи були представлені по 1–3 види і не відмічалися значною частотою трапляння. У пробах фітопланктону частіше траплялися *Chlorella vulgaris* Beij., *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legn., *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz., *Diatoma vulgare* Bory, *Navicula pupula* Kütz., *N. cryptocephala* Kütz., *Merismopedia*



*punctata* Meyen., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *Oscillatoria raphidioides* Morr., *Euglena viridis* Ehr., *E. proxima* Dang.

Таблиця 1

**Систематична структура водоростей ставків**

Відділи	Кількість				
	класів	порядків	родин	родів	видів
<i>Cyanoprocarota</i>	2	4	11	16	43
<i>Euglenophyta</i>	1	2	2	4	12
<i>Dinophyta</i>	1	1	1	1	3
<i>Pyrophyta</i>	1	1	1	1	1
<i>Xantophyta</i>	1	2	3	5	6
<i>Bacillariophyta</i>	2	9	12	18	56
<i>Chlorophyta</i>	4	5	14	29	92
Всього	12	24	44	74	213

Біоіндикаційний аналіз виявив високу різноманітність індикаторів (біотопу, реофільності, температурного режиму, рН, галобності, ацидифікації та географічного царства). За біотопом визначено планктонні види (26), планктон-бентосні (35), ґрунтові (6), бентосні (21), епіфіти (1). За реофільністю переважали види характерні для стоячо-плинних водойм (уповільнений водообмін) або індиферентні види (31), також відмічені види суто стоячих водойм (10). Температурний режим індикували теплолюбні (1), евритермні (7) та помірно-температурні (6). За галобністю (умови вмісту розчинних солей) переважали олігогалоб-індиференти (39), також відмічені олігогалоб-галофіли (16), мезогалоби (7), олігогалоби та олігогалоб-галофоби (по 1 виду в кожній групі). За ацидифікацією домінуючу групу склали нейтрофіли (17) та алкаліфіли (14), а також відмічені алкалібіонти (2) та ацидофіли (1). За сапробністю домінували β-мезосапроби (23 види), зі значною участю оліго- β-мезосапробів (8) та β-α-мезосапробів (7).

Значною проблемою ставків в умовах міста часто виступає евтрофування водойм (збільшення вмісту форм азоту та фосфору) та пов'язане з цим «цвітіння» води [2, 5]. Дослідження «цвітіння» води ставків проведені нами показало, що ставки дійсно є евтрофікованими та в них спостерігається «цвітіння». Його викликають різні групи водоростей. Навесні спостерігали «цвітіння» за рахунок певних видів *Euglenophyta*. Наприкінці весни та початку літа масово розвивалися діатомові водорості (*Bacillariophyta*). Наприкінці літа початку осені «цвіли» синьозелені водорості, серед яких зустрічалися й види, які спричиняють виділення у середовище токсичних речовин. У складі фітопланктону було відмічено 6 видів, які викликають токсичне «цвітіння» (*Merismopedia punctata*, *M. glauca*, *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria nitida* Schkorb.). «Цвітіння» було обумовлене певними видами і домінантами «цвітіння» по різних ставках не співпадали. Наприклад, домінантами могли виступати синьозелені водорості (*Aphanizomenon flos-*

*aquae*, *Anabaena flos-aquae* Breb., *Microcystis aeruginosa* Kütz., *M. pulverea*, *M. wesenbergii*), субдомінантами були *Chlamydomonas vulgaris* Anach., *Merismopedia punctata* тощо.

Таким чином, водорості у ставках формують повноцінну автотрофну ланку, яка забезпечує нормальне функціонування екосистеми, процеси самоочищення та відновлення якості води. Ставки виконують не лише акумулятивну, рекреаційну, технічну, естетичну функції, але й забезпечують достатньо високе різноманіття флори, формуючи умови для розвитку фауни, яка підвищує цінність цих водойм. Хоча за результатами географічного аналізу в ставках переважали космополіти (36), але в угрупованнях фітопланктону були відмічені також представники Палатропічного (4 види), Голарктичного (9) Неотропічного (3) та Бореального (4) царств, що свідчить про значні перспективи визначення у майбутньому більшої кількості цікавих та важливих знахідок. Наявність у техногенно навантаженому, складному з точки зору походження та спектру забруднювачів регіоні таких осередків біорізноманіття дає шанс відтворення екосистем та забезпечує акумуляцію біорізноманіття.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гребінь В.В., Хільчевський В.К., Сташук В.А., Чунар'ов О.В., Ярошевич О.Є. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: Довідник. К.: «Інтер-прес ЛТД», 2014. 164 с.
2. Cremen, M.C.M., Martinez-Goss, M.R., Corre, V.L. et al. Phytoplankton bloom in commercial shrimp ponds using green-water technology. *J Appl Phycol* 19: 2007. 615–624.
3. Richardson D., Holgerson M, Farragher M, Hoffman K., King K., Alfonso M, Andersen M, Cheruveil K, Coleman K., Farruggia M., Fernandez R., Hondula K., López Moreira Mazacotte G., Paull K., Peierls B., Rabaey J., Sadro S., Sánchez M., Smyth R. & Sweetman J. A functional definition to distinguish ponds from lakes and wetlands. *Scientific Reports*. 12(1). 2022
4. Staehr, P. A., Baastrup-Spohr, L., Sand-Jensen, K. & Stedmon, C. Lake metabolism scales with lake morphometry and catchment conditions. *Aquat. Sci.* 74. 2012. 155–169.
5. Wilhelm, S. & Adrian, R. Impact of summer warming on the thermal characteristics of a polymictic lake and consequences for oxygen, nutrients and phytoplankton. *Freshw. Biol.* 53, 226–237 (2008).

## ОСОБЛИВОСТІ УТИЛІЗАЦІЇ ТА ПЕРЕРОБКИ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ

*Манідіна Євгенія Анатоліївна, Белоконь Каріна Володимирівна,  
Тетерін Ігор Ігорович*

*<sup>1</sup>Запорізький національний університет*

*[manidina\\_ZGIA@ukr.net](mailto:manidina_ZGIA@ukr.net), [kv.belokon@gmail.com](mailto:kv.belokon@gmail.com), [tyhty558@gmail.com](mailto:tyhty558@gmail.com)*

На будівельні матеріали припадає близько половини всіх твердих відходів, що утворюються в усьому світі. Такі відходи впливають на навколишнє середовище на кожному етапі будівельного процесу: видобутку сировини, переробці, виробництві, транспортуванні, будівництві та утилізації в кінці терміну служби будівлі [1,2]. Будівельні відходи також можуть мати негативний вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище, якщо їх просто викинути на звалище. До поширених видів будівельного сміття належать:

- бетон, цегла, плитка, цемент та кераміка;
- гіпсокартон;
- дерево, скло та пластик;
- ізоляційні та азбестові матеріали;
- металеві відходи;
- земля та каміння;
- фарби та лаки;
- клеї та герметики.

Розглядаючи переробку будівельних матеріалів, необхідно враховувати три основні аспекти: економічну доцільність, сумісність з іншими матеріалами та властивості матеріалу. Так, цегляні відходи утворюються внаслідок зношування і можуть бути забруднені розчином і штукатуркою. Такі цегляні відходи іноді змішують з іншими матеріалами, такими як деревина та бетон. В даний час цеглу обробляють дробленням і використовують як наповнювач.

Бетонні відходи можуть утворюватися внаслідок зносу існуючої конструкції. Переробка бетонних відходів розпочинається зазвичай з його попереднього подрібнення. Подрібнений бетон далі використовується як заміник природного заповнювача в новому бетоні, а також може бути застосованим для будівництва доріг і траншей.

Переробка та утилізація гіпсу (гіпсокартону) мають свої певні особливості. Відомо, що при захороненні гіпсу на звалищі може утворюватися сірководневий газ, особливо у вологому кліматі. Сірководень токсичний при високих концентраціях та має неприємний запах. Якщо спалювати гіпсокартон, то при спалюванні може утворюватися токсичний газоподібний сульфур(IV) оксид. Тому гіпсові будівельні матеріали повинні підлягати вторинній переробці. Відходи гіпсу можна перетворити на

вторинний гіпс шляхом обробки відходів гіпсу таким чином, щоб видалити забруднення та відокремити паперове облицювання гіпсокартону від гіпсової серцевини за допомогою механічних процесів, включаючи подрібнення та просіювання на спеціалізованому обладнанні. Відходи гіпсу, такі як гіпсові блоки та гіпс, не вимагають видалення паперу, оскільки вони спочатку не виготовляються з паперу. Гіпс є одним з небагатьох будівельних матеріалів, для яких можлива рециркуляція замкненого циклу. Замкнений цикл переробки гіпсових виробів включає збирання і переробку гіпсових відходів і доставку отриманого вторинного гіпсу виробнику гіпсових виробів. Тому важливо, щоб перероблений гіпс досягав заданої якості, придатної для виробництва нових гіпсових виробів. Вибираючи переробку із замкнутим циклом, виробники знижують потребу у придбанні первинного гіпсу, сприяючи таким чином стійкому виробничому процесу. Найбільш передові заводи, більшість з яких перебувають у скандинавських країнах Європи, вже замінили до 30% первинної гіпсової сировини переробленим гіпсом.

Однак, якщо споруда була побудована до середини 1970-х років, в гіпсокартоні може бути азбест. Також гіпсокартон часто покривають фарбою. Будинки, побудовані до 1978 року, можуть містити свинцеву фарбу. Тому необхідно передбачати додаткові технологічні операції для утилізації такого гіпсокартону.

Одними з високорентабельних будівельних відходів є чорні метали. Такі відходи майже повністю є придатними для переробки. Крім того, чорні метали можна багаторазово переробляти.

Відходи кладки є результатом знесення кам'яних будівель. Його можна переробити як перероблений заповнювач для кладки шляхом подрібнення відходів кладки. Особливим застосуванням переробленого кам'яного заповнювача є його використання в ізоляційному бетоні. Іншим потенційним застосуванням переробленого заповнювача для кладки є заповнювач для традиційної глиняної цегли.

Пластикові відходи найкраще переробляються, якщо їх збирати та переробляти окремо. Переробка ускладнюється, якщо пластикові відходи змішуються з іншими пластиками та забруднювачами. Пластмаси можна переробляти і використовувати у виробках, спеціально розроблених для використання перероблених пластмас, таких як вуличні меблі, покрівельні та підлогові матеріали, звукоізоляція для вікон з ПВХ, кабельні канали та панелі.

Дерев'яні відходи від будівництва та знесення утворюються у великих кількостях по всьому світу. Тверда деревина від будівництва та знесення може бути повторно використана в інших будівельних проєктах після очищення, видалення цвяхів і сортування.

Через широкомасштабне вторгнення росії в Україну, обстріли та вибухи у громадах, в нашій країні значно збільшився об'єм будівельних відходів. На

відміну від типового будівельного сміття, відходи, що утворюється в наслідок вибухів та руйнувань під час обстрілів, важко переробляти, оскільки вони складаються із залишків матеріалів різної структури та походження [3]. Тому такі будівельні відходи потребують ретельне попереднє сортування. Але не завжди є можливим відокремити небезпечні будівельні відходи (азбестовий шифер) від інертних. Переробка такої суміші будівельних відходів є неможливою і її необхідно захоронити на полігоні. Отже, першим етапом для визначення технології переробки будівельних відходів є обов'язкове його сортування. Після сортування необхідно визначити групи матеріалів, які можна використовувати повторно і ті, які не підлягають повторному використанню і мають бути обов'язково захороненні. Також важливо на попередньому етапі визначити клас будівель і споруд, при будівництві яких можуть бути використані зазначені вироби. Подальші етапи переробки будівельних відходів, що виникли під час воєнних дій, повинні відбуватися із залученням дослідницьких інститутів. Як зазначив професор НТУ «Дніпровська політехніка» Андрій Бондаренко, що саме залучення фахівців з дослідницьких лабораторій дасть можливість встановити фізичні та хімічні властивості будівельних відходів, параметри токсичності, виконати радіаційно-гігієнічну оцінку. Такий підхід до вивчення будівельних відходів дозволить визначити оптимальну та економічно-доцільну технологію переробки таких будівельних відходів – від зберігання, сортування до безпосередньої переробки [3].

Таким чином, залучення науково-дослідних установ до досліджень основних властивостей будівельних відходів дасть можливість розробити економічно-доцільну технологію утилізації та переробки таких відходів, що, в свою чергу, приведе до зниження техногенного навантаження на навколишнє природне середовище.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Попович О.Р., Захарко Я.М., Мальований М.С. Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». *Теорія і практика будівництва*, 2013. № 755. С. 321-324.
2. Тесленко В.А. Використання перероблених будівельних матеріалів при проектуванні архітектурних будівель і споруд. (Екологічний аспект). *Науковий вісник будівництва*, 2019, Т.1, № 2(96). С. 186-192.
3. Підняти з руїн: що робити із залишками розбомблених будинків. URL: <https://mind.ua/publications/20242694-pidnyati-z-ruyin-shcho-robiti-iz-zalishkami-rozbomblenih-budinkiv> (дата звернення 05.04.2023).

# **ЗМІНИ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В РАМКАХ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ОЧИСНИХ СПОРУД ТА КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ ЇЇ ВІДБУДОВИ І ОНОВЛЕННЯ**

*Маршалл Данііл*

*Київський національний університет будівництва та архітектури*

Бойові дії, що вже рік відбуваються на території України нанесли неоціненної шкоди докільню безліччю шляхів. Пошкодження, або будь-яке втручання у роботу очисних споруд є одним з прикладів комплексного та критичного для довкілля впливу бойових дій. Навесні 2022 року у Миколаївській та Запорізькій областях було пошкоджено очисні споруди що призвело до часткового або подекуди повного порушення процесу очистки стоків. Проблематика втручання у процес очищення стоків зводиться до фундаментального прояву - потрапляння неочищених стоків до водних об'єктів та прилеглих екосистем.

Розподіляючи потенційні сполуки, що потрапляють у водні об'єкти на дві групи за їх складом можна виділити органічні та неорганічні. В залежності від регіональної специфіки стоків, логіки конкретного технологічного циклу очистки та характеру пошкоджень, співвідношення таких домішок змінюється від регіону до регіону, та локально не є постійним.

Неорганічні домішки можуть мати непередбачуваний вплив в залежності від конкретного складу речовин що потрапляють у водний об'єкт та власне особливостей водного об'єкту. Основною спільною рисою є стрімке зменшення біорізноманіття починаючи з найменш схильних до адаптації видів. Зміна рН є одним з фатальних проявів забруднення водних об'єктів, однак інколи можна відзначити позитивні тенденції для окремих популяцій екстремофілів що займають місця слабших зникнутих «сусідів» по екосистемі.

Органічні домішки можуть бути як нафтопродуктами, так і пестицидами. Також до цього типу можна віднести побутові стоки включно з миючими засобами та іншими специфічними речовинами. Прямим наслідком потрапляння таких домішок до водних об'єктів є зменшення вмісту розчиненого у воді кисню. Зміни даного параметру впливають на виживання усіх аеробних організмів у водному об'єкті. У питаннях пестицидів або добрив, потрапляння надмірної кількості фосфору або азоту може порушувати взаємозв'язки у водних системах та виводити з рівноваги сталі біологічні процеси. Одним з проявів таких порушень є цвітіння води що зазвичай призводить до криз біорізноманіття у водних системах.

Окремим аспектом є потрапляння господарсько-побутових сумішей у неочищеному вигляді до водойм що можуть призводити до розповсюдження інфекційних захворювань (тиф, холера, гепатит та інші).

Враховуючи наявність у таких сумішах спорів грибів, яєць гельмінтів та різноманітних мікроорганізмів, наслідки для водного господарства можуть бути непередбачувано критичними та надскладними для виправлення.

У тому чи іншому вигляді зазначені фактори негативного впливу на водні екосистеми мали місце у різних областях України. Наслідки воєнної агресії для довкілля можливо буде оцінити у комплексі та з дотриманням басейнового принципу виключно після повного припинення бойових дій на всій території країни та її повної деокупації. Враховуючи зазначені базові наслідки порушення роботи очисних споруд можна відзначити важливість створення резервних гілок та/або резервуарів збереження стоків, а також локальних джерел енергозабезпечення.

Майбутні дослідження за даною темою мають включати в себе як зазначені проекти створення резервних складових очисних комплексів, так і проекти глобального скринінгу з подальшим моніторингом усіх водних об'єктів з врахуванням басейнового принципу під час їх розробки. Саме басейновий принцип, що вже активно інтегрується у систему поводження з водними ресурсами України, є запорукою якісного аналізу післявоєнного стану водних об'єктів та подальшого успішного застосування отриманих даних.

На базі якісно відібраного та коректно впорядкованого масиву показників стану водних ресурсів буде можливим створення єдиної загальнодержавної програми виходу з довкілдової кризи з подальшим створенням ефективної системи запобігання забруднення навколишнього середовища стічними водами внаслідок впливу на нього антропогенних факторів.

В контексті сталого функціонування очисних споруд після їх відбудови і реконструкції повинно враховувати рівень їх енергоефективності, викиди парникових газів та сучасну нормативну базу. Україна, як кандидат в члени ЄС, повинна впровадити в свою нормативну діяльність ряд нормативних документів і стандартів. Серед них - ключова Водна Рамкова Директива та Директива про міські стічні води [1]. Реконструкція очисних споруд повинна відбуватися саме з урахуванням вимог цих нормативних документів, адже саме від модернізації модернізація очисних споруд та мереж водовідведення залежить ефективність планів управління річковими басейнами.

Процеси підвищення рівня енергоефективності та зменшення впливу на навколишнє середовище, в тому числі в контексті викидів парникових газів роботи очисних споруд, повинно бути в пріоритеті сучасної відбудови. Оцінка викидів CO<sub>2</sub>-еквівалент для комунальних очисних споруд наближення враховує такі етапи, як: викиди ПГ в процесі очистки стічних вод; викиди від палива, що закупається для процесу очистки; викиди від транспортних операцій в межах виробничого майданчика, викиди метану (CH<sub>4</sub>) внаслідок анаеробних процесів в первинних відстійниках; викиди

закису азоту (N<sub>2</sub>O) внаслідок процесів нітрофікації денітрофікації; викиди метану в процесах зброджування та компостування осаду, передачі газу трубами, компостування, розміщення на мулових майданчиках та полігонах та інше [2,3].

Врахування всіх факторів впливу на навколишнє середовище та прогнозовані якісні і кількісні показники водних ресурсів після реконструкції повинні бути покладені в основу післявоєнної відбудови країни.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ігор Гопчак: Ефективність впровадження вимог Водної Рамкової Директиви ЄС тісно пов'язана із реалізацією вимог Директиви про міські стічні води

2. Державне агентство водних ресурсів України, опубліковано 17 лютого 2023 року. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/ihor-hopchak-efektyvnist-vprovadzhennia-vymoh-vodnoi-ramkovo-dyrektyvy-ies-tisno-poviazana-iz-realizatsiieiu-vymoh-dyrektyvy-pro-miski-stichni-vody>

3. Approved baseline and monitoring methodology AM0080. «Mitigation of greenhouse gases emissions with treatment of wastewater in aerobic wastewater treatment plants» — Version 1.0 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/6DITU9V0SFOR7EUYEBBVRHCAO2RD3Q> - Назва з екрана. – Дата звернення: 20.02.2023.

3. AMS-III.H. Methane recovery in wastewater treatment — Version 16.0 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/4ND00PCGC7WXR3L0LOJTS6SVZP4NSU> - Назва з екрана. – Дата звернення: 20.02.2023

## ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ТЕНДЕНЦІЙ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ ПОВІТРЯ РЕЧОВИН В УКРАЇНІ

*Шаповал Степан Петрович<sup>1</sup>, Кузнецова Марта Ярославівна<sup>2</sup>,  
Мисак Степан Йосифович<sup>3</sup>*

*Національний університет «Львівська політехніка»,*

*<sup>1</sup>stepan.p.shapoval@lpnu.ua, <sup>2</sup>marta.y.kuznetsova@lpnu.ua,*

*<sup>3</sup>stepan.y.mysak@lpnu.ua*

На сьогодні питання декарбонізації планети є важливим завданням світової спільноти, оскільки гострою є проблема збільшення кількості CO<sub>2</sub> в повітрі. Поряд з цим, не варто забувати про інші забруднюючі речовини, зокрема, такі як NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, що також негативно впливають на екологічну ситуацію в Україні і в світі загалом.



З метою зменшення кількості забруднюючих газів у повітрі України було прийнято рішення звернутись до досвіду та практики країн Європейського Союзу (ЄС) та проаналізувати, що вже зроблено, а також, що планується зробити в цьому напрямку в майбутні десятиліття. Для цього було здійснено аналіз фактичних даних щодо досягнення зниження викидів CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> країнами Європи, а також співставлено між собою плани щодо подальшого зниження викидів в найближчі роки цими країнами.

У 2019 р. відповідно до цілей Європейського зеленого курсу (European Green Deal) було прийнято пакет “Чиста енергія для всіх європейців” (Clean energy for all Europeans package) – набір енергетичних правил для імплементації в законодавство країн-членів, який ознаменував значний крок до реалізації Стратегії енергетичного союзу (Energy Union Strategic Framework), опублікованої в 2015 р. Зокрема, крім визначеної в Угоді про кліматичні та енергетичні рамки ЄС до 2030 р. (The 2030 climate and energy framework), цілі щодо скорочення викидів парникових газів (ПГ) щонайменше на 40 %, порівняно з рівнем 1990 р. (кінцева мета – скоротити на 80-95 % до 2050 р.), найбільш важливими є: згідно Директиви ЄС 2018/2002 про енергетичну ефективність – підвищення енергоефективності понад поточний рівень щонайменше на 32,5 % до 2030 р., згідно з Директивою ЄС 2018/2001 “Про заохочення використання енергії з відновлювальних джерел” – частка енергії з відновлювальних джерел у валовому кінцевому енергоспоживанні на рівні 32 % до 2030 р., згідно з Регламентом про управління Енергетичним союзом та кліматичні дії (ЄС) 2018/1999, здійснення управління через Інтегровані національні енергетичні та кліматичні плани на 2021-2030 рр. і довгострокові Стратегії низьковуглецевого розвитку країн-членів ЄС.

Тому в серпні 2021 р. було представлено пакет законодавчих ініціатив “Fit for 55”, що мають забезпечити досягнення цілей ЄС, зазначених в Європейському законі про клімат, з переглядом чинного законодавства держав-членів та загалом сприяти реалізації European Green Deal. Зокрема, до 2030 р. крім зменшення парникових газів в енергетичному секторі було запропоновано збільшити з 32 % до 40 % частку виробленої енергії з відновлювальних джерел енергії, скоротити частку первинного енергоспоживання до 39-41 %, а кінцевого енергоспоживання – до 36-37 %, реформувати Схеми торгівлі викидами ЄС (EU ETS) та ін. У зв’язку з повномасштабним вторгненням 24 лютого 2022 р. Росії в Україну і руйнуванням світового енергетичного ринку Єврокомісія затвердила REPowerEU [1] – план економії енергії, виробництва чистої енергії, диверсифікації енергоресурсів, мета якого полягає в пришвидшеному переході на чисту енергію, підвищенні енергетичної незалежності країн-членів ЄС від ненадійних постачальників і нестабільного постачання імпортного викопного палива (зокрема, пришвидшена відмова від російських викопних видів палива до 2030 р., які використовуються

агресором, як економічна і політична зброя), а також в допомозі розв'язати проблему кліматичної кризи.

Усі ці зміни країни-члени ЄС повинні опрацювати в своїх національних планах для вироблення політики впровадження поставлених цілей союзу і, згідно European Climate Law, подати оновлені національні плани на розгляд Єврокомісії до кінця червня 2023 р. Метою цивілізованих країн є реформування своєї економіки для усунення негативних наслідків зміни клімату шляхом вдосконалення державної політики для досягнення сталого розвитку держави, створення правових та інституційних передумов щодо забезпечення переходу до низьковуглецевого розвитку з дотриманням економічної, енергетичної та екологічної безпеки і підвищення добробуту громадян.

Тривалий час економічний розвиток України супроводжувався незбалансованим використанням природних ресурсів, небережним, безвідповідальним ставленням до захисту навколишнього середовища, що унеможливило досягнення збалансованого (сталого) розвитку. Наразі в Україні діє Енергетична стратегія України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність”. Ця стратегія, всупереч європейським планам, передбачає зростання споживання енергетичних ресурсів.

Критики заслугове Стратегія низьковуглецевого розвитку України на період до 2050 року, що була затверджена урядом у 2018 р. Згідно із зверненням ГО “Центр екологічних ініціатив “Екодія” до Уряду, цей документ не містить жодного сценарію, який би передбачав скорочення викидів парникових газів у секторах “Енергетика” та “Промисловість”, що йде в розріз з метою Паризької кліматичної угоди.

На основі вищезазначеного заслугове на увагу порівняльний аналіз існуючих та прогнозованих даних щодо відносного скорочення викидів парникових газів в Україні та країнах ЄС від рівня 1990 р. (табл.1).

Згідно з даними табл. 1, з 1990 р. до 2020 р. найбільше скорочення викидів ПГ зафіксовано в Україні. Основними причинами цього зменшення були занепад промислового виробництва після краху СРСР, економічні кризи та військова агресія північного сусіда. За даними [2], у 2030 р. національна ціль щодо скорочення викидів ПГ становить 34,8 % від обсягу 1990 р. На період від 2020 р. до 2030 р. прогнозується постійний рівень викидів забруднюючих газів з незначним підвищенням енергоспоживання в економіці.

Польща до 2000-х років була одним з лідерів зі скорочення викидів ПГ, досягнувши рівня викидів 16,6 % від обсягу 1990 р. Це, як і в Україні, було пов'язано з великим скороченням економіки в пострадянський період. Але у зв'язку зі значним економічним зростанням після вступу в ЄС, що призвело до збільшення промислового виробництва та енергоспоживання, скорочення викидів сповільнилось і, навіть, стали дещо зростати,

досягнувши 13,5 % у 2010 р. За прогнозами [3], Польща залишатиметься лідером з викидів ПГ, згідно з принципами сталого розвитку економіки, плануючи їх скорочення на 29,3% у 2030 р. і на 43 % у 2040 р., що пов'язано з використанням вугілля та природного газу в енергетиці.

Таблиця 1

**Відносне скорочення викидів парникових газів, %, в Україні та країнах ЄС від рівня 1990 р.**

Країна	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Нідерланди	100,0	104,4	98,9	96,5	96,2	87,6	74,5	66,7	55,0	-	-	-	5,0
Німеччина	100,0	89,8	83,5	79,5	75,3	72,3	58,7	59,1	35,2	23,7	12,0	3,9	-
Франція	100,0	98,6	100,9	101,3	93,3	84,2	77,2	67,0	57,0	47,0	37,0	27,0	14,7
Польща	100,0	94,0	83,4	84,8	86,5	82,0	80,7	76,4	70,7	62,0	57,0	-	-
Україна	100,0	59,3	44,4	46,8	43,0	33,7	34,8	34,8	34,8	-	-	-	-

Наступним етапом було проведення аналізу відносного скорочення викидів CO<sub>2</sub> Україні та країнах ЄС з 1990 р. до 2045 р.(табл.2).

Таблиця 2

**Відносне скорочення викидів CO<sub>2</sub>, %, в Україні та країнах ЄС від рівня 1990 р.**

Країна	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Нідерланди	100,0	106,3	105,5	109,0	111,8	101,1	85,0	74,8	60,2	-	-	-
Німеччина	100,0	89,2	85,5	82,3	79,1	75,6	60,8	59,3	48,3	36,8	25,2	4,0
Франція	100,0	98,6	104,1	106,8	97,1	85,7	72,6	69,0	56,3	39,2	-	-
Польща	100,0	96,3	84,3	85,8	88,9	83,2	80,5	75,8	71,1	63,3	55,5	-
Україна	100,0	55,2	39,6	44,4	41,6	31,7	29,3	28,6	28,6	-	-	-

Оскільки економіка Польщі не така потужна, як у інших європейських держав, керуючись принципами сталого розвитку, вона не може собі дозволити радикальні заходи з модернізації промислових, енергетичних об'єктів, будівництво нових об'єктів виробництва чистої енергії. Тому прогнозує зменшення викидів CO<sub>2</sub> на 29,9 % у 2030 р. і на 35,5 % у 2040 р. від рівня в 1990 р.

Порівняльний аналіз відносного скорочення викидів NO<sub>x</sub> наведено в табл. 3.

Прогнозовані значення викидів NO<sub>x</sub> для Нідерландів є в Інтегрованому національному енергетичному і кліматичному плані 2021-2030 рр., в якому, згідно з даними [4], без врахування викидів від ЗЗЗЛГ, у 2016 р. були 297,7 тис. т, а в 2030 р. прогноуються 256 тис. т. Це значно більше від фактичних

значень в Eurostat, де, згідно з даними [5], в 2015 р. викиди були 283,6 тис. т, а в 2020 р. – 210,8 тис. т. Тому помітна стрибкоподібна зміна викидів  $\text{NO}_x$ , які з 2015 р. до 2020 р. зменшуються на 10,9 %, а в наступні 10 р. збільшуються на 6,7 %.

Дані щодо зменшення викидів  $\text{SO}_2$  наведено в табл.4.

Таблиця 3

**Відносне скорочення викидів  $\text{NO}_x$ , %, в Україні та країнах ЄС від рівня 1990 р.**

Країна	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Нідерланди	100,0	85,2	72,2	64,2	53,0	42,4	31,5	34,9	38,2	-	-
Німеччина	100,0	77,0	66,7	57,5	51,0	47,4	34,5	28,1	22,4	-	-
Франція	100,0	91,0	82,9	71,8	55,1	45,8	31,6	24,8	18,0	-	-
Польща	100,0	96,4	77,5	76,4	74,3	59,4	52,6	46,5	40,3	36,9	33,4
Україна	100,0	50,6	34,0	36,3	31,2	22,9	13,9	-	-	-	-

Таблиця 4

**Відносне скорочення викидів  $\text{SO}_2$ , %, в Україні та країнах ЄС від рівня 1990 р.**

Країна	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Нідерланди	100,0	69,2	39,7	34,3	18,2	15,7	9,9	10,8	11,7	-	-
Німеччина	100,0	31,9	11,8	8,7	7,4	6,1	4,3	3,8	3,0	-	-
Франція	100,0	72,9	47,9	35,6	20,9	11,8	7,4	6,9	6,4	-	-
Польща	100,0	78,3	50,8	43,3	32,1	25,1	16,1	14,0	11,9	13,0	14,1
Україна	100,0	64,3	30,7	36,8	38,2	34,4	28,2	-	-	-	-

В Україні, не зважаючи на скорочення економіки після розпаду СРСР, рівень викидів  $\text{SO}_2$  залишається найвищим і у 2020 р. становив 28,2% від обсягу викидів у 1990 р. Згідно з Енергетичною стратегією України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність”, поточний рівень викидів забруднюючих речовин ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , пилу) перевищує нормативи ЄС в середньому в 7 – 80 разів залежно від їх типу. Ці викиди планується зменшити до європейського рівня за  $\text{SO}_2$  і пилом до 2028 р, а за  $\text{NO}_x$  – до 2033 р.

### ЛІТЕРАТУРА

1. REPowerEU: affordable, secure and sustainable energy for Europe. European Commission. URL:[https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en).

2. Звіт щодо визначення другого національного визначеного внеску України до Паризької кліматичної угоди. Центр Економічного Відновлення (UBTA). *Київ. Червень, 2021.*

URL:[https://ubta.com.ua/files/20210713/Annex\\_1.pdf](https://ubta.com.ua/files/20210713/Annex_1.pdf).

3. Energy Policy of Poland until 2040. Appendix 2. Conclusions from forecast analyses for the energy sector. Ministry of Climate and Environment. *Warsaw. 2021. 54 pages.* URL:<https://www.gov.pl/web/climate/energy-policy-of-poland-until-2040-epp2040>.

4. Integrated National Energy and Climate Plan 2021-2030 The Netherlands. Colophon. Version 0.4 final version. Ministry of Economic Affairs and Climate Policy. *Netherlands. November 2019, 169 pages.* URL:[https://energy.ec.europa.eu/system/files/202003/nl\\_final\\_necp\\_main\\_en\\_0.pdf](https://energy.ec.europa.eu/system/files/202003/nl_final_necp_main_en_0.pdf).

5. Eurostat. Air pollutants by source sector (source: EEA). URL:[https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV\\_AIR\\_EMIS\\_custom\\_4885966/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_AIR_EMIS_custom_4885966/default/table?lang=en).

## **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ В БУДІВНИЦТВІ**

*Михайлуца Арсеній Юрійович, Мішук Катерина Миколаївна,  
Міхайлуца Олена Миколаївна  
Запорізький національний університет,  
elenamikhaylutsa7@gmail.com*

Безумовно, під час повномасштабного вторгнення в Україну будівельна індустрія та стійке виробництво зазнали величезних втрат. Одним із стратегічних напрямів у країні буде прискорене житлове будівництво, що ґрунтуватиметься на сучасних інноваційних будівельних матеріалах та технологіях. Інноваційний розвиток сучасної будівельної науки та економіки в 21 столітті немислимий без активного впровадження та використання композитних матеріалів. Зараз світовий ринок композитів становить 80 млрд дол., на ньому лідирують Китай 32% (25,6 млрд дол.) та США з 26% (21,6 млрд дол.). Очікується, що ринок передових композитних матеріалів демонструватиме середньорічне зростання понад 6% протягом прогнозованого періоду.

Композиційні матеріали (композити) – багатокомпонентні матеріали, які складаються, як правило, із пластичної основи (матриці), армованої наповнювачами, що мають високу міцність та жорсткість [4]. Поєднання різнорідних речовин призводить до створення нового матеріалу, властивості якого кількісно та якісно відрізняються від властивостей кожного з його складових. Варіюючи склад матриці та наповнювача, їх співвідношення,

отримують широкий спектр матеріалів з необхідним набором властивостей. У будівельному секторі композитними матеріалами вважаються матеріали, утворені серед інших полімерними смолами в поєднанні з волокнами (полімерні композити, армовані волокна). До важливих властивостей перспективних композиційних матеріалів відносяться висока міцність, жорсткість, тепло- та хімічна стійкість, електропровідність, а також різні інші термічні та хімічні властивості, що розширюють сферу застосування перспективних композитних матеріалів у будівельній галузі.

Питанням використання композитних матеріалів в будівництві присвячено достатня кількість наукових праць [1-5]. Зокрема, авторами публікації [1] представлено композитні рішення для будівельного сектора. Ґрунтуючись на значних дослідженнях в області нових матеріалів, створена бібліографія про введення наночастинок у бетон для забезпечення більшої довговічності та покращення механічних властивостей, а також про використання розроблених самовідновлювальних матеріалів для використання їх при будівництві доріг чи будівель. В роботі [2] розглянуто конкретні області поточної тенденції використання FRP у будівельній промисловості, визначивши їх переваги для підтримки майбутніх застосувань у різноманітних будівельних процесах. Детальний аналіз досліджень питань технологічності та довговічності FRPs дає можливість оцінити їх універсальність та масштаб.

Питанням перевірки довговічності FRP присвячена робота [3], в якій авторами для дослідження стану конструкції використовувалися як руйнівні, так і неруйнівні методи оцінки. Представлено кілька методів тестування для оцінки FRP, а також надано відносну оцінку кожного доступного тесту.

Переваги композитних матеріалів проявляються також при армуванні бетону. Бетон – це штучний камінь, що складається з чотирьох основних компонентів: води, цементу, дрібних і крупних наповнювачів. Він є композитним матеріалом, що отримується в результаті формування і твердіння раціонально підібраної бетонної суміші. Як справжній композит, бетон складається з гравію та піску, які пов'язані між собою за допомогою цементу, а металева арматура зазвичай додається для посилення його міцності.

Значний внесок в аналіз властивостей композитів на основі цементу зроблено в роботах [6-7]. Авторами праці [6] проаналізовано механічні властивості композитів на основі цементу з вуглецевого волокна. Результати проведених експериментів довели, що вуглецевий цементний композит має значні механічні властивості, і його застосування в будівництві може значно підвищити довговічність та якість конструкцій.

Детальному вивченню композитних матеріалів, що отримують шляхом змішування цементу з магнітним матеріалом присвячена публікація [7]. Розглядається порошкоподібний ферит або магнетит з різними

співвідношеннями та розмірами заповнювачів. Порівняльний аналіз з еталонними моделями показав, що використання такого композиту створює більш міцну конструкцію в порівнянні зі з'єднанням феритових прутків або плити в звичайному бетоні.

Авторами праці [8] робиться акцент на можливості використання промислових відходів як техногенної сировини для отримання різних видів продукції будівельного призначення. В своїх експериментах дослідники використовують відходи каменеподрібнення в бетонах та розчинах при оптимальному проектуванні їх складів та введенні суперпластифікаторів нового покоління. В роботі вітчизняних вчених [9] розглянута можливість розширення сировинної бази для виробництва ефективних лужних цементів та ніздрюватих бетонів на їх основі за рахунок застосування промислових шлаків різного походження, в тому числі таких, що зазвичай не використовуються для виробництва будівельних матеріалів, а також зол-винесення теплових електростанцій. Як лужний компонент усіх розглянутих систем використовувався розчинний силікат натрію (рідке скло) з різною середньою густиною.

Проведений аналіз досліджень використання композитних матеріалів в будівництві показав, що недостатньо робіт, присвячених ефективному використанню монолітного бетону на основі доступної, в порівнянні з природною, недорогої вторинної сировини. Отже, вирішення завдання розробки ефективного сировинного складу композитного матеріалу, завдяки якому можна досягти підвищення конструктивної міцності бетонів за рахунок використання модифікованих добавок на основі техногенних відходів, є актуальною проблемою сучасного будівельного матеріалознавства нашої країни. Напрямок подальших досліджень буде визначення впливу модифікованих добавок на основі техногенної сировини на технологічні і фізико-механічні властивості цементів (бетонів).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Górriz P., Bansal A., Paulotto C., Primi S. Composite Solutions for Construction Sector. : Intech, 2017. 288 p.
2. Zaman V., Gutub S., Wafa M. A review on FRP composites applications and durability concerns in the construction sector. : Journal of Reinforced Plastics and Composites, 2013. Vol. 32(24). Pp. 1966-1988.
3. Field assessment of concrete structures rehabilitated with FRP. University of Texas at Arlington, Arlington, TX, United States, 2018. Pp.171-194.
4. [Campbell F. C.](#) Structural composite materials. ASM International, Materials Park, Ohio, 2010. 629 p.
5. Wu K., Zhang D. Cement-Based Composite Materials. In book: Composite Materials Engineering, 2018. Vol. 2. Pp.489-529.
6. Sikora P., Chung S. Cement-Based Composites: Advancements in

Development and Characterization. : *Crystals*, 2020. 832 p.

7. Tavakoli R. Magnetizable concrete composite materials for road-embedded wireless power transfer pads. *IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*. : Cincinnati, OH, USA, 2017. Pp. 4041-4048.

8. Дворкін Л.Й., Житковський В.В., Марчук В.В., Степасюк Ю.О. Ефективні технології бетонів із застосуванням техногенної сировини: монографія. Рівне : НУВГП, 2017. 424 с.

9. Омельчук В. П., Азнаурян І. О., Ковальчук О. Ю. Застосування промислових відходів для виробництва нових ефективних цементів і ніздрюватих бетонів на їх основі. *Вісник НТУУ «КПІ»*. Серія «Гірництво». Зб. наук. праць. 2009. Вип. 18. С. 48-52.

## МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ ВІД ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ

*Мурашко Діана Сергіївна*

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», [d.s.murashko@student.khai.edu](mailto:d.s.murashko@student.khai.edu)*

Сіверський Донець – одна з найбільших річок сходу України. З початком повномасштабного вторгнення Росії в її басейні проходять активні бойові дії. Через великі ризики для екологічного стану прилеглої території постає необхідність у постійному моніторингу ситуації за допомогою геоінформаційних технологій.

Аналіз екологічного стану річки проведений декількома доступними на даний час способами, що дають змогу більш детально оцінити ситуацію та в подальшому допоможуть розробити конкретні дії для усунення виявлених проблем (таблиця 1).

*Таблиця 1*

### Перелік використаних способів проведення дослідження та їх призначення

Спосіб оцінки екологічного стану	Призначення
Супутникові знімки	Дані з космічних знімків допоможуть оцінити забруднення річки та її наповненість водою
Геопросторові дані	Відомості про території басейну Сіверського Дінця допоможуть спроектувати наслідки виявлених проблем
Дистанційні методи зондування	Зручні для оцінки ситуації безпосередньо біля берегів річки, виявлення руйнувань або засміченості території



*Супутникові знімки.* За допомогою космічних знімків можна побачити зміління Сіверського Дінця на територіях близьких до проведення бойових дій. Це добре видно по стану річки поблизу міста Ізюм минулого року під час деокупації міста, тим часом стан частини русла, що знаходиться далі від прямої конфронтації військ значно кращий (рис. 1). Русло річки позначено синім кольором. Аналіз зроблено за допомогою індексу картографування водних об'єктів NDWI, з якого видно, що поблизу міста Ізюм деякі частини русла є білими (рис. 1).

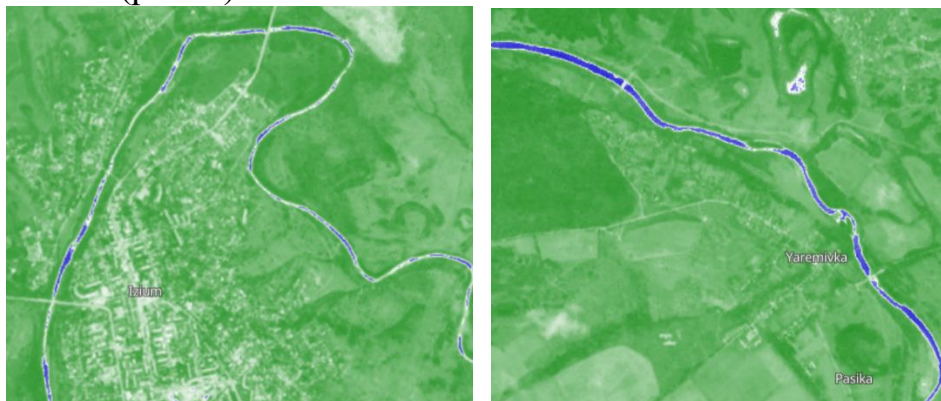


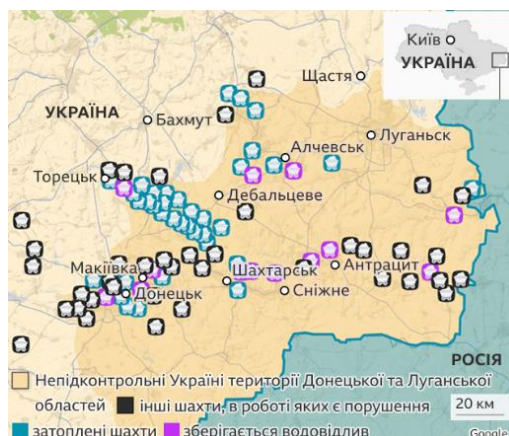
Рис. 1. Порівняння рівня річки на територіях з різною інтенсивністю бойових дій

Такий результат можна отримати якщо на знімку присутні сніг або лід, вода має надто темний колір або мутна та коли над рікою є тіні від хмар. Так як знімки зроблені у вересні і відсутня хмарність, можна зробити висновок, що вода в місцях проведення бойових дій є дуже забрудненою і як наслідок погано відображається індексом NDWI.

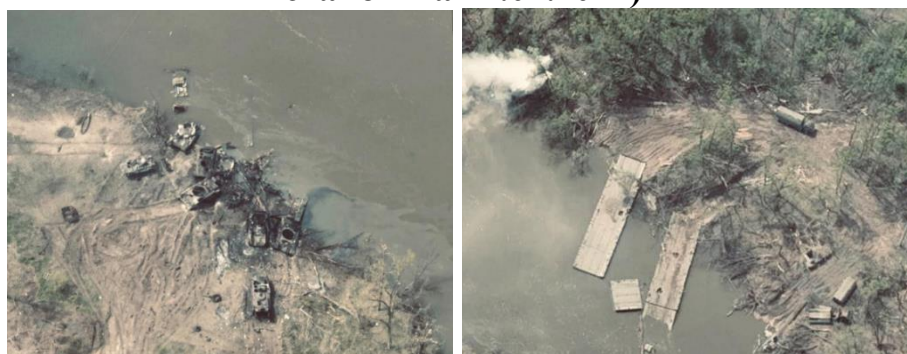
*Геопросторові дані.* Для отримання актуальних даних була досліджена географія Сіверського Дінця та його прилеглих територій та об'єктів. Результатом збору даних є виявлення проблеми, що була актуальна і до війни, але з початком війни значно посилилася - затоплення шахт в басейні річки Сіверський Донець (Донецькій та Луганській областях), що в свою чергу загрожує потраплянням важких металів у воду (рис.2).

Річка пов'язана з водопостачанням в деякі міста України, тому її забруднення спричинить повне відключення води в таких містах задля безпеки жителів.

*Дистанційні методи зондування.* Використання професійних методів зондування (таких як LIDAR) наразі неможливе, але українські військові часто використовують дрони для своїх цілей. Дані, що вони отримують можна використати і в дослідженні стану навколишнього середовища, наприклад побачити забруднення річки Сіверський Донець військовою технікою та деякі руйнування (рис. 3).



**Рис. 2. Стан шахт на території Донбасу (карта бойових дій актуальна станом на 24.02.2022)**



**Рис. 3. Руїнування переправ та затоплена військова техніка в річці Сіверський Донець**

*Державні геопортали.* На державному порталі управління водними ресурсами Сіверсько – Донецького басейну зазначено проблему руйнації очисних споруд, гребель, русло регулюючих водосховищ, що призвело до чисельних забруднень водного середовища і виділено такі зміни в управлінні водними ресурсами:

- порушення сталої системи управління водними ресурсами;
- лівобережна частина басейну Сіверського Дінця була повністю окупована;
- відсутність доступу до водних об'єктів та очисних споруд.

*Аналіз екологічного стану річки Сіверського Дінця* за представленими способами показав значне забруднення водної маси хімікатами внаслідок потрапляння військової техніки в русла річки, що може призвести до кисневого замору риби, особливо у жарку погоду, виродження лісів і в подальшому ерозії ґрунту; руйнація водоочисних систем і гребель не дає можливості вирішувати проблему забрудненості басейну Сіверського Дінця, спричиняючи затягування та посилення екологічних проблем зі значно більшою шкодою для екосистеми; виявлена загроза затоплення шахт може призвести до підтоплення міст, просідання та засолення ґрунтів, що зробить неможливим ведення сільського господарства на території,

потрапляння важких металів в підземні води, а далі в водойми, що використовуються для водопостачання, загалом саме проблема затоплення шахт може призвести до вимушеної евакуації населення даного регіону на невизначений час. Це дозволило сформувати комплекс конкретних дій для відновлення якості води:

- забір води з шахт на Донбасі (встановлення систем дренажу для видалення води, герметизація шахт, встановлення очисних споруд для вже забруднених вод);

- усунення забруднень від військових дій (очищення русла річки від хімікатів, військової техніки, розмінування прилеглих територій);

- відновлення екосистем (висадка дерев та іншої рослинності на берегах річки, відновлення ландшафту, регулювання використання води);

- екоосвіта місцевих жителів (навчання людей правилам збереження та відновлення екосистеми Сіверського Дінця, залучення їх до робіт по підтримці екологічного стану, відповідна освіта в школах і громадських організаціях);

- моніторинг та контроль екосистем (після усунення екологічних наслідків від війни необхідний повний контроль стану річки, що дозволить оперативно реагувати на будь-які можливі загрози, які можуть виникнути в майбутньому).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Sentinel Hub EO Browser: <https://apps.sentinel-hub.com/>
2. Миколай Денісов. Резюме аналізу проблем Сіверського Дінця та програми заходів для їх вирішення: Видавництво «Компанія ВАІТЕ»: 2021. – 102с.
3. Державне агентство водних ресурсів України: <https://www.davr.gov.ua/>
4. Сіверсько – Донецьке басейнове управління водних ресурсів: <https://sdbuvr.gov.ua/>
5. Географія: [www.content.net.ua](http://www.content.net.ua)
6. Open Access Environment: <https://openaccess.org.ua/>
7. Газета Кабінету Міністрів України «Урядовий кур'єр»: <https://ukurier.gov.ua/>
8. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України: <https://www.kmu.gov.ua/>
9. Міністерство розвитку громадян та території України: <https://www.minregion.gov.ua/>

*Науковий керівник: к.т.н., доц. Красовська І. Г.*

## **ПЛАНУВАННЯ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ЄС: УСТАНОВЧІ ДОКУМЕНТИ, ПЛАНИ, ДОСЯГНЕННЯ**

*Недзельська Ульяна Валентинівна*

*Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова,  
nedzelskaulyana@ukr.net*

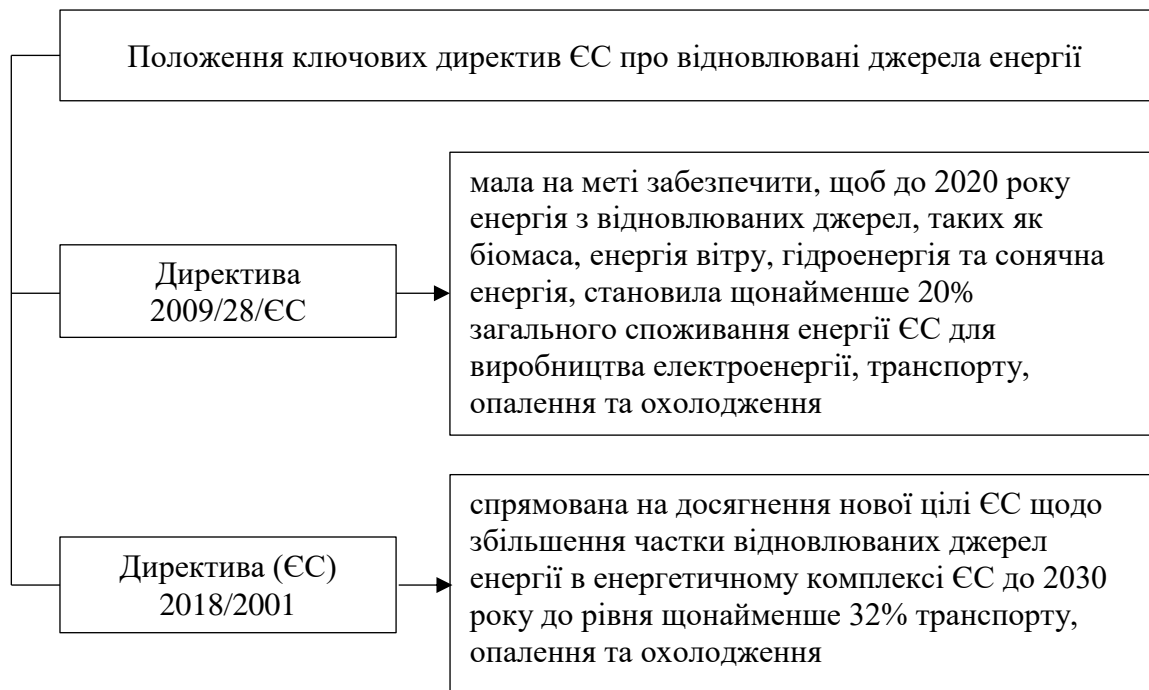
Розвиток відновлюваної енергетики протягом останніх років у країнах-членах ЄС набирає дедалі більше обертів. В умовах великого навантаження на природу, зокрема її забруднення різними видами відходів, постає актуальним питання альтернативних джерел енергії. Відновлювана енергетика не чинить такого негативного впливу на природу, адже є екологічно чистим невичерпним джерелом енергії. З огляду на це, вона є перспективною енергетичною галуззю світу. У ЄС вже напрацьована певна нормативно-правова база та плани розвитку відновлюваної енергетики на майбутнє.

Питання розвитку відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) знайшли своє відображення в установчих документах ЄС. Відповідно до ст. 194 абз. 1 Договору про функціонування Європейського Союзу сприяння розвитку нових та відновлювальних форм енергії є однією з цілей енергетичної політики ЄС. Ця мета досягається завдяки виробництву енергії з відновлюваних джерел, що є важливим елементом зусиль щодо зменшення викидів парникових газів та є вираженням турботи про навколишнє середовище. Правове регулювання розвитку відновлювальних джерел енергії в ЄС розпочалось на рівні директив з 2009 року. Так, у 2009 році було прийнято Директиву а 2009/28/ЄС Європейського Парламенту та Ради про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел. Наприкінці 2018 року була опублікована Директива (ЄС) 2018/2001 Європейського Парламенту та Ради від 11 грудня 2018 року про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел (RED II) [2, с. 136-137]. Основні положення зазначених директив узагальнені на рис. 1.

Проаналізувавши положення директив, можна побачити тенденцію до збільшення частки відновлюваних джерел енергії в енергетиці ЄС кожні кілька років. Поставлені цілі пов'язані не лише із бажанням зменшити деструктивний вплив на навколишнє середовище, але й із потребою зменшити енергетичну залежність від інших країн. Особливо гостро дане питання постало після повномасштабного вторгнення росії в Україну, яке змусило ЄС, з-поміж іншого, переглянути підхід до енергетичної безпеки.

Зважаючи на нові виклики, Європейська комісія 18 травня 2022 року представила план REPowerEU як відповідь на труднощі і порушення глобального енергетичного ринку, спричинені вторгненням Росії в Україну. Для Європи існує подвійна термінова необхідність трансформувати енергетичну систему: припинення залежності ЄС від російського викопного палива, котре використовується як економічна і політична зброя і коштувало європейським платникам податків майже 100 мільярдів євро на

рік, а також подолання кліматичної кризи. Заходи з плану REPowerEU допоможуть втілити ці далекосяжні наміри шляхом економії енергії, диверсифікації енергопостачання та прискореного впровадження відновлюваних джерел енергії для заміни викопного палива в житлових будинках, у промисловості та виробництві електроенергії. Потужне зростання і прискорення відновлюваної енергетики у виробництві електроенергії, промисловості, в будівлях і на транспорті стимулюватиме незалежність ЄС, дасть поштовх до «зеленого» переходу і з часом знизить ціни. Комісія пропонує збільшити цільову мету 2030 року щодо відновлюваних джерел енергії до 45% [1].



**Рис 1. Положення ключових директив ЄС про розвиток ВДЕ**  
*Примітка. Складено авторкою за даними [2, с. 136-137].*

Розвиток відновлюваної енергетики в ЄС відбувається не лише шляхом закріплення цілей у нормативно-правовій базі та планах, а внаслідок реальних позитивних змін, які відбуваються протягом останніх років. Так, за інформацією DW з посиланням на дані звіту аналітичного центру Ember, у 2022 році Євросоюз уперше отримав більше енергії з відновлюваних джерел, ніж від спалювання газу. Минулого року в ЄС на сонячну та вітряну енергетику припало близько 22 відсотків виробленої електроенергії - більше, ніж будь-коли. Водночас спалювання газу дало приблизно 20 відсотків - це на один відсотковий пункт менше, ніж у 2021 році. Країни Євросоюзу виробили 2022 року 203 терават-годин (ТВт-год) сонячної енергії, що на 39 ТВт-год, або на 24 відсотки більше, ніж роком раніше. Це дозволило заощадити близько 10 мільярдів євро на закупівлі газу, пишуть аналітики Ember. Вітроенергетика дала ЄС 420 ТВт-год енергії, на 33 ТВт-

год більше, ніж у 2021 році [3]. Наведена статистика свідчить про певний успіх планування розвитку відновлюваної енергетики в ЄС, що допомагає йому позбутися залежності від постачання газу з інших країн, а також розвивати «зелену економіку». Досягнення у сфері відновлюваної енергетики відбуваються, зокрема, завдяки правильному механізму планування виходячи із наявних можливостей, потреб, загроз.

Для майбутнього та всебічного енергетичного співробітництва ЄС також працюватиме з Україною над підготовкою ініціативи REPowerUkraine. За допомогою такого плану ЄС має на меті підтримати Україну в «кращому відновленні» її енергетичної системи з метою декарбонізації енергетичного сектору України. Це дозволить не лише зміцнити та забезпечити енергетичну незалежність України, а й спрямувати інвестиції, щоб Україна стала значним експортером відновлюваної енергії. Основна увага має бути зосереджена на енергоефективності, відновлюваних джерелах енергії, відновлюваному водні, біометані та перспективній інфраструктурі. ЄС підтримуватиме цей процес як фінансово, так і технічно [4]. Така ініціатива ЄС є вкрай потрібною для України. У процесі післявоєнної відбудови країни практично всі сфери суспільного життя потребуватимуть уваги, не виключення і сфера відновлюваної енергетики. Зважаючи на постійні обстріли критичної інфраструктури, зокрема енергетичної, важливість відновлюваних джерел ще більше зростає. Енергетичний сектор зазнав масштабних руйнувань, однак вже у другій половині лютого 2023 року дефіциту електроенергії не було. Досягти цього вдалося, з-поміж іншого, шляхом використання енергії з відновлюваних джерел. Тож, після війни відновлення енергетичного сектору має відбуватися з акцентом на розвиток відновлюваних джерел енергії і досвід та підтримка ЄС стануть в нагоді для вдалої реалізації запланованого.

Підсумовуючи, варто відзначити амбітні плани ЄС щодо розвитку відновлюваної енергетики. Питання впровадження відновлюваних джерел енергії у ЄС почало обговорюватися більше десяти років тому, а практичне втілення задумів почалося з прийняття у 2009 році Директиви про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел. Наступні роки розвиток ВДЕ почав набирати масштабів та вийшов на абсолютно новий рівень у 2022 році. Головним чином це відбулося внаслідок повномасштабного вторгнення. Відтак, ЄС сформулював нові більш сміливі цілі та заклав у плані REPowerEU підґрунтя для успішного переходу на ВДЕ і припинення енергетичної залежності від інших країн, зокрема росії. Помітні досягнення відбулися саме у 2022 році, коли енергія з відновлюваних джерел випередила газ. У найближчому майбутньому ЄС буде поглиблювати свою діяльність у напрямку ще більшого розвитку відновлюваної енергетики і, з великою ймовірністю, будуть представлені оновлені плани щодо переходу на відновлювані джерела енергії.



## ЛІТЕРАТУРА

1. REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition. European Commission. URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_22\\_3131](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131)

2. Сушик О. В. Адміністративно-правові засади будівництва вітрових електростанцій на природоохоронних територіях з точки зору оцінки впливу на довкілля: Європейські виклики для України. Право і суспільство, №4, 2021, 134-144.

3. У ЄС відновлювані джерела енергії вперше випередили газ. DW. URL: <https://cutt.ly/X8DxSpB>

4. Що входить до плану REPowerEU і як він допоможе Україні? Європейсько-Українське Енергетичне Агентство. URL: <https://euea-energyagency.org/uk/novyny-ta-podiyi/novyny-rynku/shho-vhodyt-do-planu-repowereu-i-yak-vin-dopomozhe-ukrayini/>

## ПЕРЕРОБКА АЛЮМІНІЄВИХ ВИРОБІВ, ВИКОРИСТАНИХ У БУДІВНИЦТВІ ТА ТРАНСПОРТІ, ДЛЯ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

*Нестеренко Тетяна Миколаївна, Артеменко Ярослав Сергійович*

*Запорізький національний університет, tan-nesterenko@ukr.net*

Алюміній є другим із металів, що найбільш широко використовують сьогодні у світі. Через його високу хімічну активність він не зустрічається у природі у вільному стані і досить важко піддається вилученню з руд і мінералів. Промисловою технологією його отримання створено близько століття тому. Обсяги його промислового виробництва постійно збільшуються внаслідок зростання попиту на вироби з алюмінію та сплавів на його основі.

Завдяки цінному комплексу механічних, фізичних, корозійних властивостей, технологічності своїх сплавів та здатності до повторної переробки алюміній та сплави на його основі є основним конструкційним матеріалом для транспортного машинобудування, авіації та у будівництві.

У будівництві використання алюмінієвих конструкцій сприяє суттєвому зниженню навантаження на фундамент при будівництві висотних будинків і різних споруд великої площі. За даними експертів, термін придатності до застосування алюмінієвих несучих конструкцій може становити до 300 років, а будівлі, що збудовані з їх використанням, можуть витримати землетрус до 9 балів. Напівфабрикати з алюмінієвих деформівних сплавів широко застосовують для виготовлення опалубки при будівництві монолітних будинків, елементів несучих каркасів, огорож, віконних рам. Елементи алюмінієвої опалубки можна використовувати неодноразово, а потім легко рециркулювати. Для підвищення ефективності

теплоізоляції застосовуються каркаси з алюмінієвих профілів, що несуть, в проміжки між якими укладаються сучасні легкі теплоізоляційні матеріали, з подальшою декоративною обшивкою плакованими алюмінієвими листами або композитними панелями на їх основі.

Переваги легкого алюмінію набувають все більшого значення для суспільства, яке прагне до поступового зниження негативного впливу на навколишнє середовище при транспортуванні людей і товарів, завдяки зниженню ваги самих транспортних засобів (літаків, автомобілів, інших машин) та ваги самих товарів. Ці екологічні мандати посилюються завдяки можливості повного рециркулювання відпрацьованих виробів з алюмінію та сплавів на його основі [1].

Неухильне зростання обсягів споживання виробів з алюмінію та його сплавів у всіх галузях промисловості сприяє збільшенню кількості алюмінієвих брухту і відходів, що утворюються, і потребує застосування раціональних технологій їх переробки для повторного використання. Для переробки вторинної алюмінієвої сировини та повернення її до кругообігу металу розроблено та вдосконалюються технології рециркулювання [2]. Переробка алюмінієвого брухту та відходів є енергоощадною, оскільки при цьому витрачається близько 5 % енергії від її кількості, необхідної для отримання алюмінію електролізом [3].

Поліпшення рівня життя та глобальна «автомобілізація» населення планети спричинили часту заміну автомобілів, викидання старих «авто» на звалища. Автомобіль є джерелом забруднення навколишнього середовища не тільки під час його виробництва і експлуатації, але й після вичерпання ним свого споживчого ресурсу, коли автомобіль потрапляє на звалище. Тому уряди індустріально розвинених країн за вимогами громадськості, екологів, вчених прийняли жорсткі заходи щодо автовиробників.

У епоху екологічно благополучних 1980-х років основним способом переробки автомобілів був автомобільний прес. Після обробки на пресі з 2–3 автомобілів отримують «пакет» вагою до 3 т. Основними споживачами цього виду металобрухту є металургійні підприємства, що виготовляють, зокрема, автомобільний лист і іншу продукцію для автомобільної промисловості. Отже, цикл обігу алюмінію замикається. Проте тепер вже встановлено, що подібний цикл не є задовільним як економічно, так і екологічно: чорний метал забруднюється домішками міді, олова, цинку, свинцю, хрому та інших металів, що використовуються для електроустаткування, виготовлення оснастки, обробки, захисних і декоративних покриттів тощо. У навколишнє середовище потрапляють викиди токсичних сполук, що утворюються при згорянні органічних матеріалів (особливо полівінілхлориду) і перегоні перерахованих вище важких металів.

На початку 1990-х років в країнах Європи було введено жорсткі законодавчі норми щодо переробки відходів, які суттєво вплинули на



систему збирання і переробки автомобільного брухту.

Від пресування автомобілів у індустріально розвинених країнах відмовилися більше десяти років тому. З того часу вже при проектуванні нової моделі автомобіля в нього одразу закладають можливість утилізації. Матеріали, що не переробляються (наприклад, полівінілхлорид), тепер практично не використовують. Всі деталі виготовляють з матеріалів, що легко піддаються переробці. За спеціальними технологічними схемами переробляються акумулятори, гума, автомобільні мастила, скло.

Якщо потрібно утилізувати старий автомобіль, власник приганяє його в центр з утилізації, де автомобіль розбирають по «гвинтиках». Така схема утилізації машин у спеціальних центрах впроваджена в багатьох європейських країнах. Причому, як правило, утилізацією конкретної марки автомобіля займаються фахівці компанії-виробника. Після розбирання машини на окремі вузли частину з них переплавляють, а частину реставрують і встановлюють на нові машини. Деталі, що зовсім не можна переробити при розбиранні, подрібнюється в шредінгових установках. Так, в останніх моделях автомобілів виробництва фірми «Форд» понад 70 % деталей піддаються переробці на стадії розбирання.

Витрати на утилізацію автомобіля складаються з витрат на транспортування автомобіля і його первинне оброблення (утилізація акумулятора, частини електроустаткування, мастил та ін.). Ці витрати розподіляються в різних країнах і регіонах по-різному, в тому числі й штрафи власникові.

Успіхи, досягнуті під час реалізації нової концепції переробки автомобілів, що вичерпали споживчий ресурс, знайшли віддзеркалення у Директиві Ради ЄС 2000/53/ЄС «Транспортні засоби, що вийшли з експлуатації», яка діє з 2002 р.

Для зменшення токсичності відходів все більше уваги при розбиранні автомобілів приділяють вилученню небезпечних хімічних матеріалів (важких металів, хлорвмісних полімерів та ін.). Успішному здійсненню цієї роботи сприяє відповідне стандартизоване маркування деталей на стадії їх виготовлення. Запровадження суцільного їх маркування під час виготовлення деталей дещо підвищує вартість продукції, проте зменшує подальші витрати на переробку металобрухту, застосування якого істотно знижує вартість всієї металопродукції та сприяє енергозбереженню.

У понад 50-ти країнах світу прийнято закони щодо авторециклінга. З 2007 р. діють директиви ЄС, згідно яким фінансові зобов'язання щодо утилізації автомобілів після закінчення терміну їх експлуатації перекладаються на виробників. Законом «Визначення мінімальних критеріїв для переробника автомобілів (Директива про закінчення життєвого циклу)» передбачено, що при утилізації автомобілів з 2015 р. мінімум 95 % маси матеріалів слід утилізувати, решту можна термічно переробляти (перетворювати на енергію) або поховати [3].

Кинута автомобільна техніка і будівельний алюмінієвий брухт негативно впливають на життєдіяльність міста, погіршують екологічну ситуацію. Проте вони є цінною сировиною для вторинного використання матеріалів, а також реальним джерелом прибутку від рециклювання, відновлення запасних частин і агрегатів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Timm H. Modern Lightweight Design At Audi. *Aluminium International Today*. 2018. October. Issue 24. P. 27.
2. Нестеренко Т. М., Нестеренко О. М., Колобов Г. О., Грицай В. П. Виробництво алюмінієвих сплавів з рудної та вторинної сировини : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2007. 207 с.
3. Kircher G. Aluminium scrap as vital source of aluminium supply. *Erzmetall*. 2011. Vol. 64, № 4. P. 210–212.

## ЕКОЛОГІЧНИЙ ПОГЛЯД НА ВУЛИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

**Петриковська Алла Анатоліївна, Малимон Стефанія Стефанівна**  
Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський фаховий коледж  
Національного університету біоресурсів і природокористування України»,  
[alla.petrykovska@gmail.com](mailto:alla.petrykovska@gmail.com), [stefania.malymon@gmail.com](mailto:stefania.malymon@gmail.com)

Освітлення – важливий елемент для людини при перебуванні на вулиці. Спеціальні прилади, що встановлені вздовж доріг забезпечують чудову видимість, особливо в темний час доби. Освітлювальні ліхтарі повинні бути у мегаполісах і маленьких містечках.



На сьогоднішній день до екологічних заходів у містобудуванні традиційно відносять питання очищення води, повітря, ґрунту, ліквідації надмірного шуму, шкідливих випромінювань та вібрацій. У цьому переліку, нажаль, відсутнє питання якості світлового середовища та «очищення» зорового поля від «забруднюючих» його елементів, що створюють зоровий дискомфорт та негативно діють на здоров'я людини.

У країнах ЄС зоровий комфорт – одна з екологічних проблем, що входить в поняття «якості життя», та дозволяє говорити про її вирішення ще з початку епохи освітлення. З 1974 року у Німеччині діє закон про захист людей від шкідливих впливів навколишнього середовища, в тому числі від світлових перешкод, що створюються в житлових приміщеннях через вікна зовнішніми освітлювальними приладами та освітлювальною рекламою.

Сучасні будівельні норми обмежують засліплення пішоходів та водіїв світильниками функціонального освітлення.

Зоровий дискомфорт – одна з проблем міст у темну пору доби. Він виникає, по-перше, через нестачу природного світла, по-друге, від надмірних контрастів та осліплювальних джерел, по-третє, від «візуального хаосу» у полі зору людини. Якщо перші дві причини можуть бути, в деякій мірі, усунені світлотехнічними засобами, то третя безпосередньо пов'язана з естетичними питаннями та участю спеціалістів з художньої підготовки, психологів та екологів, санітарно-гігієнічних норм.

Зоровий дискомфорт, навіть відносно недовгого перебування людини в міському середовищі, втомлює її, викликає подразнення, депресії та стреси, іноді є причиною головного болю, травм, погіршення загального самопочуття. Ці взаємозв'язки ще далеко не вивчені, та очевидно, залежать від конкретної причини дискомфортової та комплексної взаємодії багатьох шкідливих факторів середовища. Існують норми освітлення, та низькі якісні показники освітлювальних приладів, в більшості пішохідних зон та житлових територій, повинні бути переглянуті з орієнтацією на пріоритет пішохода, а не водія, як це склалося на практиці. Адже пішохід має безпосередній контакт з середовищем, а не водій.

У деяких наукових публікаціях пропонується більш широкий спектр характеристик, які коректуються з відчуттям достатньої візуальної інформації та комфорту, безпеки та зорового контакту між пішоходами. Це залежить від дистанції спостереження, умов адаптації, категорії простору. Вважається мінімально достатнім забезпечити на рівні обличчя людини в 1 лк при відстані 5 м, при спостереженні на відстані до 10 м – 3-5 лк, для відстані більше 10 м – 10 лк.

Зоровому сприйняттю у пішохідних зонах, повинна приділятися особлива увага в плані боротьби зі злочинністю в нічний час. З цією метою рекомендується створювати у відповідних умовах не менше 15 лк та відмовитися від застосування НЛНТ (натрієва лампа низького тиску), монохроматичний жовтий колір яких, за деякими даними, негативно впливає на настрій та провокує злочини.

Відчуття зорового комфорту від невеликого розподілу яскравого у полі зору, що призводить до «візуального хаосу», ставить проблему не лише екологічного, а й художнього композиційного характеру. Зорове поле в вечірньому місті більш агресивне, ніж вдень, але яка ступінь цієї агресивності та як її нейтралізувати. Ця проблема поки не досліджена ні в екологічному, ні в світлотехнічному відношенні. Екологія та естетика освітлення тісно пов'язані та не можуть успішно розглядатися окремо. Це впливає з природи зору, бо переважно за рахунок органу зору людина сприймає оточуючий світ, взаємодіє з ним та синтетично реагує не тільки на світловий комфорт, але й на красу світла.

Одним з перших ключових моментів є «пропорціювання» світла в міських просторах в залежності від функції, масштабу та стильових особливостей архітектури, що формує ці простори. Екологія зору, пов'язана з освітленням міського середовища, отримала ще одне направлення досліджень, проектної та практичної роботи. Головним аргументом «боротьби» зі світовим забрудненням є той факт, що в останні роки освітлення заважає роботі астрономів.

Нині прилади для освітлення вулиць різноманітні та багатофункціональні. Сучасні ліхтарі мають різні сфери використання, типи лампочок, розмір, форми. Вуличне освітлення монтується на фасадні частини будівель, архітектурні пам'ятки, фонтани, щити для реклами, різноманітні конструкції. Привабливі освітлювальні ліхтарі перетворюють та прикрашають міський простір.

Види ліхтарів:

*Свічкові.* Для таких ліхтарів використовують свічку, яка надає винятковості, історичності. Їх установлюють на старі будівлі, споруди, замки.

*Гасові, масляні.* Ліхтарі схожі на гасову лампу, яку у минулі часи використовували для освітлення. У сучасному освітленні їх майже не застосовують.

*Газові.* Раніше ліхтарі були дуже популярними та поширеними, працювали з використанням метану, пропану та інших газоподібних речовин. Зараз їх можна зустріти лише у туристів, як надійне переносне джерело світла.

*З використанням ламп розжарювання.* Доволі популярні вуличні ліхтарі по всьому світу. Прилади дають яскраве якісне освітлення, але споживають багато електроенергії та мають обмежений термін експлуатації.

*З газорозрядними лампами.* Ліхтарі характеризуються великим терміном використання до 25000 год. та яскравим світлом. Недоліком вважають періодичне мерехтіння.

*Світлодіодні ліхтарі.* Один з найпопулярніших видів вуличного освітлення невеликого розміру, який має тривалий термін використання до 50000 год. та стійкий до впливу механічних факторів.

*Індукційні прилади.* Сучасні вироби з тривалим терміном використання до 150000 год., які миттєво вмикаються та вимикаються, не втрачають світлопередачу при експлуатації.

*З використанням сонячних батарей.* Найновіший вид вуличного освітлення. Він стрімко набирає популярності завдяки економічності, енергетичній незалежності. Вироби здатні самостійно вмикатись та вимикатись під дією сонячних променів.

Вуличні ліхтарі використовують для магістралей, автомобільних доріг. Для даного напрямку рекомендовано використовувати ліхтарі з рефлектором, які скупчують світло в напрямку дороги.

Для міських вулиць, велодоріжок, паркових зон, скверів та другорядних доріг зазвичай встановлюють прилади з розсіяним світлом, або рефлекторні ліхтарі.

Фасади архітектурних будівель підсвічують спеціальними освітлювальними виробами. Дорожні знаки, напрямок руху, номер будинку, зовнішня реклама освітлюється ліхтарями інформаційного типу.

Сучасні ліхтарі для освітлення вуличного простору повинні відповідати критеріям: надійність системи; якість освітлювальних приладів; безпека; тривалий термін використання; простота технічного обслуговування; економічність; додаткові можливості.

Світлодіодні вироби найбільше відповідають даним вимогам. Сучасне освітлення створює комфортні умови перебування на вулиці у нічний час. Лампи світлодіодного типу мають тривалий термін експлуатації, стійкі до впливу механічних факторів, споживають мінімальну кількість електроенергії. Контраст, який створюється колірною температурою, відмінною від навколишнього освітлення дороги, є ефективним способом виділити пішохідний перехід і привернути увагу водіїв. Цього можна досягти за рахунок використання білих світлодіодів з різною колірною температурою.

Асортимент ліхтарів пропонує широкий спектр вибору: плафонні, лампові струнні вироби; світильники; прожектори та багато інших.

Головною метою вуличного освітлення є створення комфортних умов перебування, незалежно від типу та способу кріплення ламп. При виборі краще орієнтуватись на власні вимоги та пріоритети.

Отже, наявність вуличного освітлення завжди відіграла значну роль, адже воно виконує одночасно безліч функцій: убезпечує транспортний та пішохідний рух, робить середовище більш затишним та естетичним. Правильно сплановане, якісне вуличне освітлення також сприяє запобіганню злочинних дій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-28:2018. Природне та штучне освітлення. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2018. 137 с.
2. Крижановська Н.Я. Світло-кольоровий дизайн : конспект лекцій для студентів 5 курсу за спеціальністю 191 – Архітектура та містобудування, освітня програма підготовки магістрів «Дизайн архітектурного середовища»/ Н.Я. Крижановська, О.В. Смірнова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 48с.

# ДИНАМІКА РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

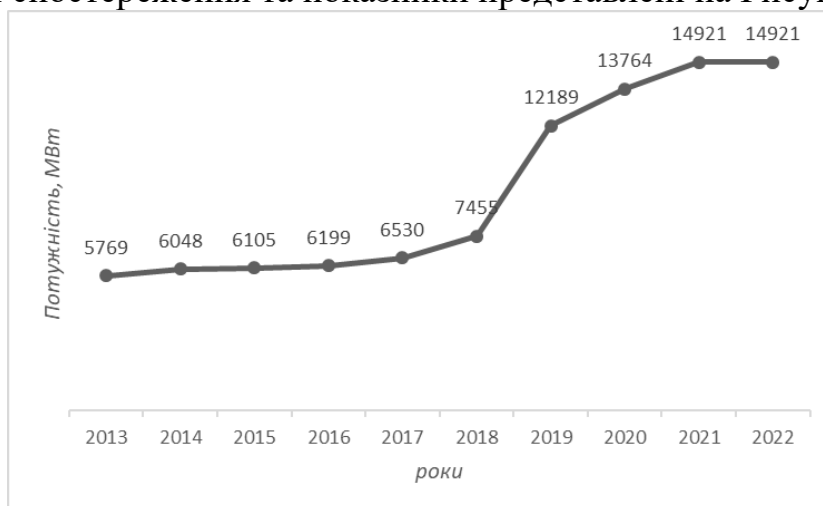
*Попик Олег Володимирович*

ГО «НДЦ «Екопроект», [o.v.popik@gmail.com](mailto:o.v.popik@gmail.com)

Екологізація енергетики та поетапне збільшення частки відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) в загальній структурі виробництва та споживання енергії є загальносвітовою тенденцією, що має своє відображення й в українських реаліях. Це комплексний процес, реалізація якого дозволяє вирішити сукупність завдань, а саме: підвищення енергонезалежності та енергоефективності з одного боку, та з іншого – зменшення негативного екодеструктивного впливу на довкілля в процесі спалення викопних видів палива.

Залучення альтернативних джерел енергії (у тлумаченні ЗУ «Про альтернативні джерела енергії» [1]) до загальних виробничо-технологічних процесів може розглядатися як один з найбільш ефективних екологоорієнтованих заходів (ЕОЗ), впровадження якого вирішує низку завдань еколого-економічної проблематики [2]. Географічне розташування та природно-кліматичні характеристики України свідчать про достатньо потужний потенціал розвитку ВДЕ, зокрема геліоенергетики, вітроенергетики та гідроенергетики.

Оцінка теперішнього стану залученості ВДЕ та динаміки зміни продукуюваної потужності проводилась на основі даних, представлених у звіті міжнародного агентства IRENA за 2023 рік [3]. Візуалізовані моніторингові спостереження та показники представлені на Рисунку 1 та 2.



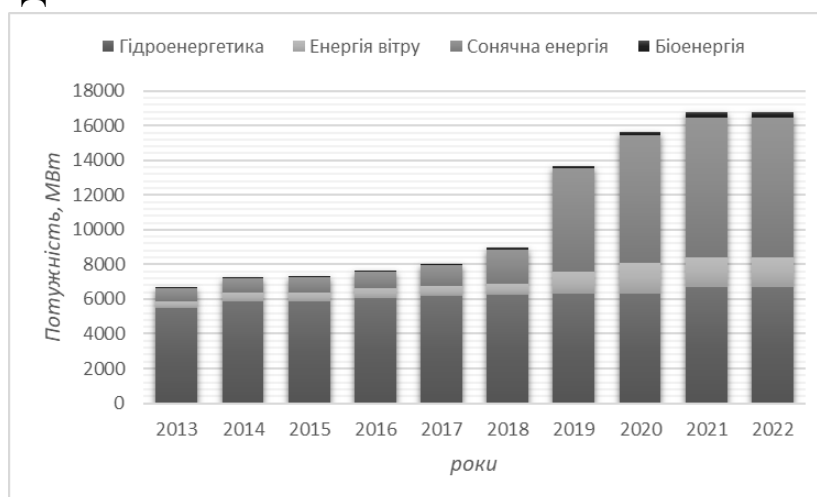
**Рис. 1. Динаміка зміни показника Загальної продукуюваної потужності ВДЕ в Україні за період 2013-2022 рр.**

*Джерело: укладено автором із використанням [3]*

Як видно з представленого матеріалу загальна продукувана потужність ВДЕ за останні десять років збільшилась в 3 рази та досягла максимального значення у майже 15 тис. МВт у 2022 р. Найбільш різке зростання спостерігалось у період 2018-2020 рр., що може бути пов'язане із піком екологічного інвестування в об'єкти відновлювальної енергетики, що в свою чергу обумовлене достатньо привабливими, з економічної точки зору, «зеленими тарифами» та програмами «зеленого» кредитування. Проте якщо з природоохоронних позицій така трансформація енергетичного ринку має позитивні риси, то економічна складова зазнає суттєвого напруження. За інформацією профільного Міністерства енергетики України, тільки за один 2019 рік нових потужностей з ВДЕ було побудовано в 3,2 рази більше, ніж за попередні 10 років, наслідком чого є нарощування заборгованості перед виробниками енергії з відновлюваних джерел. Безумовно, така ситуація потребує політичного врегулювання, задля підтримання загального тренду на збільшення частки ВДЕ в загальній енергетичній структурі, із забезпеченням ефективного функціонування ринку.

Показники виробництва енергії з відновлюваних джерел у 2021 та 2022 рр. є тотожними, що обумовлено військовими діями на території України, що унеможлиблює розвиток галузі. Тим не менш необхідно відзначити розроблений Державним агентством з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності) проєкт «Національного плану дій з розвитку відновлюваної енергетики до 2030 року», покликаний створити прогнозовані умови для розвитку галузі ВДЕ та підвищення енергонезалежності держави.

На Рисинку 2 представлена Динаміка зміни продукуваної потужності за видами ВДЕ.



**Рис. 2. Динаміка зміни продукуваної потужності за видами ВДЕ в Україні за період 2013-2022 рр.**

*Джерело: укладено автором із використанням [3]*

Як видно з представленого графічного матеріалу на період з 2013 по 2018 рр. домінуюча частка в структурі ВДЕ належала гідроенергетичним установкам, у період з 2019 по 2022 рр. спостерігається трансформація ринку із домінуючим сектором сонячної енергетики в структурі ВДЕ. Такий тренд обумовлюється вже наведеними вище економічними причинами, а також вдосконаленням технологій продукування енергії із використанням геліоенергетичного устаткування.

Також необхідно відзначити нарощування потужностей вітрогенерації в останні роки. Динаміка зміни параметру генерації енергії на вітрових установках представлена на Рисунку 2 демонструє темпи росту цього сегменту в структурі ВДЕ майже в 5 разів. В біоенергетиці за даними [3] темпи росту є ще більшими та досягають дев'ятикратного збільшення генерованої потужності. Газова криза що мала місце у 2021-2022 рр. підтвердила значні перспективи розвитку сектору біоенергетики України, та фоні істотних цін на природний газ, а одже саме біоенергетика здатна закрити частину дефіциту природного газу у питанні виробництва теплової та електричної енергій.

За даними Центру Розумкова, у 2019 році Україна увійшла у ТОП-10 країн світу за темпами розвитку відновлюваної енергетики, а у 2020 році — у ТОП-5 європейських країн за темпами розвитку сонячної енергетики. Наразі Україна має достатньо амбітні плани, та для збільшення стійкості енергосистеми у 2023 році планує розвивати «зелену» генерацію і протягом року ввести в експлуатацію до 500 МВт потужностей відновлювальної енергетики.

Така позитивна динаміка запровадження ЕОЗ в сфері ВДЕ є відображенням загального тренду до екологізації та декарбонізації промисловості, що в тому числі відповідає пріоритетам цілей сталого розвитку до 2030 року, зокрема й в сфері ВДЕ.

Україна має усі шанси та передумови посісти передові позиції у продукування енергії з ВДЕ як у Європі так і в світі, тож із закінченням військового конфлікту можна прогнозувати стрімкий розвиток галузі ВДЕ, що в свою чергу матиме відображення на покращенні екологічних кондицій та сприятиме соціально-економічному розвитку в країні.

## ЛІТЕРАТУРА

1. «Про альтернативні джерела енергії». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, № 24, ст.155
2. Попик О.В., Хумарова Н.І. Екологоорієнтоване управління урбанізованими територіями (теоретико-методичний аспект): монографія/ НАН України, Ін-т проблем ринку та екон.-екол. дослідж. Одеса, 2019. 173с.
3. IRENA (2023), Renewable capacity statistics 2023, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. 69 P.



**ПРОБЛЕМА УТИЛІЗАЦІЇ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ**  
**Постернак Ірина Михайлівна<sup>1</sup>, Постернак Олексій Сергійович<sup>1</sup>,**  
**Постернак Сергій Олексійович<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Одеська державна академія будівництва та архітектури

<sup>2</sup>ПП «Композит», [icomos.rur@gmail.com](mailto:icomos.rur@gmail.com)

Енергетична промисловість переживає радикальні зміни, і поступовий перехід на поновлювані джерела енергії є більш ніж очевидним. Тим не менш, не все, що виглядає стійким, залишається таким і після закінчення свого життєвого циклу. Принаймні, це найпоширеніше занепокоєння щодо фотоелектричних (PV) сонячних панелей. Вони є стабільним джерелом енергії, що залежить тільки від сонячної радіації і здатне доставляти електрику до наших будинків. Однак, що відбувається з сонячними панелями, коли вони не працюють ефективно? Дослідимо їхнє майбутнє через процес утилізації (рисунок 1,2) [1].

Утилізація значних обсягів сонячних модулів на конкретній території призводить до збільшення ризику для місцевої флори, фауни і для здоров'я людей. Витік хімічних реагентів з утилізованих модулів дає можливість зараження місцевого ґрунту і поверхневих вод.

*Таблиця 1*

**Безпекові обмеження та наслідки для СЕС**

Вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей	Заходи
Рослинний та тваринний світ	Необхідний ретельний вибір ділянки, врахування відстані до заповідних територій та інших природних об'єктів
Поверхневі та підземні води	Обов'язкове планування заходів щодо відведення дощових стоків із поверхні сонячних панелей
Викиди в атмосферу, в тому числі вплив на зміни клімату (викиди парникових газів)	Позитивний вплив – внаслідок зменшення викидів парникових газів. Незначний вплив при експлуатації
Вплив на стан ґрунтів, зміни землекористування	Вимагає виділення окремих ділянок для встановлення устаткування, рекомендовано використання територій, непридатних для с/г виробництва
Накопичення відходів, поводження з відходами	Зношені фотоелементи є токсичними, необхідно розробляти заходи щодо безпечного поводження з відходами
Підвищення ризику захворюваності населення (фактори ризику)	Необхідна оцінка ризику для здоров'я населення
Інші види впливу на довкілля або техногенне середовище	Можливе підвищення інтенсивності електромагнітних полів

# The Solar Panel Resurrection Process

Over 70% of European PV manufacturers are part of the global PV CYCLE network which offers tailor-made waste management for companies. All producers fall under legal obligations of WEEE legislation, and PV CYCLE helps them fulfil all requirements. Due to this initiative, members of the network show commitment to create a product which is sustainable during both the production and after the purchase. They realise this through mindful eco-design, the elimination of toxic materials usage, and recycling. Technologies are constantly improved so that recycling can occur upon all types of PV panel failures, including malfunctioning modules, glass breakage, laminate and electrical defects, wrong designs, process losses, or decommissioning.

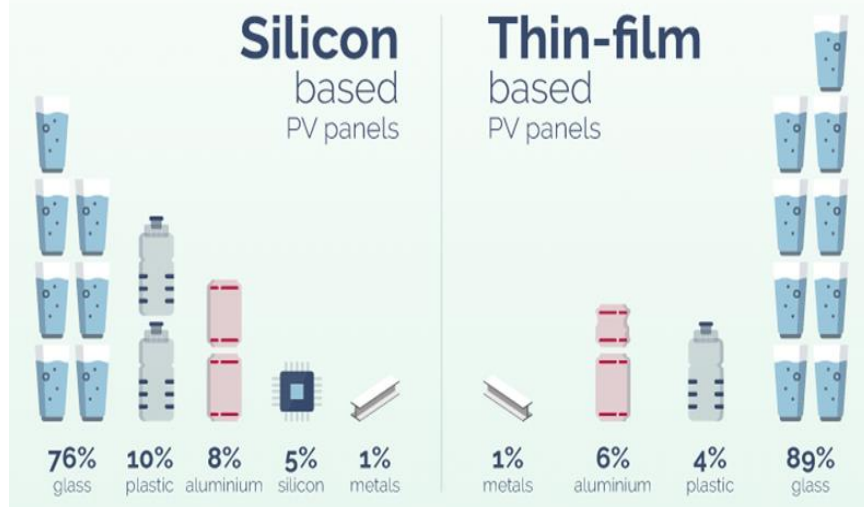


Рис.1. Процес відновлення сонячних PV-панелей [1]: на основі кремнію та тонкоплівкові. Понад 70% європейських фотоелектричних виробників є частиною глобальної мережі PV CYCLE

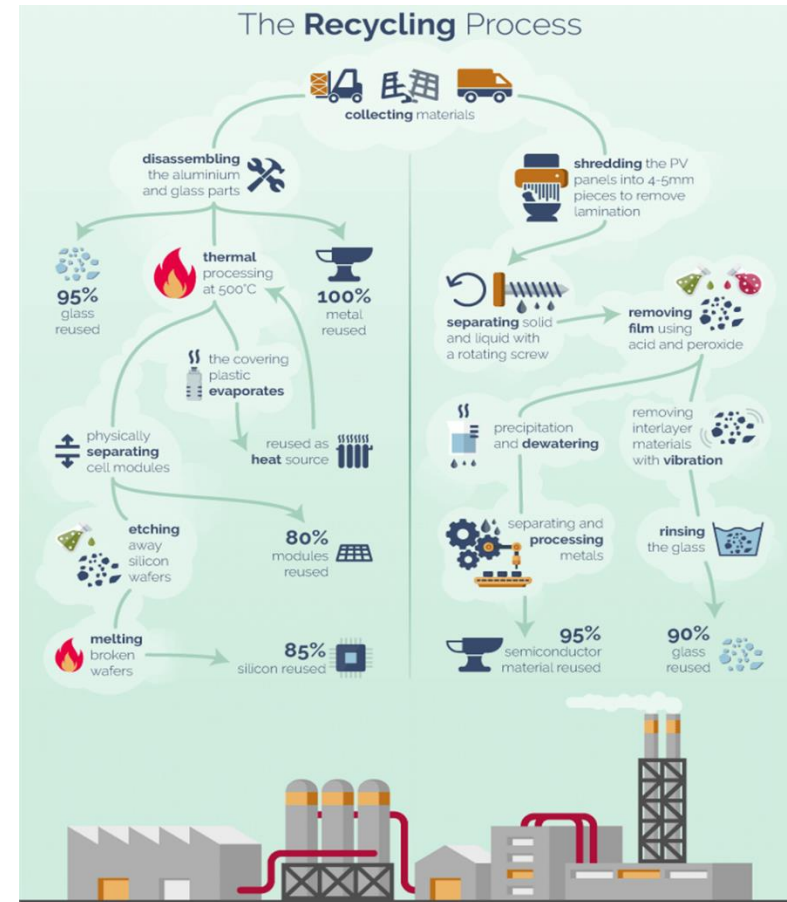


Рис. 2. Структура процесу переробки сонячних PV-панелей [1]: на основі кремнію – розбирання з сортуванням за видами та термічною переробкою; тонкоплівкові – подрібнення з розділенням та сортуванням за видами

*Китай, США, Японія, країни ЄС [2,3] активно інвестують в дослідження і розробки по переробці сонячних панелей.* На сьогоднішній день розрізняють два види переробки PV-модулів – грубу і тонку (рисунок 1, 2). При першій мається на увазі витяг основних матеріалів модуля – алюмінію, міді, скла, а ось пластмаса просто спалюється. За тонкої переробки можливо вилучення всіх хімічних елементів. До складу сонячних модулів входить сировина, яку можна використовувати повторно. Так, в процентному співвідношенні панель з кристалічного кремнію – це 76% скла, 10% полімерних матеріалів, 8% алюмінію, 5% кремнієвих напівпровідників, 1% міді, менш 0,1% срібла, олова і свинцю.

*В Україні станом на початок 2023 року підприємства по переробці фотоелектричних модулів (ФЕМ) відсутні, як і відсутні спеціальні вимоги щодо їх утилізації.* Загальні вимоги зазначені в національних стандартах України ДСТУ 8328:2015 та ДСТУ 8635:2016. [4, 5]. Оскільки кількість сонячних модулів, що були виведені з експлуатації, є малою, їх переробкою займаються підприємства з переробки електронних або скляних відходів. У процесі такої переробки відбувається виділення основних компонентів модуля – міді, алюмінію, скла. Сонячні елементи та пластикові складові модулів скоріш за все піддаються спалюванню або відправляються на полігони для електронного обладнання. *Тож питання переробки сонячних модулів в Україні залишається відкритим [6, 7].*

А) У країнах ЄС в рамках Європейського інституту інновацій та технологій (EIT) до 2025 року відбувається фінансування дослідницького проекту *ReProSolar* під керівництвом *Veolia* (одна з найбільших існуючих компаній у галузі переробки відходів) та інших партнерів. До проекту долучилися країни Німеччини, Франції та Іспанії. Проект розробляє високоефективний та спеціальний процес утилізації відпрацьованих фотоелектричних модулів, що полягає у новій технології розшарування, яка здатна ефективно відокремити сонячні батареї від скляної пластини. Інноваційні фізико-хімічні процеси дозволитимуть відновити всі матеріали без подрібнення фотоелектричних модулів. У проекті присутні всі етапи від переробки та очищення сировини через ланцюжок постачання потоків відходів до реінтеграції у різні галузі. Таким чином процес переходить до замкнутого циклу (*ресурс-відходи-ресурс*).

Б) Нова технологія, розроблена у Південній Кореї та випробувана на 72 панелях, стосується переробки (не)пошкоджених панелей та працює у чотири етапи:

- автоматизований демонтаж рами та розподільної коробки;
- розділення скла;
- відновлення металу;

– переробка сонячних елементів.

Завдяки оптимізованому процесу, технологія дозволяє скоротити використання електроенергії на третину та скоротити викиди парникових газів на 1,2 тони. Система дозволяє відновити високоякісне скло з вмістом заліза менш ніж 200 частин на мільйон та більш ніж 65% компонентів, що входять до складу панелі. Вилучений та оброблений кремній йде на виготовлення 6-дюймових монокристалічних злитків та пластин з ефективністю 20,05%.

В) Японський виробник сонячних фотоелектричних панелей *Next Energy*, торговий конгломерат *Marubeni* (займається переробкою фотоелектричних модулів з 2005 року) та дослідницький інститут *Mitsubishi* працює над розробленням блокчейн-системи для утилізації використаних сонячних панелей. Суть системи полягає у підтвердженні статусу і відстежуваності сонячних елементів та їх компонентів на всіх етапах переробки, що дозволить створити ринок переробки та повторного використання сировини. Тим самим планується скоротити масштаби захоронення таких відходів та зменшити викиди вуглецю. Перевірка понад 40000 використаних сонячних елементів виявила, що вони можуть зберігати продуктивність до 80 % після 25 років використання.

*Поряд з вирішенням питання щодо переробки сонячних панелей, також йде удосконалення нових сонячних систем та розширення можливості їх розміщення. Наприклад, швейцарський виробник представив сонячні панелі у вигляді черепиці. Інші гнучкі панелі дозволяють розміщувати їх на тунелях. Однією з проблем будівництва сонячних електростанцій є те, що під них відводяться великі території. Одне з рішень запропонував нідерландський стартап розробивши плавучі морські платформи таких електростанцій. Польський стартап *MOVEit* розробив серію мобільних сонячних установок, які легко переміщуються і розгортаються на потрібному місці в автоматичному режимі, а також можуть використовуватися для забезпечення електроенергією об'єктів під час проведення дорожніх робіт. Тому є надія, що коли у більшості сонячних модулів закінчиться їх термін експлуатації, розроблені інноваційні технології завадять у створенні нової екологічної проблеми. В Україні темп розвитку таких технологій залишається низьким. У разі відсутності такої системи по переробці модулів через 10 років, доцільно буде транспортувати їх до країн-сусідів, що будуть мати налагоджену систему такої переробки.*

## ЛІТЕРАТУРА

1. Можливості переробки сонячних панелей. Веб-сайт DS: Чжецзян DongShuo Нова енергія Лтд (Розділ. Знання). 07 жовтня 2021р. URL: <https://ua.dsisolat.com/info/the-opportunities-of-solar-panel-recycling-62285925.html> (дата звернення: 02.04.2023).

2. Чи є друге життя у сонячних панелей? *Веб-сайт Avenston group (Розділ. Статті та аналітика)*. 10 січня 2019р. URL: <https://avenston.com/articles/solar-second-life/> (дата звернення: 03.04.2023).

3. Переробка сонячних панелей. Огляд інновацій. *Веб-сайт mcl.kiev.ua: (Новини)*. URL: <https://mcl.kiev.ua/pererabotka-solnechnyh-panelej-obzor-innovacij/> (дата звернення: 03.04.2023).

4. ДСТУ 8328:2015 "Геліоенергетика. Модулі фотоелектричні. Загальні технічні вимоги". Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2018. *Веб-сайт online.budstandart.com (Розділ. Каталог документів)*. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=62883](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=62883) (дата звернення: 05.04.2023).

5. ДСТУ 8635:2016 "Геліоенергетика. Площини для фотоелектричних станцій приєднання станцій до електроенергетичної системи". Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2017. *Веб-сайт online.budstandart.com (Розділ. Каталог документів)*. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=63935](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=63935) (дата звернення: 05.04.2023).

6. ДБН А.2.2-1:2021 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). 2022. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України. 22с. URL: [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/dbn-a.2.2-1\\_2021.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/dbn-a.2.2-1_2021.pdf) (дата звернення: 05.04.2023).

7. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 р. № 2059-VIII зі змінами та доповненнями. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (дата звернення: 05.04.2023).

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТАНГЕНЦІАЛЬНИХ СОПЛОВИХ ВИПУСКІВ ПОВІТРЯ ДЛЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОВІТРООБМІНУ**

*Рижарович Олександр Дмитрович, Мілейковський Віктор Олександрович  
Київський національний університет будівництва та архітектури,  
[ryharovych\\_od@knuba.edu.ua](mailto:ryharovych_od@knuba.edu.ua), [v\\_mil@ukr.net](mailto:v_mil@ukr.net)*

**Вступ.** Зелене будівництво передбачає створення будівель дружніх до навколишнього середовища. Це вимагає максимальної енергоефективності. Одним з ключових елементів енергоефективного будівництва є правильне розподілення повітря, що дозволяє забезпечити нормативні параметри повітряного середовища будівель з мінімальними витратами енергії на оброблення та переміщення вентиляційного повітря. На сьогодні розроблено значну кількість різноманітних конструкцій повітророзподільників та схем подавання припливного повітря, як у верхню, так і в робочу зону приміщень.



При подачі припливного повітря безпосередньо в робочу зону можуть використовуватися повітророзподільники, що забезпечують параметри повітря близькі до нормованих (витісняюча вентиляція) або повітророзподільники з високою інтенсивністю затування струмин. Перші вимагають підвищеної витрати повітря через малий перепад температури і відповідно обмежені можливості у видаленні теплонадлишків [1].

Другий спосіб передбачає подачу повітря струминами які швидко затувають. Через інтенсивне підмішування повітря можна значно збільшити перепад температури на виході та зменшити витрату повітря. подача цих струмин безпосередньо до робочої зони утворює заборонені зони навколо повітророзподільників з виходом параметрів повітря за нормативні межі і неможливістю провадити діяльність у цих зонах. Тому необхідно досягати максимального темпу затування струмини.

Часто при вентиляції виникає проблема узгодження затування швидкості та температури. Традиційні повітророзподільники не вирішують задачу, адже в них затування температури завжди інтенсивніше за затування швидкості [2].

Існують повітророзподільники які дозволяють отримувати різні співвідношення затування температури та швидкості. В них струмини настиляються на опуклу поверхню. Затування струмин обумовлено ефектом Коанда. При настиланні на опуклу поверхню через брак можливості підтікання повітря виникає розрідження, що є третьою силою яка крім сил інерції та гравітації визначає розвиток струмини, стабілізує її та інтенсифікує підтікання повітря з вільного боку. Саме ця сила дозволяє змінювати співвідношення між затуванням швидкості та температури [3].

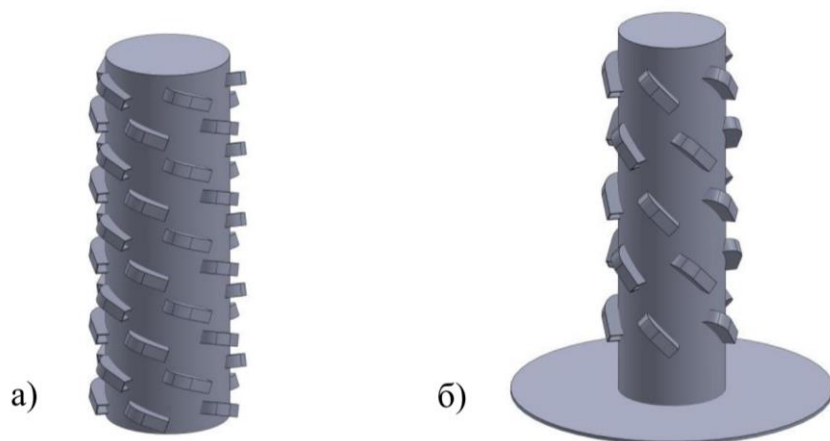


Рис. 1. Повітророзподільник ПЕС-Д.

а – кут нахилу сопла до перерізу повітророзподільника  $\alpha=20^\circ$ , без диска; б - кут нахилу сопла до перерізу повітророзподільника  $\alpha=45^\circ$ , з диском

Перше покоління розроблених на кафедрі теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури повітророзподільники ПЕТ мали проблему недостатньої взаємодії струмин [2]. На підставі геометричного та кінематичного аналізу турбулентної макроструктури струмин було запропоновано повітророзподільник (рис. 1 а, б) ежекційний сопловий з диском ПЕС-Д [2]. Постає завдання дослідити утворення струмини.

**Постановка чисельного експерименту.** У даній роботі виконано математичне моделювання струмин від повітророзподільника ПЕС-Д з використанням стандартної  $k-\epsilon$  моделі турбулентних течій. Емпірично встановлено, що для взаємодії струмин при тангенціальному випуску повітря на опуклу циліндричну поверхню достатньо п'яти щілин у ряді [4].

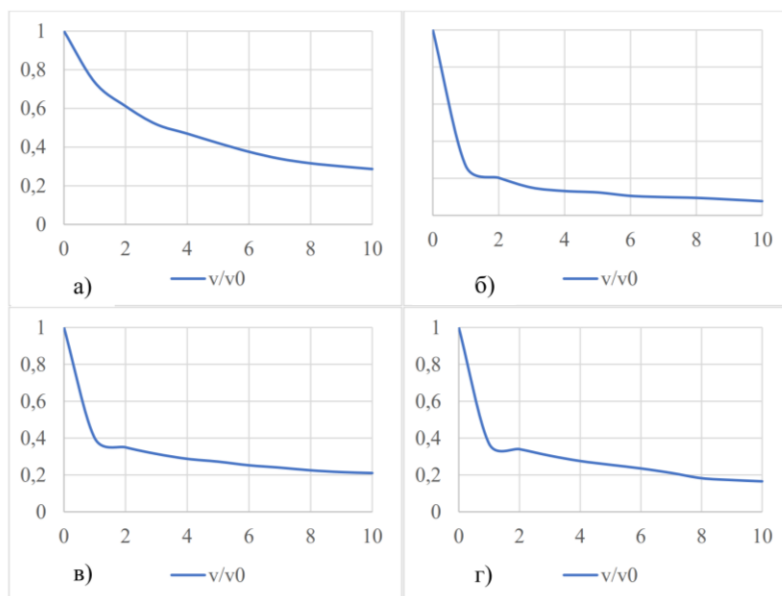
Впливові фактори:  $\ell/d$  – відношення довжини  $\ell$ , м до діаметра  $d$ , м повітророзподільника;  $\Sigma\delta/d$  – відношення сумарної ширини сопел одного ряду  $\Sigma\delta$ , м до діаметра повітророзподільника  $d$ , м;  $D/d$  – відношення діаметра  $D$ , м диска до діаметра повітророзподільника  $d$ , м;  $Ar_0=(g\delta\Delta T_0)/(V_0^2T_{\infty})$  – початковий критерій Архімеда;  $\alpha$  – кут нахилу патрубку до перерізу повітророзподільника. При цьому  $g$  – прискорення вільного падіння,  $m/c^2$ ;  $\delta$  – характерний розмір, прийнятий як відношення сумарної площі щілин до довжини повітророзподільника, м;  $\Delta T_0$  – перепад температури на виході з повітророзподільника та в приміщенні, К;  $V_0$  – швидкість повітря на виході з сопла, м/с;  $T_{\infty}$  – температура в приміщенні, К.

**Результати.** Розглянемо характерні графіки затухання швидкості та температури для різних співвідношень типорозмірів та чисел Архімеда. З рис.2 а, б видно, що при куті нахилу сопла до перерізу повітророзподільника  $\alpha=45^\circ$  і при  $\ell/d=3$  шлях настигання струмин короткий, тому темпи затухання швидкості досить плавні. Зі зменшенням куту нахилу сопел ( $\alpha=20^\circ$ ) шлях настигання, а тому і темп затухання, збільшуються.

Зі збільшенням довжини повітророзподільника спостерігається майже однаковий темп затухання швидкості струмини незалежно від кута нахилу сопла (рис.2 в, г), що свідчить про гарну взаємодію струмин.

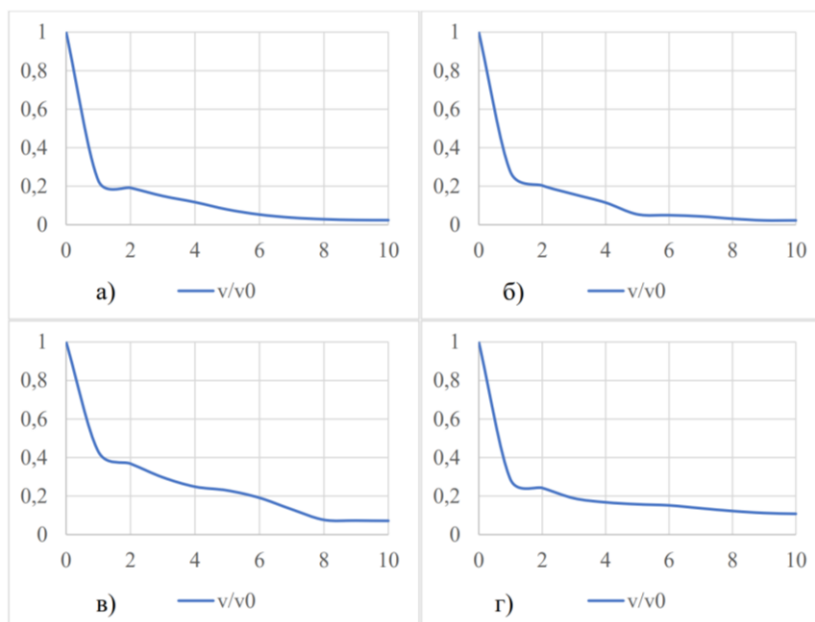
Диск утворює додаткові відривні явища і розрідження за ним, що дозволяє збільшити темп затухання швидкості незалежно від довжини повітророзподільника чи кута нахилу сопла (рис.3). Для довгих повітророзподільників цей ефект помітний лише на значній відстані, а на коротких – практично на всьому шляху розвитку.

Проаналізуємо графіки спадання температури для гарячих струмин при  $Ar_0=0,7$  (рис. 4) та холодних струмин при  $Ar_0=-0,35$  (рис.5).



**Рис.2. Графік затухання швидкості:**

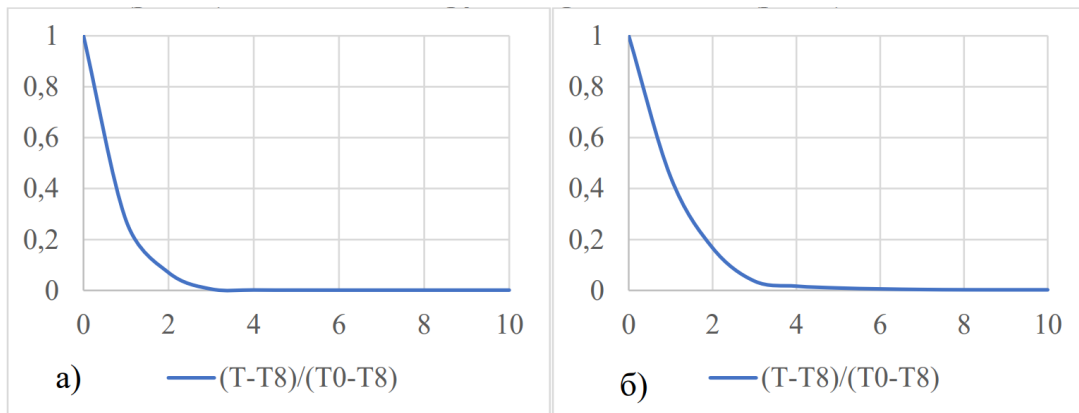
- а –  $\ell/d=3, \Sigma\delta/d=0,5, D/d=1, Ar_0=0, \alpha=45^\circ$ ;  
 б –  $\ell/d=3, \Sigma\delta/d=0,5, D/d=1, Ar_0=0, \alpha=20^\circ$ ;  
 в –  $\ell/d=10, \Sigma\delta/d=0,5, D/d=1, Ar_0=0, \alpha=45^\circ$ ;  
 г –  $\ell/d=10, \Sigma\delta/d=0,5, D/d=1, Ar_0=0, \alpha=20^\circ$



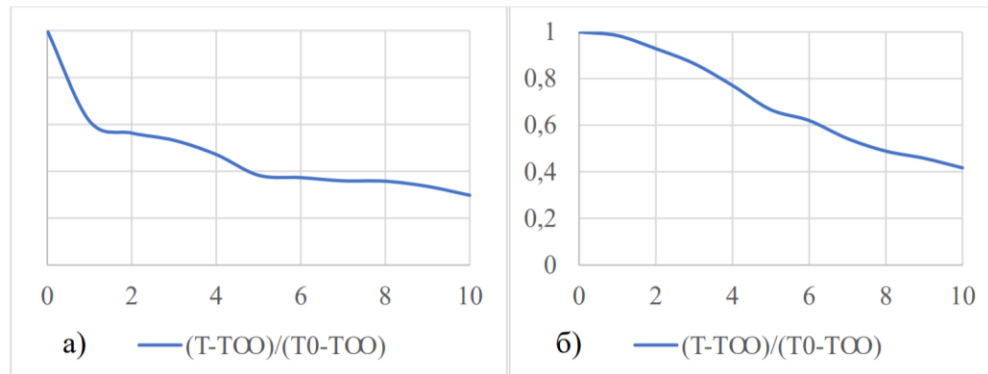
**Рис.3. Графік затухання швидкості:**

- а –  $\ell/d=3, \Sigma\delta/d=0,5, D/d=3, Ar_0=0, \alpha=45^\circ$ ;  
 б –  $\ell/d=3, \Sigma\delta/d=0,5, D/d=3, Ar_0=0, \alpha=20^\circ$ ;  
 в –  $\ell/d=10, \Sigma\delta/d=0,5, D/d=3, Ar_0=0, \alpha=45^\circ$ ;  
 г –  $\ell/d=10, \Sigma\delta/d=0,5, D/d=3, Ar_0=0, \alpha=20^\circ$





**Рис.4. Графік затухання температури:**  
 а –  $\ell/d=10, \Sigma\delta/d=0,63, D/d=3, Ar_0=0,7, \alpha=45^\circ$ ;  
 б –  $\ell/d=10, \Sigma\delta/d=0,63, D/d=3, Ar_0=0,7, \alpha=20^\circ$



**Рис.5. Графік затухання температури:**  
 а –  $\ell/d=3, \Sigma\delta/d=0,63, D/d=1, Ar_0=-0,35, \alpha=20^\circ$ ;  
 б –  $\ell/d=3, \Sigma\delta/d=0,63, D/d=1, Ar_0=-0,35, \alpha=45^\circ$

Для гарячих струмин зі збільшенням кута нахилу сопла до перерізу повітророзподільника темп затухання температури збільшується, а для холодних струмин зменшується.

**Висновки.** Повітророзподільники з сопловою подачею повітря на циліндричну поверхню мають широку варіативність використання. Кутом нахилу та розміром диска можна забезпечувати необхідні темпи затухання швидкості та температури в струміні в широких межах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Довгалюк В.Б. Аеродинаміка вентиляції. Київ: ІВНВКП «Укреліотех», 2015. 366 с. ISBN 978-966-97475-4-9.
2. Корбут В.П., Мілейковський В.О., Дзюбенко В.Г., Саченко І.А.

Використання взаємодії опуклих напівобмежених струмин при вентиляції зі змінною витратою повітря. Вентиляція, освітлення і теплогазопостачання, 2021. Вип. 37. С. 7-12. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2021.37.7-12>

3. Мілейковський В. О. Енергоефективне формування мікроклімату на основі розробленої теорії макроструктури турбулентних течій: автореф. дис. д-ра техн. наук : 05.23.03/ Мілейковський Віктор Олександрович; Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. - Київ, 2020. - 40 с. : рис., табл.

4. Системи повітророзподілення при зональній вентиляції турбінних відділень АЕС: автореф. дис... канд. техн. наук / В. О. Мілейковський; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. - К., 2007. - 20 с. - укр.

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ**

*Сало Філомена Володимирівна*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*filomenasalo7@gmail.com*

Метою тез є систематизація теоретичних аспектів та вивчення практичних засад реалізації стратегії управління енергоефективністю ресурсозбереження. Для досягнення мети визначено такі завдання:

- узагальнити наукові підходи до сутності поняття стратегії управління енергоефективністю підприємства;
- встановити ознаки стратегії управління енергоефективністю підприємства;
- дослідити стан реалізації стратегії управління енергоефективністю ресурсозбереження сфери теплопостачання.

Виклад основного матеріалу дослідження Концептуальні основи стратегічного управління енергоефективністю передбачають вивчення категоріального апарату та характеристик понять, пов'язаних з цим процесом. Дослідження сутності поняття стратегії управління енергоефективністю підприємств дасть можливість встановити основні ознаки (характеристики) даного поняття і стане підставою для створення оціночного підходу щодо аналізу стану реалізації стратегій вказаної категорії в умовах функціонування суб'єктів теплопостачання сектору. Розглянемо основні наукові підходи до характеристики сутнісних ознак досліджуваного поняття через вивчення положень його трактування та особливостей.

Перший науковий підхід до формування стратегії управління енергоефективністю передбачає врахування цільових орієнтирів та факторів діяльності підприємства. О. Кириленко у [1] стратегію енергозбереження розглядає як процес визначення головного напрямку (перспективи) функціонування суб'єкта господарювання щодо забезпечення енергозберігаючих ефектів з урахуванням встановлених нових цільових орієнтирів, можливостей внутрішнього середовища, зовнішніх умов і встановлення системи заходів енергозбереження, що дадуть змогу досягнути сформульованих прогнозних параметрів. Вивчення положень змісту формулювання показало, що в даному визначенні враховано ознаку цільових орієнтирів (енергозбереження), факторну ознаку (вказівка на потребу врахування можливостей внутрішнього середовища, зовнішніх умов). Окрім цього, можемо зазначити, що в трактуванні визначено іншу сутнісну характеристику вказаного поняття, зокрема ознаку активізації енергетичного розвитку суб'єкта господарювання, який прогнозує зазначену стратегію (акцент на встановленні нових цілей).

Відповідно зазначена сутнісна ознака, на нашу думку, може бути типовою для поділу стратегій управління енергоефективністю підприємств на активні (в рамках яких передбачено активізацію зусиль на новизні у визначенні напрямків забезпечення ефектів використання енергетичних ресурсів (соціальних та економічних) і пасивні (які не орієнтовані на новизну, інноваційні заходи щодо керування зазначеним процесом).

Необхідно відмітити характеристики та трактування сутності вказаного поняття, сформульоване в площині першого наукового підходу і визначене в праці І. Сотник, С. Шевцова [2]. Зокрема, згідно з підходом авторів, стратегія управління енергоефективністю підприємств є:

- системою довгострокових цілей його ресурсозберігаючої діяльності, які визначаються загальними завданнями його розвитку, а також вибір найбільш ефективних шляхів їх досягнення;

- положення даного визначення характеризують орієнтир формулювання, сконцентрований в рамках врахування ознаки цільових орієнтирів;

- генеральним напрямком (програмою, планом) ресурсозберігаючої діяльності підприємства, проходження якого в довгостроковій перспективі повинно призвести до досягнення цілей енергозбереження та отримання очікуваного економічного, екологічного, соціального ефектів;

- є програмою пріоритетних напрямків і форм ресурсозберігаючої діяльності фірми, джерел формування інвестиційних ресурсів і послідовності етапів реалізації довгострокових цілей, що забезпечують досягнення ключових орієнтирів розвитку підприємства;

- найважливішою складовою частиною загальної системи стратегічного вибору господарюючого суб'єкта, основними елементами якої виступають місія, загальні стратегічні цілі розвитку, система функціональних стратегій в розрізі окремих видів діяльності, способи формування і розподілу ресурсів [2, с. 56].

Аналіз змісту поданих трактувань свідчить, що автори, як і в першому визначенні сутності зазначеного поняття, пов'язують його з цільовими орієнтирами досягнення стратегічних цілей (ознака цільових орієнтирів). Резюмуючи вищевказане відзначимо, що подані трактування є націленими як на цільові орієнтири (переважно, вказівка на ефект від економії енергетичних ресурсів), так і на видову ознаку щодо поділу стратегій управління енергоефективністю підприємств на активні і пасивні (акцент на пасивній ознаці, оскільки у визначенні немає посилення на активізації стратегічного розвитку). Другим науковим підходом є підхід, пов'язаний із комплексним трактуванням сутності поняття стратегії управління енергоефективністю підприємств, в рамках якого враховують визначення цього феномену через акцент на системі сфер (напрямків), які підлягають керуванню в рамках стратегічного менеджменту, і передбачають посилення на основні характеристики, пов'язані з існуючими підходами до забезпечення цільових ефектів (акцент на комплексній ознаці). Слід зазначити, що орієнтир на вказану ознаку пов'язаний із системністю, комплексністю підходу до стратегічного управління в зазначеній сфері і потребою на врахування основних сфер управління підприємством.

Зокрема, зазначена стратегія у науковій праці В. Шишкіна, А. Оверченко [3] є комплексом, що представлений п'ятьма стратегічними напрямками, серед яких управлінський (впровадження і підтримка системи менеджменту керування енергетичними ресурсами (система менеджменту енергоефективності), інвестиційний (формування програми інвестування заходів енергоефективності, пов'язаних із розвитком підприємства), технологічний (прогнозування та забезпечення оптимальних результатів (ефектів) енергоефективності в розрізі управління технологічним обладнанням на відповідному рівні функціонування (працездатність, зношеність, оновлення, безпека), організаційний (прогнозування та реалізація низки оптимізаційних заходів операційно-організаційного характеру, націлених на ріст енергетичних ефектів, з урахуванням прийняттого рівня інвестиційних вкладень), інноваційний (визначення та реалізація заходів в сфері використання альтернативних джерел енергоефективності, які враховують характеристики потенціалу підприємства, цінні параметри енергетичних ресурсів, особливості функціонування) [3].

Відзначимо, що у такому формулюванні визначено орієнтир на важливі напрямки (сфери) управління суб'єктів господарювання (управлінський, інвестиційний, технологічний, організаційний, інноваційний), сутнісні ознаки цього феномену, серед яких ознака цільових орієнтирів (цілі росту енергетичних ефектів для росту підприємницької структури), видова ознака щодо поділу стратегій управління енергоефективністю підприємств на активні і пасивні (посилання на інноваційний напрямок стратегії енергоефективності розвитку підприємницької структури). У рамках розгляду другого наукового підходу звернемо увагу на формулювання вказаного феномену в дослідженні І. Бурениної, Д. Гамілової, С. Алексєєвої [2].

Згідно із трактуванням авторів, стратегія енергоефективності є частиною загальної стратегії підприємства, спрямованою на реалізацію енергетичного потенціалу підприємства на основі використання внутрішніх і зовнішніх ресурсів з метою досягнення якісно нового стану його енергопроцесів, що відповідають вимогам енергонезалежності, безпеки, заощадження і прогресивності [3, с. 16].

Незважаючи на узагальнюючий характер поданого трактування (не визначено основних сфер, які повинні бути задіяні в процесі управління стратегією), автори врахували орієнтир на системне формування зазначеної стратегії в рамках загально-корпоративної, також обумовлено орієнтир на внутрішні та зовнішні параметри потенціалу суб'єкта стратегічного управління, цільові орієнтири (новий стан енергетичних процесів, цілі енергетичної безпеки, незалежності, прогресивності та заощадження).

Третій науковий підхід характеризує досліджуваний феномен з огляду на необхідність забезпечення енергетичної безпеки суб'єкта стратегічного управління (ознака орієнтиру на досягнення енергетичної безпеки). Доцільно звернути увагу на те, що зазначений підхід передбачає орієнтир на пасивну видову ознаку щодо поділу стратегій управління енергоефективністю. Слід констатувати, що в сучасних умовах енергетичної кризи більшість вітчизняних підприємств комунального сектору (в тому числі в сфері теплопостачання) орієнтовані на встановлення та впровадження стратегічних засад управління, які можуть забезпечити прийнятний рівень енергетичної безпеки з урахування дії соціально-економічних, технологічних факторів. Як наслідок, орієнтир на зазначену сутнісну ознаку, яка характеризує досліджуваний феномен, є доцільним для українських комунальних підприємств сфери теплопостачання. Відповідно до результатів дослідження положень розглянутих наукових підходів виокремлено основні ознаки, які характеризують сутність поняття стратегії управління енергоефективністю підприємств, зокрема:

- ознаку цільових орієнтирів (низка цілей енергоефективного управління, пов'язаних із забезпеченням ефектів економії енергетичних ресурсів, їх

відтворення та підвищення результативності використання; скороченням негативного впливу на довкілля від управління процесами енергоефективності та ін.;

- факторну ознаку (вказівка на дію факторів зовнішнього, внутрішнього середовища, які можуть чинити як стимулюючу, так і дестимулюючу дію);

- видову ознаку щодо поділу стратегій управління енергоефективністю підприємств на активні і пасивні (або ознаку активізації енергетичного розвитку суб'єкта господарювання за параметром встановлення нових цілей);

- комплексну ознаку (посилання на комплекс сфер (напрямків), які підлягають керуванню в рамках стратегічного менеджменту, на основні характеристики, пов'язані з існуючими підходами до забезпечення цільових ефектів);

- ознаку орієнтиру на досягнення енергетичної безпеки (необхідність забезпечення ресурсами в умовах кризи енергетичних носіїв).

Керуючись змістом вказаних ознак (характеристик) зазначеного феномену, було сформульовано універсальний авторський підхід, який враховує основні положення, визначені в проаналізованих підходах. А саме, стратегія управління енергоефективністю комунального підприємства в сфері теплопостачання є його комплексним підходом до встановлення та реалізації цільових орієнтирів забезпечення ефектів за основними сферами діяльності в сфері обслуговування споживачів щодо постачання теплової енергії (соціально-економічного, ресурсного, технологічного, організаційного, екологічного), основні параметри якого декларуються та впроваджуються відповідно до дії факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, з урахування потреби досягнення енергетичної безпеки щодо забезпечення споживацького сектору, і яким передбачено можливість використання як традиційних, так і інноваційних засобів, механізмів, методів. Представлене авторське трактування сформульоване з урахуванням змісту основних наукових підходів, враховує всі розглянуті знаки (характеристики) вказаного поняття. Для впровадження прогностичної стратегії підприємством було використано шлях виробництва теплової енергії на власних потужностях із застосуванням альтернативних інноваційних джерел.

Можемо констатувати, що комунальне підприємство, орієнтоване на інновації досягло більш високих результатів стратегічного управління через існування ефективного менеджменту, доступу до інвестиційних коштів. Висновки та перспективи подальших розвідок Узагальнення наукових підходів щодо сутності поняття стратегії управління енергоефективністю підприємства, аналіз стану реалізації стратегій управління енергоефективністю комунальних підприємств сфери теплопостачання свідчать про актуальність питання

інноваційного розвитку сфери теплопостачання, врахування міжнародного досвіду реформування галузі.

Серед ознак стратегії управління енергоефективністю підприємства можемо виокремити такі:

- ознака цільових орієнтирів; факторна ознака;
- видова ознака щодо поділу стратегій управління енергоефективністю підприємств на активні і пасивні (або ознака активізації енергетичного розвитку суб'єкта господарювання за параметром встановлення нових цілей);
- комплексна ознака;
- ознака орієнтуру на досягнення енергетичної безпеки.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Кириленко О. В. Енергозбереження – стратегія розвитку. Діловий вісник. 2010. № 2. С. 8-11.

2. Сотник И. Н., Шевцов С. В. Формирование ресурсоэффективной стратегии предприятия в условиях инновационных изменений. Механізм регулювання економіки. 2014. № 3. С. 54-62.

3. Шишкін В. О., Оверченко А. І. Впровадження стратегії енергозбереження як засобу підвищення економічного потенціалу промислового підприємства. Науковий вісник Ужгородського університету. 2015. Вип. 1(45). С. 160-162.

### ОПТИМІЗАЦІЯ ІННОВАЦІЙНИХ ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Свиридон Богдан Миколайович, Рязанов Андрій Олександрович,  
Журавська Наталія Євгенівна, Білова Алла Іванівна<sup>2</sup>*

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
nzhur@ua.fm*

Згідно стандарту високої якості навколишнього середовища - French Haute Qualité Environnementale system (фр. Haute Qualité Environnementale, HQE), що контролюється Асоціацією з високої якості навколишнього середовища (Association pour la Haute Qualité Environnementale (ASSOHQE)). Положення стандарту містять такі критерії: контроль впливу на навколишнє середовище. ЕКО-БУДІВНИЦТВО: гармонійна взаємодія між будівлями і навколишнім середовищем, інтегрований вибір будівельних матеріалів і методів, мінімізація забруднення та незручностей будівництва. ЕКО-УПРАВЛІННЯ: енергоефективність, водовикористання, поводження з відходами,

обслуговування та ремонт будівлі, створення сприятливого внутрішнього середовища будівель. КОМФОРТ...ЗДОРОВ'Я...Також враховуються індикатори: використання відновлюваних джерел енергії; показники що впливають на кліматичні зміни; економії водних ресурсів та відповідно до енергетичної стратегії України на період до 2035 р. досліджувалась оптимізація інноваційних інтегрованих технологій у різних галузях, у тому числі будівельної галузі України.

Необхідно зазначити, що, як показує досвід щодо прийняття та обґрунтування будь-якого рівня управлінських рішень, актуальним стає вирішення науково-прикладного та організаційно-економічного завдання щодо визначення доцільності інкорпорації національної економічної системи та, відповідно, українських підприємств до нового формату функціонування. Також слід визнати та здійснити ідентифікацію реальних умов, передумов та обмежень за результатами реалізація інтеграційного вибору держави, що, як відомо, у значній мірі, має базуватися на домінантах забезпечення достатнього рівня економічної безпеки, і не лише для України, а й для будь-якої держави світу.

Є жорстка необхідність навести аргументи доцільності здійснення відповідного типу політики з деталізацією інформації за результатами поглибленого та комплексного аналізу факторів, які можуть бути провісниками виникнення того чи іншого роду викликів, техногенних ризиків чи загроз як будівельної галузі, так і національної економіки. На жаль, при цьому спостерігається: відсутність відповідної інноваційної технології та об'єктивної системи оцінювання адекватності існуючої системи регулювання економіки та потреби здійсненні дослідження сучасних проблем та перешкод на шляху формування, нарощування та використання потенціалу сталого економічного розвитку як будівельної галузі зокрема, так і України в цілому.

Зазначені вище організаційно-економічні передумови забезпечення результативності інноваційного розвитку еколого-економічного управління техно природними системами будівельної галузі, які поділяються на фактори зовнішнього характеру "м'якої гегемонії" міжнародного капіталу; внутрішньої природи, що зумовлено масштабами розвиненості вже сформованого на території України потенціалу сталого розвитку та факторами, які визначають необхідність радикального оновлення різних сфер діяльності підприємств будівельної галузі та підприємств, що обслуговують цю галузь.

Необхідно виділити першочергові завдання, які дозволять будівельній галузі вийти на новий рівень розвитку з огляду на ключові фактори оптимізації інноваційних технологій у будівельній галузі, зокрема, визначити динаміку розвитку будівельного підприємства з виділенням пріоритетів та напрямки інноваційного розвитку.



Уваги також заслуговує на визначення просторових і тимчасових меж змін інноваційного процесу з розробкою критеріїв, впровадження теоретичних концепцій еколого-економічного управління техно природними системами теплоенергетичних об'єктів, з використанням нанотехнологій, та їх показників підвищення стійкості розвитку будівельного підприємства та відповідно підприємства обслуговуючого цю галузь [1].

У цій публікації приділяється велика увага на необхідності визначити спосіб системного підходу інноваційного розвитку підприємства на основі системного, комплексного, ієрархічного, функціонального, процесного та структурних змін, тобто з використанням процесно-функціонального підходу, що забезпечують інноваційну стратегію розвитку будівельного підприємства та перехід на новий етап функціонування, що забезпечує конкурентоспроможність у ринкових умовах.

Одним з основних завдань реалізації економічної політики є зменшення частки енерго- та ресурсомістких галузей, впровадження еколого-енергозберігаючих технологій, що характеризується розробкою відповідного типу структурно-галузевої стратегії з вибором пріоритетів розвитку будівельних підприємств [2].

Відзначимо і наступне, рівень розвитку будівельних підприємств характеризується нераціональною системою управління. В Україні сьогодні є гостра потреба впровадження цільової структурної політики забезпечення високої енергоефективності та збалансованого функціонування, на реальному прикладі впровадження в галузі, в тому числі, будівельні, регламенти виконання робіт для теплоенергетичних об'єктів при використанні інноваційних технологій [3].

З урахуванням вищевикладеного необхідно зазначити, що для реалізації технології управління структурними змінами необхідно враховувати не тільки вдосконалення галузевої структури, а й функціональної, технологічної, інституційної. Дана публікація показує обґрунтування необхідності об'єднання в єдине ціле основні характеристики нанотехнології безреагентної підготовки води в електромагнітних полях (стратегічні наміри) та організаційно-управлінські тактичні наміри, які є обов'язковою складовою створення інноваційних технологій у будівництві.

Для забезпечення високої ефективності виробничих процесів та запобіжної виробничої діяльності у будівництві, зокрема, в процесі безреагентної підготовки води в електромагнітних полях (обмежена вода систем теплопостачання) є об'єднання організаційно-управлінських рішень у процесі експлуатації систем теплоенергетичних об'єктів.

Вибір методу аналітичного контролю відіграють вирішальну роль при застосуванні індикаторної системи контролю, як факторної ознаки

ефективності виробничих процесів при застосуванні нанотехнологій, які використовують для безреагентної підготовки води для теплоенергетичних об'єктів будівельної галузі [1-3].

Таким чином, інноваційна діяльність будівельної галузі має бути багатовекторним та інтеграційним процесом забезпечення результативності регулювання їх розвитку, зокрема, з метою досягнення надійної аналітичної інформації за підсумками проведення пасивного моніторингу стану матеріальних потоків систем для теплоенергетичних об'єктів багатьох виробництв, в тому числі, будівельної галузі. Безумовно, він повинен коригуватися і не лише прямими, а й про іншими конструктивними діями відповідно до макроекономічних моделей інноваційно-інформаційних напрямків різних галузей виробництва.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Zhuravska N. Two-tier integral indicator system for controlling the material flow heat-power engineering objects/ N.Zhuravska, P.Kulikov, A.Bielova// USEFUL online journal. – Vol. 2, – N. 4, December 2018. - pp. 80-87.

2. Куліков П.М. Галузеві особливості функціонування управлінського менеджменту в рамках екологізації економіки будівництва/ П.М. Куліков, Н.Є. Журавська// 3-я міжнародна науково-практична конференція «Перезавантаження будівництва: економіка, організація, менеджмент», 5-16 листопада 2017. – Київ: КНУБА, 2017. - с. 74-76. - 2008. – № 1 - Р. 56–54.

3. Куліков П.М. Технологічний регламент процесу безреагентної підготовки води в електромагнітних полях для експлуатації систем теплоенергетичних об'єктів / П.М.Куліков, Н.Є.Журавська. - К.: ІТЕМ. - 10с.

## ОЦІНКА ФАКТОРІВ УТВОРЕННЯ ТЕПЛООВОГО КУПОЛУ НАД ЗАБУДОВАНИМИ ТЕРИТОРІЯМИ

*Святогорів І.О.*

*Київський національний університет будівництва та архітектури*

Оцінка утворення міського теплового острова, так званого феномена інтенсивного тепла, який спостерігаємо в районах з великою кількістю щільно розташованих будівель і асфальтованих теплопоглинаючих поверхонь, потребує комплексного підходу, який має враховувати всі фактори, які сприяють цьому, та допоможе зменшити вплив на існуючу будівлю, або ту, що проектується.

Утворення такого теплового куполу над урбанізованими територіями створює дискомфорт для мешканців, впливає на стан їх здоров'я, навантажує

систему опалення, вентиляції та кондиціонування через додаткові потреби в електроенергії. Так, з оцінкою тематичних досліджень у ряді країн, попит на електроенергію для кондиціонування повітря збільшувався приблизно на 1–9% за кожне підвищення температури на 2°F, а в високорозвинутих країнах, де більшість будівель мають кондиціонери, наприклад Сполучені Штати, спостерігається найвищий зріст попиту на електроенергію.[1] Зазвичай, пік попиту зазвичай припадає на спекотні літні будні дні, коли в офісах і будинках працюють системи кондиціонування повітря, освітлення та побутова техніка. В такі часи відбувається перевантаження системи електропостачання і іноді це вимагає вводити контрольовані, постійні відключення електроенергії. [2,3]. В умовах України, де внаслідок воєнних дій в великих містах відчувається гострий дефіцит електроенергії дане питання набуває особливого значення і цей аспект повинен бути врахований при відбудові та реконструкції міського середовища. Невід'ємною частиною такого врахування ще на стадії проектування житлових кварталів повинна стати оцінка всіх впливових факторів та прогнозування утворення куполу теплого повітря над даними територіями з врахуванням глобальних кліматичних змін. Методологія такої оцінки повинна бути передбачена будівельними нормами і правилами.

В даному дослідженні автор зробив спробу проаналізувати на основі наявних літературних і інформаційних джерел основні впливові фактори щодо утворення теплового куполу на містом та заходи щодо зменшення цього негативного явища.

В дослідженні [4] приведено шість основних аспектів що створюють міські острови тепла:

- водонепрониклі мощені та асфальтовані поверхні, де стік води перенаправляється, як правило, в систему зливової каналізації і іноді в міські водойми, що передбачені охолоджувати територію через евапотранспірацію та випаровування;

- покрівлі дахів, особливо темного кольору, які поглинають більше енергії в будівлю у вигляді тепла;

- теплова маса будівлі, що характеризується збереженням тепла вдень і повільній віддічі протягом ночі [5];

- зниження або відсутність площі рослинності;

- відпрацьоване тепло від кондиціонування повітря, від якого здійснюється в навколишнє середовище ;

- глобальні кліматичні зміни, які сприяють утворенню міських теплових островів.

Але крім перерахованих типових факторів для комплексної оцінки підвищення температури навколишнього середовища та утворення теплового острова слід також враховувати інфраструктуру доріг, комунальних

підприємств, їх концентрацію. В роботі [6] отримані результати моделювання забруднення атмосферного повітря на прикладі великих перехрестів та автошляхопроводів в м. Києві, які дозволяють робити оцінку та прогноз взаємовпливу температурних умов міського середовища, сонячної радіації та концентрацією формальдегіду, який, утворюється внаслідок фотохімічних реакцій над окремою ділянкою. Але в подальших дослідженнях цей фактор будемо розглядати як категорію «відпрацьоване тепло».

Географічні особливості також можуть впливати на ефект теплового острова [7].

Суттєвий фактор впливу на підвищення температури при щільній забудові - властивості будівельних матеріалів. Це стосується, не тільки дахів і покривель, але й матеріалів облицювання, ізоляційних матеріалів. Часто острови тепла утворюються протягом дня і стають більшими вночі через повільне виділення тепла з міських матеріалів. Дослідження ряду закордонних авторів передбачають, що ефект теплового острова посилюватиметься в майбутньому, оскільки структура, просторовий розмір і щільність населення міських територій будуть зростати [7,8 та інш.]. Аналізу залежності щільності забудови на шляхи формування та розсіювання теплоти над певним районом присвячені роботи авторів [9,10].

Високі температури тротуарів і поверхонь дахів можуть негативно впливати на якість водних екосистем в паркових та приміських зонах, коли нагріті зливові стоки, що збираються зливовою каналізацією підвищують температуру води у струмках, річках, ставках та озерах [11].

Зроблений загальний аналіз досліджень щодо формування теплового куполу над міською забудовою дозволив згрупувати основні впливові фактори щодо проектування нових мікрорайонів та існуючі шляхи пом'якшення даного явища. До останніх можна віднести передбачення таких охолоджуючих заходів, як:

- встановлення водонепроникного тротуару та проникної бруківки;
- світловідбиваюче покриття та його модернізація, що дозволяє зменшити внесок даху в місцевий тепловий острів;
- інновації в «холодних кольорах», які виглядають однаково для наших очей, але відображають більшу кількість інфрачервоного тепла;
- збільшення площі з зеленої інфраструктури міста, в тому числі використання від'єднань водостічних труб, дощових садів, ящиків для плантацій, біпокривів, водонепроникних тротуарів, зелених вулиць і алей, зелених парковок і зелених дахів; а також заходи щодо збереження землі [12,13].

Для розробки методологічного підходу до оцінки теплового острова конкретної території, що розглядається необхідний збір та обробка

моніторингових даних та застосування теоретичних оцінок теплових характеристик території. Слід прийняти до уваги місцеві та регіональні плани і стратегії щодо поліпшення енергоефективності забудованих територій, а також розвиток подальшої забудови міста з врахуванням існуючої нормативної бази.

Необхідність даного комплексного підходу до прогнозування мікроклімату місцевості, що реконструюється та проектується, який направлений на можливе зменшення факторів утворення теплових островів та забруднених струменів над теплою поверхнею диктується сучасними умовами активного післявоєнного відновлення України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Santamouris, M. 2020. Recent progress on urban overheating and heat island research. Integrated assessment of the energy, environmental, vulnerability and health impact. Synergies with the global climate change. *Energy and Buildings* 207:109482.

2. Maxwell, K., S. Julius, A. Grambsch, A. Kosmal, L. Larson, and N. Sonti. 2018. Built environment, urban systems, and cities. In *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II* [Reidmiller, D.R., C.W. Avery, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, K.L.M. Lewis, T.K. Maycock, and B.C. Stewart (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC. pp. 438–478.

3. Zamuda, C., D.E. Bilello, G. Conzelmann, E. Mecray, A. Satsangi, V. Tidwell, and B.J. Walker. 2018. Energy supply, delivery, and demand. In *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II* [Reidmiller, D.R., C.W. Avery, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, K.L.M. Lewis, T.K. Maycock, and B.C. Stewart (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC. pp. 174–201.

4. Causes of Urban Heat Islands and 4 Ways to Offset Them. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.buildings.com/cooling/article/10185567/6-causes-of-urban-heat-islands-and-4-ways-to-offset-them> (Дата звернення 20.03.2023).

5. Where to Start When Your Building is Ready for Solar Energy. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.buildings.com/sustainability-resilience/article/10185654/where-to-start-when-your-building-is-ready-for-solar-energy> (Дата звернення 20.03.2023)

6. Конвективна модель розповсюдження емісії викиді на автотранспортному шляхопроводі при нейтральних умовах. Волошкіна О.С., Трофімович В.В., Клімова І.В., Сіпаков Р.В., Ткаченко Т.М./ Вентиляція,

освітлення та теплогазопостачання: науково-технічний збірник .К.: КНУБА, - вип.27.- 2018.- 23-33С. DOI: <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2018.27.23-31>

7. Learn About Heat Islands. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands> (дата зварнення 22.03.2023).

8. Gamble, J.L., B. J. Hurley, P.A. Schultz, W.S. Jaglom, N. Krishnan, and M. Harris. 2013. Climate Change and Older Americans: State of the Science. *Environmental Health Perspectives* 121(1): 15-22.

9.U.S. Climate Change Science Program. 2008. Analyses of the effects of global change on human health and welfare and human systems. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. [Gamble, J.L. (ed.), K.L. Ebi, F.G. Sussman, T.J. Wilbanks (Authors)]. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA

10. Heat Island Impacts. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.epa.gov/heatislands/heat-island-impacts>

11. Hibbard, K.A., F.M. Hoffman, D. Huntzinger, and T.O. West. 2017. Changes in land cover and terrestrial biogeochemistry. In Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I [Wuebbles, D.J., D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D.J. Dokken, B.C. Stewart, and T.K. Maycock (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC. pp. 277–302. doi: 10.7930/J0416V6X.

11.Sarofim, M.C., S. Saha, M.D. Hawkins, D.M. Mills, J. Hess, R. Horton, P. Kinney, J. Schwartz, and A. St. Juliana. 2016. Temperature-related death and illness. In The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Asse

12.Simmons, M.T., B. Gardiner, S. Windhager, and J. Tinsley. 2008. Green roofs are not created equal: The hydrologic and thermal performance of six different extensive green roofs and reflective and non-reflective roofs in a sub-tropical climate. *Urban Ecosystems* 11:339

13. Somers, K.A., E.S. Berhnardt, B.L. McGlynn, and D.L. Urban. 2016. Downstream dissipation of storm flow heat pulses: A case study and its landscape-level implications. *Journal of the American Water Resources Association* 52(2):281–297.

## **«ЗЕЛЕНИЙ ДІМ» – СКАНСЕН – ДЕМОНСТРАЦІЙНА ЕКОПАСІКА»**

***Сідашова Світлана Олександрівна***

***ГО «ВСЕУКРАЇНСЬКА РАДА ЖІНОК ФЕРМЕРІВ», СОК***

***«РЕСУРСКОМПАНІ КУБЕЙ»,***

***[sidashova2020@ukr.net](mailto:sidashova2020@ukr.net)***

За останні роки у всіх індустріально розвинених країнах світу спостерігається бурхливий ріст цікавості до екологізації довкілля, що сприяло глибокому оновленню ідей сучасної парадигми про «зв'язок усього з усім» та усвідомлення необхідності одночасного врахування як взаємодії між людством та існуючим довкіллям з врахуванням впливу на біосферу людської діяльності. Зелене будівництво на основі сучасних технологій забезпечує баланс між потребами людей, фінансовими показниками та довколишнім середовищем [2].

Екологічні проблеми у багатьох регіонах України, що суттєво ускладнились після агресивного нападу російських військ, поставили перед суспільством питання об'єднання всіх наукових знань і галузей практичної діяльності на єдиній науковій основі для вирішення глобальної екологічної кризи [1].

Інтенсивна сільськогосподарська діяльність зумовлює шкодо чинний вплив на природні ресурси України, яка відома у світі як сталий експортер продовольства. Наразі ще недостатньо вивчено механізми дії значного переліку речовин-ксенобіотиків (складових пестицидів, гербіцидів, стимуляторів росту рослин тощо) на живі організми, зокрема, на медоносних бджіл, які залишаються єдиними постачальниками експортоорієнтованого продукту - натурального меду, дуже важливого для відновлення економіки [5].

У складних умовах воєнного становища експерти Аграрної дорадчої служби України за підтримки громадської організації «ВСЕУКРАЇНСЬКА РАДА ЖІНОК ФЕРМЕРІВ» поставили ціль розробити і впровадити інноваційну програму освітньої моделі організації на території демонстраційної екопасіки майданчику для проведення професійно орієнтованих інтенсивних тренінгів з різноманітних напрямків бджільництва, садівництва, питань екологізації сільських ландшафтів тощо з одночасним включенням соціально-культурних та антикризових програм та курсів психологічної реабілітації соціально вразливих груп громадян (ветеранки і ветерани бойових дій, жінки ВПО тощо).

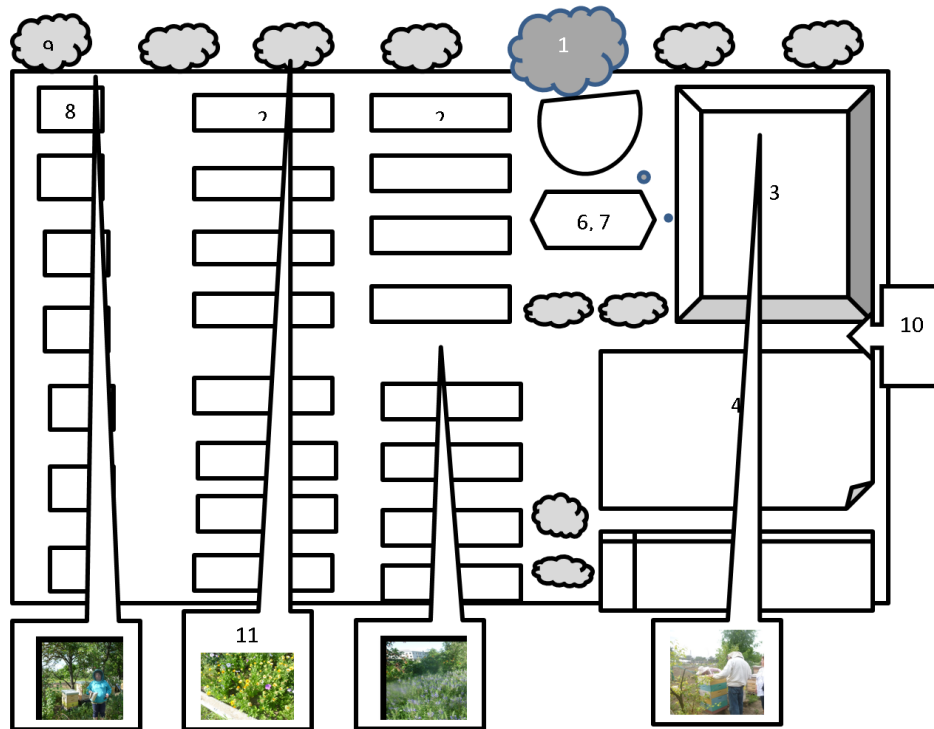


Рис. 1. Схема території демонстраційної еко-пасіки, структурованої за принципом функціонування «Зеленого дому» (всі фото - з архіву ГО «ВРЖФ»)

Таблиця 1

### Пояснення до рисунку 1

1	Територія демонстраційної еко-пасіки – «Зеленого дому»
2	Ділянки з посівами лікарських трав-медоносів (одно-, дворічні культури)
3	Зона проведення практичних тренінгів (навчання пасічників, соціально-культурні та художні курси, тренінги психологічної реабілітації)
4	Живий музей бджільництва - скансен
5	Сектор науково-дослідних та науково-виробничих експериментів у галузях бджільництва, рослинництва, екології, переробки меду та інших апіпродуктів
6, 7	Зона соціально-культурної комунікації (сектор пленеру для митців образотворчого напрямку, майстрів народної творчості та майданчик для проведення музичних концертів на відкритому повітрі)
8	Еко-пасіка – без вошинні вулики «Медова криниця» з діючими бджолосім'ями
9	Зелений периметр з деревних культур – медоносів (липа, софора, ін.)
10	Санітарний блок (вхідний контроль відвідувачів, санпропускник)
11	Зона рекреаційного відпочинку та апітерапії (вібраційний вплив, запахи ефіроолійних трав для відновлення здоров'я відвідувачів)

Впровадження навчально-практичного тренінг-центру започатковано на затишній туристично привабливій території Кубейської громади (Болградський р-н Одеської області), де структуроутворюючою ланкою став сільськогосподарський обслуговуючий кооператив (СОК «РЕСУРСКОМПАНІ



КУБЕЙ»), дані щодо результатів його діяльності надані в публікаціях [4-8]. Площа демонстраційної еко-пасіки (2 га) структурована у вигляді моделі «зеленого дому», де технологічно, культурно та інформаційно навантажені ділянки і об'єкти створюють естетично організований простір для реалізації різних потреб учасників тренінгів: практичне освоєння нової, витребуваної ринком праці, компетенції (пасічники, менеджери медового бізнесу, садівництво, вирощування і заготовка лікарських рослин, ін.), а також отримання психологічної реабілітації (природо терапія, апітерапія, використання живої музики тощо). Загальна схема розташування окремих зон і об'єктів «зеленого дому» продемонстрована схемою на рисунку 1 і реалізується на території еко-пасіки за модульним принципом з врахуванням надходжень фінансових і технологічних ресурсів. Принцип функціонування «зеленого дому» у вигляді навчально-технологічного майданчику отримав розвиток у пропонованій моделі внаслідок аналізу світового досвіду діяльності скансенів – живих музеїв під відкритим небом [2, 3]. Аналіз літератури показує, що в країнах ЄС кластерна стратегія, яка підтримує розвиток подібних форм організації професійного навчання, екотуризму, культурного відпочинку та відновлення здоров'я населення широко впроваджується на державному, регіональному і місцевому рівнях [2-4].

Зважаючи на суттєве обмеження ресурсів для розвитку науково-дослідної і навчальної бази в Україні у воєнний час та період післявоєнного відновлення економіки, треба підкреслити ресурсо- та енергоощадність моделі «зеленого дому» для функціонування навчально-практичного центру. Його інноваційність ґрунтується на використанні ландшафтного дизайну креативного простору еко-пасіки, який ефективно включає наявні природні ресурси території та позитивну дію на відвідувачів контакту з лікарськими рослинами доповнені комплексом впливових естетичних факторів (живий музей, художні пленери, музикальні концерти тощо).

У підсумку можна стверджувати, що місцевим територіальним громадам потрібно ширше використовувати світовий досвід розвитку кластерних форм організації сільськогосподарського виробництва і зеленого сільського туризму, що надає можливість забезпечувати сталий розвиток багатьох регіонів України, яким притаманні національно визначені традиції та унікальні природні ресурси.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Інтерактивна мапа руйнувань агросектору України. Он-лайн захід від 02.10.2022 р. за підтримки Програми USAID/[Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://www.youtube.com/watch?v=AiWkRZLIc&ab\\_channel=USAIDAГ](http://www.youtube.com/watch?v=AiWkRZLIc&ab_channel=USAIDAГ)

2. Носенко Ю.М., Нечипоренко О.М., Сінельник Л.М., Інноваційні агрокластери як форма інтеграції науково-освітньої діяльності і бізнесу. Економіка АПК. 2020. № 5. С. 77-85.

3. Савка М., Стасів О., Полуліх О. Інноваційний розвиток АПК на основі кластерної моделі взаємодії науки, освіти, бізнесу та органів влади: мат. Всеукр. наук.-практ. конф., Київ, 20-21 жовтня, 2022 р./ НААН, ННСГБ, Вінниця, ФОП Просяннікова О.М., 2022. С.125-129.

4. Сідашова С.О., Клебанова Л.Г., Попова І.М. Навчальний потенціал демонстраційної пасіки як складової агро-кластеру (Аграрної еко-долини). Зб. тез доп. Міжнародної наук.-практ. конф. «Актуальні питання науки, освіти і суспільства: теорія і практика». (м. Умань, 28 жовтня 2022 р.): у 2 ч. Умань: ЦФЕНД, 2022. Ч. 1. С. 33-35.

5. Сідашова С.О., Попова І., Скрипка Г. Мережа демонстраційних приватних еко-пасік як механізм трансферу інновацій у бджільництві: «Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України: вчора, сьогодні, завтра»: мат. Всеукр. наук. - практ. конф., Київ, 20-21 жовтня, 2022 р./ НААН, ННСГБ, Вінниця, ФОП Просяннікова О.М., 2022. С.73-75.

6. Сідашова С.О., Ясько В.М., Попова І.М., Адамчук Л.О. Апітерапія – функціональна складова навчальної програми тренінгів на базі демонстраційної пасіки «Медоносні галявини»/ «Сучасні аспекти збереження здоров'я людини»: зб. праць 25 Міжнар. міждисциплінарної наук. - практ. конф. /За ред. Т.М. Ганича. Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2022. С. 123-126.

7. Сідашова С.О. та ін. Тренінг-Центр на базі сільськогосподарського кооперативу: інтеграція освіти, агробізнесу і науки. Integration of Education, Science and Business in Modern Environment: Winter Debates: Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Internet Conference, February 23-24, 2023. FOP Marenichenko V.V., Dnipro, Ukraine. P. 261-264. ISBN 978-617-8293-00-0

8. Сідашова С.О., Ясько В.М., Кірович Н.О. Навчальна пасіка як модель впровадження концепції дуальної освіти в українському аграрному секторі/Науково-інформаційний вісник біолого-технологічного факультету ХДАУ. Херсон: ХДАУ, ВЦ «Колос». 2020. Вип. 13. С. 341-347

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРИЙНЯТТЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ ОБ'ЄКТУ ПРИ ЗМІНІ ЙОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

*Солод Леонтіна Валеріївна<sup>1</sup>, Березюк Ганна Геннадіївна<sup>2</sup>, Адегов  
Олександр Валерійович<sup>3</sup>, Ткачова Валерія Валеріївна<sup>4</sup>*

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,  
<sup>1</sup>solod.leontina@pdaba.edu.ua, <sup>2</sup>berezuik.hanna@pgasa.dp.ua,  
<sup>3</sup>adehov.oleksandr@pgasa.dp.ua, <sup>4</sup>tkachova.valeriia@pgasa.dp.ua*

Потреба у зміні призначення будівель або окремих приміщень виникає досить часто. Серед причин:

- виведення будівель або окремих приміщень з житлового фонду,
- зміна власника промислових або цивільних будівель / приміщень з перепрофілюванням виробничого процесу,
- необхідність реконструкції, в т.ч. пов'язана з повоєнним відновленням.

Зміна призначення може потребувати не тільки зміни конструктивних рішень будівлі, а й її інженерних систем. Вимоги до інженерних систем будівель/приміщень (об'єктів) різного призначення можуть суттєво відрізнятись. Відповідно, для прийняття рішення щодо можливості перепрофілювання об'єкта та розробки принципів технічних рішень необхідні аналіз та оцінка особливостей вимог до інженерних систем визначеного об'єкту. Крім того, при перепрофілюванні з'являється можливість прийняти рішення, що відповідають принципам зеленого будівництва.

Зокрема, призначення об'єкту має значний вплив на вимоги до систем опалення та вентиляції. В процесі перепрофілювання об'єкту слід виконати загальні вимоги до цих систем та з'ясувати наявність особливих вимог, що пов'язані з призначенням об'єкту або його окремих приміщень. Для визначення необхідності та оцінки якості змін в існуючих системах опалення та вентиляції важливий аналіз особливостей систем об'єктів, пов'язаних з їх призначенням.

При окресленні можливих проєктних рішень щодо систем опалення та вентиляції об'єкта при зміні його призначення перш за все повинні бути враховані загальні вимоги до цих систем. Такі вимоги зазначені в нормативі [1] та сформульовані в науково-технічній літературі [2, 3, 4, 5, ін.]. Це:

- санітарно-гігієнічні вимоги (забезпечення нормованих параметрів мікроклімату та концентрації шкідливих речовин у повітрі; дотримання нормованих рівнів шуму та вібрації від роботи обладнання; обмеження температури поверхні опалювальних приладів);
- економічні або енергетичні вимоги (забезпечення мінімуму затрат на створення та експлуатацію, енергоефективність);

- архітектурно-будівельні вимоги (ув'язка систем з будівельними конструкціями та інтер'єром, компактність, використання відповідних матеріалів та технологій);

- монтажні вимоги (монтаж систем сучасними методами, що забезпечують герметичність з'єднань, якість кріплень, збереження ізоляції огорожувальних конструкцій та оптимальний рівень трудових та матеріальних витрат при монтажі);

- експлуатаційні вимоги (доступ до елементів систем та з'єднань, надійність та безпечність систем, в т. ч. вибухопожежобезпечність опалювально-вентиляційного обладнання та додаткові вимоги щодо систем, встановлених у пожежо- та вибухонебезпечних приміщеннях);

- екологічні вимоги (застосування фільтрів, застосування матеріалів, що не виділяють шкідливі речовини, забезпечення охорони атмосферного повітря від вентиляційних викидів шкідливих речовин).

Якщо можливі технічні рішення щодо систем опалення та вентиляції об'єкту враховують загальні вимоги, далі слід з'ясувати наявність особливих вимог, що пов'язані з призначенням об'єкту або його окремих приміщень та проаналізувати можливість та засоби їх виконання. Причому, слід звернути увагу на те, що в одному об'єкті можуть бути приміщення з різними вимогами до їх систем опалення та вентиляції.

Ряд вимог до систем опалення та вентиляції, що пов'язані з особливостями об'єкту, також зазначені в [1]. Вони стосуються параметрів мікроклімату та характеристик систем опалення, антикорозійних заходів в опалювально-вентиляційному обладнанні приміщень з корозійно-активним середовищем, забезпечення автоматичного зниження надходжень тепла (холоду) у час, коли приміщення не використовують для приміщень «з фіксованою тривалістю робочого дня або тимчасовим перебуванням людей», виконання випробувань систем вентиляції громадських та адміністративно-побутових будівель.

Крім того, [1], що є основним нормативом при проектуванні систем опалення та вентиляції, вказує щодо необхідності врахування вимог інших нормативів за типами будівель та споруд, «якщо вони доповнюють або уточнюють та не погіршують вимоги» [1] та також керуватись ними при визначенні параметрів мікроклімату.

Таким чином, до загальних вимог до систем опалення та вентиляції додаються особливі «технологічні вимоги», що пов'язані з призначенням приміщень. Наприклад, відомо, що в об'єктах агропромислового комплексу системи опалення і вентиляції повинні створювати кліматичні умови для забезпечення визначеної продуктивності рослин, птахів і тварин, зберігання сільськогосподарської продукції; в виробничих об'єктах – визначені кліматичні умови для працівників та для технологічних процесів.

Призначення об'єкту відбивається на конструктивних рішеннях, наприклад, в цивільних об'єктах часто мають місце підвищені естетичні та акустичні вимоги, що ускладнює прокладання інженерних мереж. Разом з тим, [1] допускає при зміні призначення приміщень застосовувати і існуючі системи опалення та вентиляції або їх елементи «при технічному та економічному обґрунтуванні» та відповідності вимогам [1].

Для з'ясування технологічних вимог до систем опалення та вентиляції об'єкту слід проаналізувати нормативи відповідні його зміненому призначенню. В магістерській кваліфікаційній роботі [6] було поставлено та вирішено завдання розробки проєкту систем опалення та вентиляції нежитлових приміщень при зміні їх призначення під об'єкти охорони здоров'я на основі аналізу вимог до цих систем з урахуванням специфіки об'єкту. Будівля, що розглядалась в роботі це нежитлове приміщення, яке використовувалось як магазин та було перепрофільоване під діагностичний центр. Типи приміщень об'єкту після зміни призначення: - службові (реєстратура, кабінети, архів); загального користування (тамбури, вестибюль, гардероб, коридори, сходові клітини); побутові (санвузли, душові, гардеробні для персоналу, приміщення прибирального інвентаря); лабораторії. Тобто наявні приміщення спеціального (пов'язаного з охороною здоров'я), адміністративного та побутового призначення.

Для визначення особливих «технологічних» вимог до систем опалення та вентиляції об'єкту в роботі [6] було проаналізовано відповідні будівельні норми за типами будівель і споруд, а саме, ДБН В.2.2-10-2001 Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я (норматив був чинний на момент виконання роботи, а зараз замінено на [7]) та ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення [8], а також санітарно-епідеміологічний нормативів [9], вимогам якого повинні відповідати параметри мікроклімату та концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони лабораторних приміщень, про що зазначено в [1].

До речі, оновлення норм за типами будівель і споруд ще один чинник що потребує особливої уваги для визначення проєктних рішень при зміні призначення об'єкту. Зокрема [7], порівняно з попереднім нормативом, розширює можливості використання утилізації теплоти та рециркуляції повітря, знімає певні обмеження по виду опалювальних приладів, має інші суттєві зміни. Результати аналізу вимог [7], що мають значення при проєктуванні систем опалення та вентиляції, представлені в таблиці 1.

Особливі вимоги [8] щодо систем опалення та вентиляції приміщень об'єкту службового та побутового призначення стосуються розрахункової температури повітря і кратності повітрообміну в приміщеннях, влаштування

видалення та припливу повітря в визначених приміщеннях, умов, за яких необхідно встановлення стельових вентиляторів.

Таблиця 1

**Особливі вимоги [7] до систем опалення та вентиляції (ОВ) об'єктів охорони здоров'я (основні)**

Основні вимоги до систем ОВ	Характеристика вимог
до джерел теплопостачання та надійності теплопостачання	- необхідність джерела резервного теплопостачання для визначених приміщень; - два вводи тепла від незалежних джерел або від закільцьованих теплових магістралей з резервуванням подачі тепла тепловими мережами для визначених споживачів (I категорії за надійністю теплопостачання)
до температури повітря в коридорах	«температуру повітря в коридорах слід приймати не більше ніж на 3 °С нижче за температуру повітря найчистішого приміщення»
до опалювальних приладів	застосовуються опалювальні прилади з гладкою поверхнею, «які виключають адсорбцію пилу і стійкі до впливу миючих і дезінфікуючих розчинів»
до якості повітря	приміщення класифіковані за вимогами чистоти повітря та кратності повітрообміну, визначені мінімальна необхідна кратність повітрообміну, перепад тиску, класи фільтрів та кількість ступенів для кожного класу приміщень, приналежність до класу чистоти визначається медичним завданням
до видів систем вентиляції	- «слід передбачати припливно-витяжну вентиляцію з механічним спонуканням (або змішану природну витяжну вентиляцію з механічною припливною вентиляцією)»; - «вентиляція у будівлях повинна виключати перетікання повітряних мас з "брудних" зон до "чистих"»; - «робочі місця в приміщеннях, де проводять роботи, що супроводжуються виділенням шкідливих речовин, повинні бути обладнані локальними витяжними системами / пристроями»; - для визначених приміщень необхідна відокремлена система витяжної вентиляції
до місць подачі повітря та можливості рециркуляції повітря	- регламентуються місця подачі та видалення повітря (є особливості для різних приміщень); - допускається утилізація тепла витяжного повітря деяких приміщень та рециркуляція повітря

Норми [9] встановлюють оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови з врахуванням важкості роботи, що виконується в приміщенні та періоду року, причому зазначається, що «при одночасному виконанні в робочій зоні робіт різної категорії важкості показники мікроклімату повинні встановлюватись з

урахуванням найбільш чисельної групи працівників». [9] визначають особливості умов мікроклімату для постійних і непостійних робочих місць, а також зазначають щодо необхідності заходів щодо захисту від можливого перегрівання та охолодження при неможливості встановлення допустимих умов мікроклімату.

На основі аналізу вимог до систем ОВ з урахуванням специфіки об'єкту з'ясовано, що приміщення об'єкту мають суттєві особливі вимоги до цих систем, пов'язані з їх належністю до закладів охорони здоров'я, а також наявністю приміщень різного призначення. Зроблено висновки про неможливість застосування існуючої системи опалення через суттєву відмінність необхідної потужності та виду опалювальних приладів, та про недостатність існуючої природної системи вентиляції при зміні призначення будівлі під об'єкт охорони здоров'я. Таким чином, перепрофілювання об'єкту, що розглядався в [6] потребувало нового проектування систем опалення та вентиляції, що й було виконано в роботі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2013. 141 с.
2. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика»/ М.Ф. Боженко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 36,087 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
3. Теплогазопостачання та вентиляція: навч. посібник/ М.О. Шульга, О.О. Алексахін, Д. О. Шушляков; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 191 с.
4. Джеджула, В. В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів: навчальний посібник / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с.
5. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення, Відень - Київ – Сімферополь 2010. – 200 с.
6. Галушко К. Опалення та вентиляція нежитлових приміщень в м. Дніпро при зміні їх призначення під об'єкти охорони здоров'я : магіст. робота : 192 Будівництво та цивільна інженерія / Костянтин Галушко ; керівник Л. В. Солод. – Дніпро, 2022. – 151 с.  
<http://srd.pgasa.dp.ua:8080/xmlui/handle/123456789/10298>
7. ДБН В.2.2-10:2022 Заклади охорони здоров'я. Основні положення. [Чинний від 2023-03-01]. Київ: Мінрегіон України, 2022. – 67 с.

8. ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. [Чинний від 2011-10-01]. Київ: Мінрегіонбуд України. 2011. – 28 с.

9. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Дата прийняття 01.12.1999]. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 04.04.2023).

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ФЕРМЕНТАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ СУБСТРАТІВ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ МЕТАНОГЕНЕРАЦІЇ**

*Катерина Сорокіна<sup>1</sup>, Валентина Юрченко<sup>2</sup>, Наталя Телюра<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова,*

*<sup>1</sup>kbsorokina@ukr.net, <sup>2</sup>yurchenko.valentina@gmail.com,*

*<sup>3</sup>natalya.telyura@kname.edu.ua*

До питання переробки органічних відходів очисних споруд систем водовідведення необхідно підходити комплексно з огляду на необхідність знешкодження твердих побутових відходів (ТПВ), твердих і рідких органічних промислових відходів, відходів тваринного і рослинного походження, лісопромислового комплексу та ін. За хімічним складом ці субстрати є високоперспективною сировиною для виробництва газового палива [1].

Згідно з Енергетичною стратегією України на період до 2035 року, внесок біомаси, біопалива та відходів у загальне постачання первинної енергії у 2035 році мав становити 11 млн т нафтового еквіваленту, що складає 50 % внеску всіх відновлюваних джерел [2].

В Україні на кінець 2021 року були побудовані та мали досвід експлуатації принаймні 77 біогазових підприємств, з них 31 – системи збирання та утилізації біогазу на полігонах ТПВ, решта – класичні біогазові установки, що працюють на сільськогосподарських та промислових відходах. Загалом протягом 2021 року було отримано близько 260 млн м<sup>3</sup> біогазу. Майже весь біогаз був використаний для виробництва електроенергії [3]. Зрозуміло, що з огляду на широкомасштабне військове вторгнення в Україну, наявні пошкодження інфраструктури та економічний спад планування дій щодо досягнення цілей з розвитку сектору біоенергетики буде переглянуто. Станом на серпень 2022 року виробництво біометану було відсутнім.

Вихід метану під час анаеробного зброджування осадів стічних вод залишається низьким порівняно зі зброджуванням інших видів органічних



відходів [4], у зв'язку з чим актуальним є впровадження технічних рішень для інтенсифікації процесу метаногенерації.

В роботі [5] виділяють конструктивно-технологічні та мікробіологічні методи інтенсифікації процесів метанового зброджування. До першої групи методів віднесені підготовка сировини, перемішування, розподіл процесу метанового бродиння на стадії, підтримування оптимальної температури. До другої – культивування нових штамів мікроорганізмів, використання добавок, що стимулюють процеси деструкції, іммобілізація мікроорганізмів на носії, спільне зброджування органічних субстратів (коферментація).

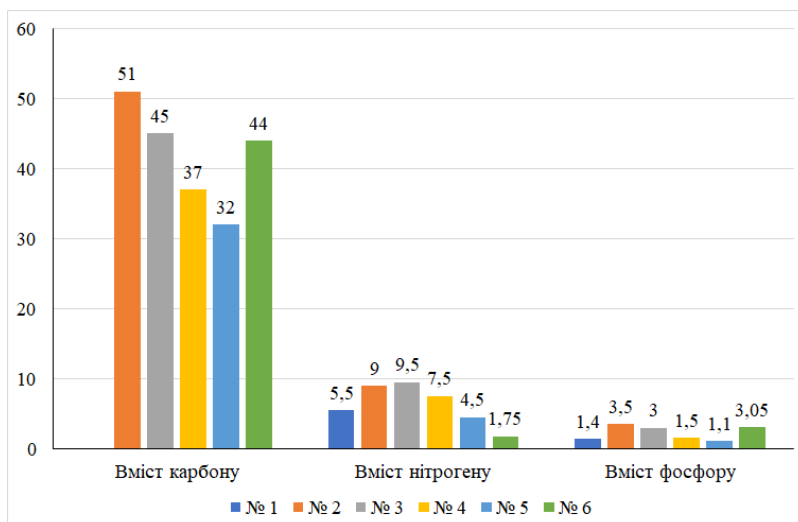
Додавання до осадів стічних вод ТПВ, органічних залишків тваринного і рослинного походження передбачає переробку кількох видів субстратів в одному реакторі. Очікується, що це об'єднання позитивно вплине як на сам процес анаеробного ферментування, так і на його економічність. Ефект досягається за рахунок зміни кількісних та якісних параметрів – збільшення виходу метану та покращення стабільності процесу [6].

В той же час досягнення позитивного ефекту щодо інтенсифікації метаногенерації доведено реалізацією технологій попередньої обробки вихідних органічних субстратів або їх сумішей [7].

На рис. 1 показані характеристики субстратів, які найчастіше використовують для ферментації з одержанням біогазу.

За результатами проведених випробувань можна відзначити, що співвідношення C/N у дослідженому надлишковому активному мулі складає 4–5, у суміші первинного і вторинного осаду – 5–6, в осаді з мулових майданчиків – 6–10, що значно менше бажаного співвідношення 20:1, яке лімітує негативний вплив підвищеного вмісту азоту в органічному субстраті для метанової ферментації.

Ґрунтуючись на механізмі ферментації білків і амінокислот, можна спрогнозувати, що присутні в складі осадів стічних вод нітрогеновмісні сполуки сприятимуть мікробіологічному процесу утворення нітрогеновмісних відновлених продуктів, які знижують вихід метану під час метаногенезу. В одержуваному біогазі концентрація аміаку також буде значно вищою ніж під час ферментації традиційних карбонвмісних субстратів – відходів рослинництва, лісового господарства, деревообробки та ін. Таким чином ефективний метаногенез під час ферментації усіх досліджених осадів стічних вод потребує застосування додаткових органічних субстратів з низьким вмістом сполук нітрогену (коферментацію).



**Рис. 1. Вміст карбону, нітрогену та фосфору в різних органічних субстратах**

№ 1 – осади з первинних відстійників [8]; № 2 – надлишковий активний мул [8]; № 3 – надлишковий активний мул (комплекс біологічного очищення м. Харкова);

№ 4 – суміш первинного і вторинного осаду (комплекс біологічного очищення м. Харкова); № 5 – осад з мулових майданчиків (комплекс біологічного очищення м. Харкова); № 6 – гній [8]

Встановлені показники тривалості кожної з фаз ферментації каналізаційних осадів. Найвищу тривалість у ферментації осадів стічних вод мала перша фаза – дезінтеграція мікробних клітин і гідроліз біополімерів – білків, ліпідів і вуглеводів (7–9 діб). На підставі цих даних можна припустити, що процес ферментації осадів до метану лімітує низька гідролітична активність мулу. В експериментальних дослідженнях визначено, що активні мули мають більш низьку гідролітичну активність, ніж ферментні препарати, виділені з того ж мулу, а також, ніж деякі бактерії, і тим більше мікроскопічні гриби. Це викликано присутністю в біомасі мулу інертної органічної і неорганічної маси, відмерлих мікроорганізмів і мікроорганізмів з низькою гідролітичною активністю.

Виходячи з отриманих даних, підвищити швидкість першої фази ферментації осадів ми припускаємо декількома шляхами:

- збагаченням біоценозу, що інокулюється, гідролітичними ферментними препаратами;
- збагаченням біоценозу, що інокулюється, мікроорганізмами, що мають високу гідролітичну активність;
- застосуванням технології коферментації;
- попередньою хімічною обробкою осадів.

Попередня обробка осадів стічних вод з використанням температури, лугів і кислот істотно прискорює ферментацію, оскільки сприяє дезінтеграції клітин і гідролізу біополімерів. Підвищення рівня рН з 7,0–7,5 до 11,0–11,3 дозволяє зменшити тривалість анаеробної ферментації надлишкового активного мулу з 10–13 до 1–2 діб.

Таким чином, основними напрямками підвищення виходу метану під час ферментації складного органічного субстрату – каналізаційних осадів, і підвищення економічних показників процесу представляються:

- збільшення в осаді, що використовується для ферментації, співвідношення C/N;
- збільшення швидкості всіх процесів ферментації;
- придушення груп мікроорганізмів, метаболізм яких інгібує метаногенез.

Найбільш перспективними методами інтенсифікації перших двох етапів ферментації під час обробки каналізаційних осадів представляється попередня обробка лугом. А комплексну реалізацію вказаних напрямів поліпшення метанової ферментації осадів стічних вод може вирішити технологія коферментації.

Спільне ферментування осадів стічних вод, відходів харчової промисловості, гною та ТПВ дозволить підвищити стабільність процесу та вихід метану за рахунок синергетичного ефекту більш різноманітного мікробного співтовариства. Крім цього, можливе покращення властивостей обробленого осаду, що підвищить ефективність використання дигестату як високопродуктивного добрива для сільськогосподарських цілей. В той же час це дасть можливість вирішити екологічні проблеми, пов'язані з відчуженням територій для складування та захоронення відходів, забрудненням атмосфери та водних джерел.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Li Y., Chen Y., Wu J. Enhancement of methane production in anaerobic digestion process: A review // *Applied Energy*, 2019, 240. p. 120-137.
2. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Матвєєв Ю. Б., Кучерук П. П., Крамар В. Г. Дорожня карта розвитку біоенергетики України до 2050 року. Аналітична записка № 26 UABIO. Біоенергетична асоціація України (2020). 49 с.
3. Гелетуха Г., Кучерук П., Матвєєв Ю. Перспективи виробництва біометану в Україні. Аналітична записка № 29 UABIO. Біоенергетична асоціація України (2022). 56 с.
4. Bin Khawer M. U., Naqvi S. R., Ali I., Arshad M., Juchelková D., Anjum M. W., Naqvi M. Anaerobic digestion of sewage sludge for biogas & biohydrogen production: State-of-the-art trends and prospects // *Fuel*, 2022, 329. 125416.

5. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Методи інтенсифікації процесів метанового зброджування // Науковий вісник ТДАТУ, 2014. Вип. 4, т. 1. С. 1–9.

6. Azarmanesh R., Qaretapeh M. Z., Zonoozi M. H., Ghiasinejad H., Zhang Y. Anaerobic co-digestion of sewage sludge with other organic wastes : A comprehensive review focusing on selection criteria, operational conditions, and microbiology // Chemical Engineering Journal Advances, 2023, 14. 100453.

7. Elalami, D., Carrere H., Monlau F., Abdelouahdi K., Oukarroum A., Barakat A. Pretreatment and co-digestion of wastewater sludge for biogas production: Recent research advances and trends // Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, 2019, 114. 109287.

8. Henze M., Harremoës P., Jansen J. I. C., Arvin E. *Wastewater Treatment : Biological and Chemical Processes*. Berlin ; New York : Springer. 2002. 430 p.

## **РИЗИКИ ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАФТОПРОВІДІВ**

***Степова Олена Валеріївна, Степовий Євген Борисович***

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія*

*Кондратюка»*

*alenastepovaja@gmail.com*

У разі відмов магістральних нафтопроводів, що виникають під дією техногенних, природних та антропогенних факторів, порушується природний режим ґрунтів і водних об'єктів, забруднюється атмосфера, що часто призводить до екологічного лиха. Нафта, просочуючись в ґрунт, змінює його фізико-хімічні властивості. Крім того можуть забруднюватися і підземні води. Внаслідок випаровування нафти, що розлилася, атмосфера забруднюється легкими вуглеводнями. Тому, оцінка рівня техногенно-екологічної безпеки експлуатації сталевих нафтопроводів є актуальним питанням сьогодення.

Ризик передбачає ймовірність настання небажаного результату внаслідок впливу на стабільну позитивну ситуацію зовнішніх або внутрішніх чинників, ступінь екологічного ризику визначають як категорію, яка характеризує ймовірність відвернення можливих негативних наслідків навколишньому природному середовищу та здоров'ю людини.

Метою роботи є оцінити рівень техногенно-екологічної безпеки транспортування вуглеводневої сировини територією України.

Основою оцінки ризиків є теорія надійності, відповідно до якої аварійні ситуації доцільно розглядати як відмови елементів системи, що призводять до порушення їх стійкості [1, 2].

Відмова – це подія, що полягає у втраті працездатності нафтопроводу або його ділянки, яка передбачає терміновий ремонт та відключення ділянки. Відповідно, у технологічному процесі транспортування нафти відмова конструкції може викликати перерву подачі нафти споживачам чи зниження величини її подачі. Критерій відмови – сукупність ознак порушення працездатного стану нафтопроводу або його елемента, які встановлені у конструкторській (проектній) документації. Показниками надійності відновлюваних об'єктів, до яких відносять і нафтопроводи є: безвідмовність, ремонтпридатність та довговічність. Виділяють наступні показники безвідмовності [2]: імовірність безвідмовної роботи; напрацювання на відмову; параметр потоку відмов – це відношення математичного сподівання кількості відмов нафтопроводу або його ділянки до напрацювання за досить малий відрізок часу.

Сучасний розвиток теорії безпеки обґрунтовує введення в практику забезпечення необхідних параметрів стану технічних об'єктів, а саме нафтопроводів і навколишнього середовища, в тому числі з урахуванням експлуатаційних умов, кліматичних особливостей районів, нормованих параметрів ризиків і безпеки, що обґрунтовуються за критеріями надійності, міцності, ресурсу, живучості. Ключовим фактором у вирішенні даної проблеми має стати використання концепції моніторингу ризиків, заснованої на безперервному або періодичному отриманні інформації щодо діагностики станів і базових параметрів небезпек при експлуатації даних об'єктів. Однією з умов безпечної експлуатації є взаємопов'язані розвиток і використання комплексної системи діагностики і моніторингу стану матеріалів і елементів конструкцій в штатних і аварійних ситуаціях, моніторинг ризиків їх експлуатації на всіх стадіях життєвого циклу і функціонування систем захисту таких об'єктів від аварій і катастроф по мірі виходу ризиків за межі прийнятних і наближенні їх до граничних [3-8].

Під ризиками  $R(t)$  в теорії безпеки розуміються такі поєднання ймовірностей  $P(t)$  виникнення в часі несприятливих подій (небезпечних і кризових явищ, катастрофічних, аварійних і надзвичайних ситуацій), з одного боку, і математичного очікування породжуваних ними збитків  $U(t)$  - з іншого, які визначають зміну рівня безпеки та стан систем захищеності людини, об'єктів інфраструктури та довкілля від загроз і небезпек внутрішнього і зовнішнього характеру - техногенних, природних, антропогенних. Для забезпечення безпечної експлуатації споруди замість критичних пошкоджень  $D_c$ , що відповідають досягненню граничних станів, з використанням системи

коефіцієнтів запасу в розрахунок можуть вводитися допустимі пошкодження [D].

**Висновки.** З метою зменшення ймовірності виникнення нештатних ситуацій (з відповідним підвищенням ризиків їх реалізації) та зниження можливих збитків від їх прояву для потенційно небезпечних об'єктів техносфери повинен бути реалізований комплекс заходів, що враховує характер джерел небезпеки та особливостей їх прояву, допустимі режими експлуатації стосовно кожної фази наростання ризиків, можливості застосування засобів парирування загроз на основі результатів комплексної діагностики і моніторингу даного об'єкту.

Для вирішення завдань забезпечення умов безпечної експлуатації магістральних нафтопроводів доцільно в першу чергу застосування комплексу сучасних методів і засобів контролю параметрів стану цих об'єктів та навколишнього середовища в розглянутих умовах при можливо більш широкому діапазоні їх зміни (в тому числі і за межами штатних режимів), застосування систем моніторингу та аналіз даних про навколишнє середовище і можливих зовнішніх впливах на досліджувану систему, використання банків даних з джерелами небезпек і сценаріями розвитку позаштатних ситуацій, критеріями їх оцінювання і методиками запобіжних дій для парирування надзвичайних ситуацій по програмованим командам системи моніторингу ризиків.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. К.: НІСД, 2001. 312 с.
2. Гомеля М.Д., Степова О.В. Оцінка рівня техногенно-екологічної безпеки експлуатації нафтопроводів *Екологічні науки: науково-практичний журнал* / Головний редактор О.І. Бондар. К.: ДЕА, 2019. №(2)25. Т.2 С. 12-15
3. Степова О.В., Гомеля М.Д., Антонов А.В. Наукові основи запобігання забрудненню довкілля внаслідок внутрішньої та зовнішньої корозії сталевих нафтопроводів. *Науковий журнал: Екологічна безпека та технології захисту довкілля* №2, 2019. С. 5-22.
4. Іванюта С.П., Качинський А.Б. Екологічна та природно-техногенна безпека України: регіональний вимір загроз і ризиків: монографія. К.: НІСД, 2012. 308 с.
5. Горбулін В.П., Качинський А.Б. Системно-концептуальні засади стратегії національної безпеки України. К.: ДП «Євроатлантикінформ», 2007. 592с.

6. Качинський А.Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. К.: ІПНБ, НАСБУ, 2004. 472 с.

7. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. К.: НІСД, 2001. 312 с

## **ЕКОСИСТЕМНИЙ ПІДХІД В ГАЛУЗЕВІЙ ПОЛІТИЦІ АГРАРНИХ ТА ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

*Сторожук Тетяна Миколаївна*  
*Державний податковий університет*  
[stevan@ukr.net](mailto:stevan@ukr.net)

Земельні, лісові, водні та інші природні ресурси, які перебувають у користуванні або володінні аграрних та лісогосподарських підприємств не просто зачаровують красою весь світ, а є необхідними ресурсами нашого життя на планеті і важливими ресурсами економіки. Природні ресурси мають неоціненне екологічне, економічне та соціальне значення. Вони взаємопов'язані між собою і формують клімат планети та створюють здорове середовище для людей. Ефективне використання земельних, водних та інших природних ресурсів є основою нашої життєдіяльності тепер та наших нащадків в майбутньому. Тому галузева політика підприємств, які використовують природні ресурси в сучасних умовах господарювання потребує переосмислення та нових, адекватних викликам, підходів. Особливо ця проблема загострюється в умовах існуючої війни та її наслідків. З початку війни інспектори Державної екологічної інспекції України фіксують завдані докільню збитки, які за період з 24.02.2022 р. по 03.03.2023 р. по земельних, водних ресурсах та атмосферному повітрю становить майже 52 млрд. доларів. Через російське вторгнення понад 59 тисяч га лісів та інших насаджень були випалені ракетами та снарядами. Також за 10 місяців повномасштабної війни:

- 280 132 м<sup>2</sup> ґрунтів забруднено небезпечними речовинами;
- 11 079 525 м<sup>2</sup> земель засмічено залишками знищених об'єктів та боєприпасів;
- 59 150 га лісів та інших насаджень випалено ракетами та снарядами;
- 686 168 т нафтопродуктів згоріло під час обстрілів, забруднивши атмосферне повітря небезпечними речовинами;
- 979 113 м<sup>2</sup> об'єктів, у тому критичної інфраструктури, знищено, їх залишки спричинили шкоду довкіллю;
- 1 574 т - маса забруднюючих речовин, що потрапили у водні об'єкти;

- 932 594 кг - маса сторонніх предметів, матеріалів, відходів та/або інших речовин;

- 410 150 000 м<sup>3</sup> - обсяг забраної/використаної води самовільно [1].

І всі ці жахливі дані без повного врахування окупованих територій та свідомості того, що війна ще, на жаль, триває. Лісистість території нашої країни ще до війни була недостатньою і відставала від країн Європи. На думку екологів, деякі з пошкоджених лісів можуть відновлюватися протягом десятків років. Але ліс – це не тільки дерева і кущі, а земля і біорізноманіття. Розмінування територій, на думку експертів, триватиме не один десяток років. За найоптимістичнішими розрахунками результати відновлення лісових масивів можна буде побачити не раніше чим через 10 років. Решта – може виявитися втраченими назавжди.

За результатами проведених випробувань можна відзначити, що співвідношення C/N у дослідженому надлишковому активному мулі складає 4–5, у суміші первинного і вторинного осаду – 5–6, в осаді з мулових майданчиків – 6–10, що значно менше бажаного співвідношення 20:1, яке лімітує негативний вплив підвищеного вмісту азоту в органічному субстраті для метанової ферментації.

Ґрунтуючись на механізмі ферментації білків і амінокислот, можна спрогнозувати, що присутні в складі осадів стічних вод нітрогеновмісні сполуки сприятимуть мікробіологічному процесу утворення нітрогеновмісних відновлених продуктів, які знижують вихід метану під час метаногенезу. В одержуваному біогазі концентрація аміаку також буде значно вищою ніж під час ферментації традиційних карбонвмісних субстратів – відходів рослинництва, лісового господарства, деревообробки та ін. Таким чином ефективний метаногенез під час ферментації усіх досліджених осадів стічних вод потребує застосування додаткових органічних субстратів з низьким вмістом сполук нітрогену (коферментацію).

Збалансоване раціональне природокористування та відновлення природних ресурсів потребує використання екосистемних принципів управління на основі використання сучасних обліково-інформаційних, аналітичних, контрольних, планових, прогностичних і проектувальних технологій, моделювання тощо, що можливе лише за умов комплексного системного підходу.

Конвенцією про охорону біологічного різноманіття від 1992 року [3] визначено загальну нестачу інформації і знань відносно біологічного різноманіття і гостру потребу в розвитку наукового, технічного та організаційного потенціалу з метою забезпечення загального розуміння цієї проблеми, що служитиме основою для планування і впровадження відповідних заходів. Крім того, підкреслено значення і необхідність сприяння



міжнародного, регіонального і глобального співробітництва між країнами і міжурядовими організаціями та неурядовим сектором у справі збереження біологічного різноманіття і сталого використання його компонентів. Також зазначено велику і традиційну залежність місцевих общин і корінного населення, від біологічних ресурсів, і бажання спільно користуватися вигодами, пов'язаними з використанням та збереженням біологічного різноманіття і сталого використання його компонентів.

Для управління і реалізації визначених завдань концепції сталого розвитку світовою спільнотою прийнято системний підхід, який передбачає гармонізацію стратегій розвитку всіх галузей економіки та конкретних дій суб'єктів господарювання, погодження наукових парадигм, щодо охорони природнього навколишнього середовища і природокористування. Використання природних ресурсів в умовах сталого розвитку має базуватися на основі природоохоронних принципів і системного узгодження стратегії розвитку регіонів, галузей і конкретних суб'єктів господарювання, зокрема. Це потребує:

- спільної методологічної основи обліку і аналізу;
- однакових підходів до перевірки їх наявності та контролю за використанням;
- узгодження принципів оцінки;
- гармонізації класифікаційних ознак та існуючих класифікацій природних об'єктів;
- постійного періодичного звітування про стан та ефективність використання природних об'єктів та природних ресурсів;
- наявності спільних проектів та досліджень щодо їх відновлення і збереження;
- організації постійного моніторингу природних об'єктів та наявних природних ресурсів;
- соціальної відповідальності власників, користувачів та розпорядників природних об'єктів;
- вимоги оприлюднення інформації через інформування суспільства про плани, прогнози та стратегії розвитку суб'єктами господарювання природних об'єктів і примноження відновлюваних природних ресурсів.

Розвиток відновлюваних джерел енергії, нематеріального природокористування, запровадження екологічно безпечних, ресурсо- та енергозберігаючих технологій в Україні відбуваються дуже повільно і безсистемно. Упровадження екосистемного підходу в галузеву політику та удосконалення системи інтегрованого екологічного управління, інтеграція екологічної політики до інших політик, обов'язкове врахування екологічної складової під час розроблення та затвердження документів державного

планування та у процесі прийняття рішень про провадження господарської діяльності, яка може мати значний вплив на довкілля є шляхом до сучасної системної екологічної політики, що реалізується у країнах - членах Європейського Союзу [4]. Актуальним є впровадження екосистемного підходу в галузеву політику аграрних та лісгосподарських підприємств та удосконалення системи інтегрованого екологічного управління.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Державна екологічна інспекція. URL: <https://www.dei.gov.ua/>  
<https://www.facebook.com/deiukr/>.
2. Указ Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (дата звернення 29.03.2023).
3. Конвенція про охорону біорізноманіття від 1992 р. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_030#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030#Text) (дата звернення 20.03.2023).
4. Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року. Затверджено Законом України від 28 лютого 2019 року № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення 26.03.2023).

## ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО ПАКУВАННЯ В УКРАЇНІ

*Ткаченко Тетяна Миколаївна, Бедрічук Надія Володимирівна*

*Київський національний університет будівництва і архітектури,  
tkachenkoknuba@gmail.com*

Компанії-гіганти Coca-Cola, PepsiCo, Nestle, Unilever і Procter&Gamble відносяться до найбільших збудників довкілля пластиком. У 2019 році Coca-Cola випускала приблизно 200 000 одноразових пляшок щохвилини. Це означає, що компанія відповідає за п'яту частину всього світового виробництва ПЕТ (Поліетилентерефталат, термопластик) [1].

Тому проблема екологічної упаковки є актуальною для всіх країн світу. Відомі світові бренди використовують екологічну упаковку, яка безпечна для навколишнього середовища. У 2020 р. компанія HELL перша серед виробників напоїв взяла на себе зобов'язання розробити найбільш екологічне пакування напоїв у світі. У рамках своєї політики екологічності виробництва, усю тару для їх напоїв виготовлено з алюмінію найвищої якості із вмістом переробленої сировини мінімум на 75%. Тобто тара буде перероблюватись та повторно використовуватись нескінченну кількість разів. В результаті частка пластику зменшиться до 1% до 2025 року [2].

В Україні це питання також достатньо актуальне. Так, у 2021 р. Верховна Рада України прийняла Закон України «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України» [3], яким забороняється безоплатне розповсюдження пластикових пакетів у роздрібній торгівлі та закладах громадського харчування. З 2023 року в Україні під заборороною розповсюдження в об'єктах роздрібної торгівлі, громадського харчування та надання послуг надтонкими пластиковими пакетами шириною до 225 міліметрів (без бокових складок), глибиною до 345 міліметрів (з урахуванням бокових складок), довжиною до 450 міліметрів (з урахуванням ручок), що призначені для пакування та/або транспортування свіжої риби, м'яса та продуктів із них, сипучих продуктів, льоду та розповсюджуються в об'єктах роздрібної торгівлі як первинна упаковка [4].

Технічні регламенти регулюють введення в обіг товарів в Україні і більшість цих товарів вводяться в обіг в упаковці. І хоч регулювання активно змінюють та оновлюють на виконання зобов'язань за Угодою про Асоціацію, нові технічні регламенти окремо не регулюють відповідність упаковки для товарів. Виробникам же необхідно пам'ятати, що разом із товаром вони вводять в обіг і його упаковку, а тому треба дбати про відповідність використаних пакувальних матеріалів вимогам законодавства.

В Україні вимоги до пакувальних матеріалів встановлено Технічним регламентом з підтвердження відповідності пакування (пакувальних матеріалів) та відходів пакування, затвердженим наказом Держпродспоживстандарту від 24 грудня 2004 року № 289 ("Регламент") [5]. Його розробили відповідно до Директиви про пакування та відходи пакування № 94/62/ЄС станом на 2004 рік, відтоді змін не вносили.

Які вимоги до пакувальних матеріалів сьогодні встановлено в Україні.

Технічний регламент пакування.

Регламент регулює будь-яке пакування (пакувальні матеріали), що призначені для вміщення, захисту, переміщення, доставки та презентації товарів. Сюди входить:

- споживча тара - упаковка для кінцевого споживача;
- групова тара - упаковка для групи товарів;
- транспортна тара - упаковка для перевезення товарів;

Виробники та імпортери мають:

1) забезпечити мінімально можливі місткість та вагу упаковки, але щоб не порушувати вимог безпеки та гігієни;

2) передбачити можливість його вторинного використання, перероблення чи відновлення;

3) мінімізувати наявність токсичних матеріалів;

4) забезпечити відповідність вимогам національних стандартів із Переліку,

затвердженого наказом Держпродспоживстандарту № 351 від 10 грудня 2007 року [6];

5) забезпечити дотримання рівня концентрації свинцю, кадмію, ртуті та б-валентного хрому.

Якщо ж пакування підлягає, наприклад, компостуванню, відновленню у будь-який спосіб чи розкладанню - треба виконувати відповідні специфічні вимоги.

Потім треба пройти оцінку відповідності пакування в одному з органів сертифікації. Якщо успішно - заповнюєте декларацію відповідності. На пакування, ярлик або супровідну документацію товару наноситься зносостійке маркування:

- 1) галузь промисловості,
- 2) тип пакувального матеріалу, та
- 3) національний знак відповідності з ідентифікаційним номером органу оцінки відповідності.

Але на практиці регламент пакування виробниками продукції не завжди застосовується. Тобто питання залишається відкритим. Регламент не передбачає наслідків за невідповідність пакування. Також, відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 28 грудня 2016 року № 1069 (зі змінами та доповненнями) ("Постанова") орган контролю для Регламенту не призначено.

З іншого боку - стаття 12 Закону України "Про загальну безпеку нехарчової продукції" № 2736-VI (зі змінами та доповненнями), дозволяє органу ринкового нагляду вилючати з обігу небезпечну продукцію. Безпечною ж вважається продукція, що відповідає вимогам законодавства, в т. ч. технічних регламентів. За Постановою ж Держпродспоживслужба - орган державного нагляду за дотриманням цього закону. В результаті, ризик санкцій за недотримання Регламенту залишається [7].

Членство України в ЄС вносить свої корективи щодо упаковки та її екологічності. В Україні вже є Проект закону Про упаковку та відходи упаковки [8], але є гостра необхідність у подальшому реформуванні та вдосконаленні.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Coca-Cola та ще 4 лідерів у забрудненні пластиком закликали "очиститися". Інтернет-ресурс. Доступ: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/coca-cola-ta-shhe-4-lideriv-u-zabrudnenni-plastikom-zaklikali-ochistitisya>. Дата останнього доступу: 04.04.2023.

2. Євгенія Курчавова. Екологічний капіталізм: тренд мілленіалів чи необхідність, яку варто наслідувати? Інтернет-ресурс. Режим доступу:

<https://www.pravda.com.ua/columns/2021/07/25/7301098/>. Дата останнього доступу: 04.04.2023.

3. Закон України Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України. Інтернет-ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1489-20#Text>. Дата останнього доступу: 04.04.2023.

4. Діє заборона на розповсюдження надтонких пластикових пакетів. Інтернет-ресурс. Режим доступу: [https://biz.ligazakon.net/news/216594\\_d-zaborona-na-rozpovsyudzhennya-nadtonkikh-plastikovikh-paketiv](https://biz.ligazakon.net/news/216594_d-zaborona-na-rozpovsyudzhennya-nadtonkikh-plastikovikh-paketiv). Дата останнього доступу: 04.04.2023.

5. Про затвердження Технічного регламенту з підтвердження відповідності пакування (пакувальних матеріалів) та відходів пакування. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/RE10375>. Дата останнього доступу: 04.04.2023.

6. Наказ Про затвердження Переліку національних стандартів, які в разі добровільного застосування є доказом відповідності продукції вимогам Технічного регламенту з підтвердження відповідності пакування (пакувальних матеріалів) та відходів пакування. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0351609-07#Text>. Дата останнього доступу: 04.04.2023.

7. Пакування для товарів: чинні вимоги відповідності та перспективи регулювання. Інтернет-ресурс. Режим доступу: [https://jurliga.ligazakon.net/news/209055\\_pakuvannya-dlya-tovariv-chinn-vimogi-vdpovdnost-ta-perspektivi-regulyuvannya](https://jurliga.ligazakon.net/news/209055_pakuvannya-dlya-tovariv-chinn-vimogi-vdpovdnost-ta-perspektivi-regulyuvannya). Дата останнього доступу: 04.04.2023.

8. Закон України Про упаковку та відходи. Інтернет-ресурс. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/JH33W00B?an=3>. Дата останнього доступу: 04.04.2023

## **ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ТА ІНШИХ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ**

*Третяк Наталія Антонівна*

*Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», [tretiaknatalia@ukr.net](mailto:tretiaknatalia@ukr.net)*

Зміна клімату, землегосподарювання, збільшення людства, що тягне за собою зростання використання земельних, лісових, водних та інших ресурсів негативного впливають на кількісний та якісний стан природних ресурсів в цілому. Такі процеси в свою чергу формують як в світі, так і в Україні розуміння до невідкладних заходів у галузі використання і охорони навколишнього середовища, саме в контексті сталого розвитку для підтримання екологічної, економічної та соціальної рівноваги. Так, Указом Президента України від 14 вересня 2020 року № 392/2020 була затверджена Стратегія національної безпеки України [2], в якій зазначалося, що тривають процеси нераціонального використання природних ресурсів, зокрема деградація сільськогосподарських земель, водних басейнів, лісів, а можливості адаптації економіки, систем життєзабезпечення та цивільного захисту до зміни клімату є недостатніми. Крім того, у даному документі, акцентується, що для підтримання екологічної рівноваги, потрібно створити умови щодо охорони навколишнього природного середовища, а також упровадити нові системи з відходами і скоротити промислові викиди, для забезпечення ефективного використання природних ресурсів, захисту лісів і водойм, розвивати заповідний фонд, запобігати виникненню негативних наслідків надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, до яких належать, наприклад посухи, наслідком яких є катастрофічне зниження водного стоку річок у басейнах річок, а також доступність води для економіки, соціальної сфери та екосистем.

Для характеристики стану земельних та інших природних ресурсів, які знаходяться на них, здійснено аналіз земельного фонду України (таблиця 1). Зокрема, співвідношення антропогенних і природних екологостабілізуючих угіддях складає 1,6:1, де до господарського використання залучено 61,8 % земель території України і тільки 38,2 % складають екологостабілізуючі угіддя.

За оцінкою фахівців, для компенсації антропогенного впливу, екологостабілізуючих угідь має становити 50 %, тобто оптимальне співвідношення антропогенних і природних екологостабілізуючих угідь 1:1. Проте, не змінених господарською діяльністю людини земельних ресурсів та інших природних ресурсів, які знаходяться на них, в Україні майже не

залишилося, а мало змінних – це головним чинним вторинні лісові насадження, зелені насадження загального користування тощо, свідчить про їх затребуваність. Так, для екологічної рівноваги та суспільного добробуту країни, земельний фонд України потребує змін для збільшення екологістабілізуючих угідь на 11,8 % та відповідно змін у зменшенні дестабілізуючих угідь.

Таблиця 1

**Земельний фонд України, тис. га**

Антропогенні ландшафти		Природні ландшафти	
Рілля	32541,3	Сіножаті	2406,4
Перелоги	233,7	Пасовища	5434,1
Багаторічні насадження	892,4	Землі тимчасової консервації	7,2
Землі транспорту та зв'язку	933,2	Ліси та інші лісовкриті площі, національні парки, природні та біосферні заповідники	10709,7
Забудовані землі	2451,8	Зелені насадження загального користування	91,0
Землі промисловості	224,7	Відкриті землі без рослинного покриву або з незначним покривом	1020,6
		Болота	982,3
		Води	2426,4
Всього, тис га	37277,15	Всього, тис га	23077,75
Щодо загальної площі, %	61,8	Щодо загальної площі, %	38,2

Для підтвердження, важливості зміни структури земельного фонду, здійснено розрахунок балу антропогенного навантаження ( $B_{a.n.}$ ), оскільки рівень антропогенного навантаження залежать від структури землекористування та функціонального використання земель, який відображає, вплив діяльності людини на стан території, у тому числі на земельні ресурси (формула 1) [4]:

$$B_{a.n.} = \frac{\sum B_{i1} \times P_{i1} + \dots + B_{in} \times P_{in}}{\sum P_{i1} + \dots + P_{in}}, \quad (1)$$

де  $P_{i1} \dots P_{in}$  – площа земельних угідь та земель з відповідним рівнем антропогенного навантаження, га;

$B_{i1} \dots B_{in}$  – бал відповідної площі земельних угідь та земель з певним рівнем антропогенного навантаження (вимірюється за 5-бальною шкалою). Високий ступінь антропогенного навантаження (5 балів) мають землі промисловості, транспорту, населені пункти; значний ступінь (4 бали) – рілля, багаторічні

насадження; середній ступінь антропогенного навантаження (3 бали) – природні кормові угіддя (сінокоси, пасовища), залужені балки; незначний (2 бали) – лісосмуги, чагарники, ліси; низький ступінь (1 бал) – мікрозаповідники, болота, під водою.

Отжн, чим більша питома вага землекористування, що має негативний вплив на довкілля, тим вищий ступінь небезпеки землекористування. Так, за даними таблиці 2, антропогенне навантаження території України відноситься до значного ступеня навантаження ( $B_{a.n.} = 3,688 \approx 4$ ).

Таблиця 2

**Розрахунок балу антропогенного навантаження території України**

Земельні угіддя та землі за функціональним використанням	Бал антропогенного навантаження угідь та земель ( $B_i$ )	Площа угідь та земель, тис. га ( $P_i$ )	$B_i \times P_i$	Бал антропогенного навантаження землекористування ( $B_{a.n.}$ )
Землі промисловості	5	224,7	1123,5	
Землі транспорту, зв'язку	5	933,2	4666,0	
Забудовані території	5	2451,8	12259,0	
Зелені насадження (сквери тощо)	4	91,0	364,0	
Рілля	4	32541,3	130165,2	
Багаторічні насадження (сади, виноградники)	4	892,4	3569,6	
Землі тимчасової консервації	3	7,2	21,6	
Сіножать	3	2406,4	7219,2	
Пасовища	3	5434,1	16302,3	
Перелоги	3	233,7	701,1	
Відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом (кам'янисті місця, яри тощо)	3	1020,6	3061,8	
Лісосмуги	3	446,7	1340,1	
Чагарники	2	404,1	808,2	
Ліси	2	8089,9	16179,8	
Національні природні та регіональні ландшафтні парки	2	10709,7	21419,4	
Землі під водою	1	2426,4	2426,4	
Відкриті заболочені землі	1	982,3	982,3	
Всього		60354,9	222609,5	3,688

Найбільшу питому вагу мають сільськогосподарські землі (близько 70 %). Рівень розорювання земель в державі досягає в середньому 54 %, а у деяких областях – 70 % і більше. Відмітимо, що за даними Держстату України, площа орних земель з 2015 по 2020 рік зросла на 216 тис. і на даний час становить 32 млн. гектарів [3]. Тобто, розораність земель не бажана з економічного і



екологічного поглядів, адже вона різко знижує природний потенціал території, робить її одноманітною, а господарство вузькоспеціалізованим. Крім того, унаслідок скорочення площ лісів, сіножатей і пасовищ змінюється мікроклімат, рівень залягання ґрунтових вод, активізуються процеси аридизації (комплекс процесів зменшення ступеня зволоженості територій і викликаного цим скорочення біологічної продуктивності екосистем). Аридизація відбувається як в силу природних (циклічні зміни клімату), так і антропогенних (відкачака підземних вод, ерозія) причин. Наслідком аридизації є опустелення і поглиблення ступеня сухості, розвивається водна і вітрова ерозія, що зумовлює зменшення родючості ґрунтів, деградацію та зниження продуктивності агроекосистем, і унеможлиблює їхній сталий розвиток, з яким пов'язана не тільки екологічна, а й продовольча безпека країни [1]. Тобто розораності земель є одним із факторів, який свідчить про антропогенне навантаження земель.

Ключовим прогностичним показником розв'язання зазначеної проблеми є зниження рівня розораності території країни до 44 % шляхом вилучення орнонепридатних (деградованих, малопродуктивних та техногенно забруднених) земель, площа яких, за експертними оцінками, перевищує 6,5 млн. гектарів, з інтенсивного обробітку або заліснення тощо. Що в свою чергу, допоможе мінімізувати зниження природного потенціалу, як для теперішніх поколінь, так і для майбутніх. Для порівняння – у Франції розорано 36 % угідь, Англії – 18,5, у США – 20 %. А трансформація деградованих земель шляхом залуження, заліснення або ренатуралізації дасть змогу: збільшити площі земель під об'єктами природно-заповідного фонду та розширити площі лісовкритих територій країни. Для порівняння – у Фінляндії лісистість території становить 68,4 %, Франції – 32, Польщі – 29,8 % [3].

Усе вищесказане викликає нагальну проблему комплексних наукових доробок щодо природоохоронного національного законодавства у галузі використання і охорони природних ресурсів в контексті виконання цілей сталого розвитку. Оскільки, територія України потребує збільшити заходи щодо збільшення площ земель під об'єктами природно-заповідного фонду, а також розширити площі лісовкритих територій, сіножатей, пасовищ, які є екологічностабілізуючими угіддями. Це дозволить з економічного і екологічного поглядів збільшити екологічну рівновагу та досягти суспільного добробуту країни загалом.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Лановенко О.Г., Остапішина О.О. Словник-довідник з екології. 2013. Херсон. 225 с.
2. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14

вересня 2020 року «Про Стратегію національної безпеки України»: Указ Президента України від 14 вересня 2020 року № 392/2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392/2020#Text>.

3. Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової програми використання та охорони земель: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 19 січня 2022 р. № 70-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/70-2022-%D1%80#Text>.

4. Третьяк А.М., Н.А. Третьяк, Кірова М.О. Методичні рекомендації оцінки екологічної небезпеки міського землекористування для життєдіяльності населення: методичні рекомендації. Київ: ДЕА, 2018. 38 с.

## **ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДИНКУ-ВУЛИКА У М.ЛУЦЬКУ**

***Федонюк Віталіна Володимирівна<sup>1</sup>, Панькевич Анна Сергіївна<sup>2</sup>, Федонюк Микола Ананійович<sup>1</sup>***

<sup>1</sup>Луцький національний технічний університет, [ecolutsk@gmail.com](mailto:ecolutsk@gmail.com)

<sup>2</sup>КУ «Волинська обласна Мала академія наук»,

[anna15.17112006@gmail.com](mailto:anna15.17112006@gmail.com)

Енергоефективність житлових будівель та комплексів суттєво залежить від їх конструктивних особливостей, архітектурно-будівельних рішень, які були застосовані при їх будівництві. Ця теза є особливо актуальною для споруд нетрадиційних форм, розмірів чи конструкції. Тому дане дослідження було пов'язане з вивченням деяких аспектів формування мікроклімату та енергоефективності унікальної споруди, аналогів якій немає не лише в Україні, але і в межах Європи – Будинку – Вулика, що розміщений у м. Луцьку (Волинська область) [1,2,4].

За деякими даними, Будинок – вулик є найдовшим житловим будинком у світі, в усякому разі, він не має аналогів у Європі [4]. Споруда була збудована у 60-80 – их рр. ХХ ст., її авторами-проектантами були відомі архітектори Р.Метельницький та В. Маловиця. На даний час у Будинку – вулику проживає більше 10 тисяч мешканців. Даний архітектурний комплекс отримав таку назву через форму з'єднання окремих корпусів споруди, що нагадує бджолині стільники і представляє собою незімікнені шестикутники. Ці шестикутники поєднуються у єдиний архітектурний комплекс, що займає до 3 кварталі, розміщений вздовж декількох вулиць міста. У Будинку-Вулику нараховується до 40 окремих стандартних будівель серії 114-87 [2,4,5].

Оскільки формування мікроклімату в містах та його вплив на загальну сприятливість їх екологічного стану є важливим науковим завданням [3,6], ми

провели аналіз температурного та вітрового режиму в зоні впливу Будинку – Вулика. Аналіз проводився шляхом інструментальних вимірювань швидкостей вітру і температури діяльної поверхні на території дослідження із залученням методів дистанційного зондування землі (далі – ДЗЗ), а саме – порівняльного аналізу різночасових космічних знімків в інфрачервоному діапазоні для даної території (див. рис.1).

За результатами інструментальних вимірювань швидкостей вітру та температури діяльної поверхні, які виконувалися за допомогою портативного електронного анеморумбометра і пірометра, було складено ряд оціночних таблиць, збудовано картограми та графіки, які унаочнюють розподіл даних мікрокліматичних показників у зоні впливу Будинку – вулика. Встановлено, що такий вплив є досить чітко вираженим і помітним, він проявляється наступним чином:

- у внутрішньо-стілникових просторах секцій Будинку – вулика швидкості вітру переважно гасяться і знижуються на 35-40%, за виключенням випадків, коли сформовано вітрову вісь по лінії аркових переходів між стільниками – та розімкненої частини стільника;

- сильний ефект «аеродинамічної труби» спостерігається у здвоєних (парних) та зтроєних арках Будинку – вулика, швидкості вітру тут зростають на 50 – 85 %;

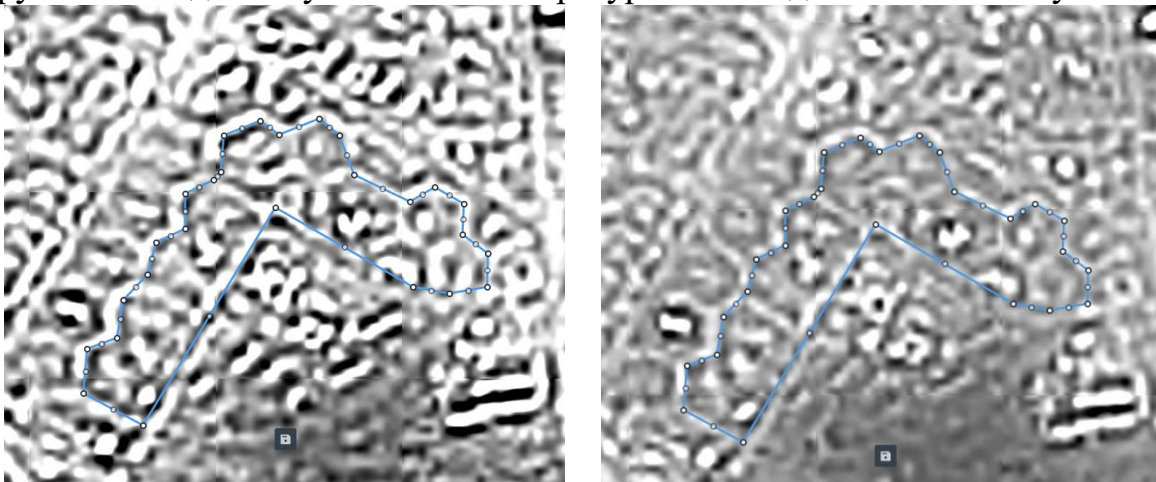
- температура діяльної поверхні в цілому має залежність від вітрового режиму, вона є вищою в зонах знижених швидкостей вітру, на території в середині стільників поблизу корпусів самих будівель:

- в цілому конструктивні особливості та архітектурно-планувальні рішення, які були використані для спорудження Будинку – Вулика, були доцільними та ефективними з точки зору формування сприятливого мікроклімату на прибудинковій території.

Для оцінки енергоефективності Будинку – вулика було проаналізовано космічні знімки, зроблені в інфрачервоному діапазоні, супутника Landsat-8/9, який має відповідний канал знімання. Через високу хмарність осінньо-зимового періоду 2022р., було виявлено мало якісних знімків. На рис. 1 представлено деякі з них, а саме: знімок за 07.10. 2022 р. та знімок за 27.08.2022 р. Через низьке розрізнення видно лише загальні контури будинків. Провівши порівняння осіннього знімку за 07.10. із літнім знімком території Будинку-Вулика за 27.08, бачимо меншу теплову контрастність між будинками та незабудованою територією. За проаналізованими статистичними даними оцінки супутникових знімків за 2 роки (2021 – 2022 рр.), середня температура поверхні землі у межах внутрішньої зони Будинку-вулика становила 18,3<sup>0</sup>С, мінімальна: -25,5<sup>0</sup>С взимку 2022 р, максимальна: 43,1<sup>0</sup>С в липні 2022 р. Зауважимо, що це – температура поверхні, а не повітря.

При порівнянні теплових контрастів окремих будинків, які складають «стільник», варто відмітити, що меншими вони є для будинків, що знаходяться з підвітряного боку та захищені тими частинами «стільників», що є навітряними і розташовані вздовж проїжджої частини пошкоджених автомагістралей (проспект Соборності та проспект Молоді).

Таким чином, проведена оцінка дозволяє відмітити, що такі складні архітектурні комплекси, як відомий Будинок-Вулик у м. Луцьку, суттєво змінюють параметри мікроклімату на прибудинковій території, а також їх конструктивні особливості і форма та розміщення визначають не лише енергоефективність самої житлової споруди, але і будинків, які розміщені поруч та знаходяться у певній «температурній тіні» даного комплексу.



**Рис 1. Оцінка методами дистанційного аналізу поверхні температурного режиму на прибудинковій території Будинку-вулика (дані супутника Landsat-8/9, знімки за 07.10. та 27.08.2022 р.)**

Дані питання потребують подальшого вивчення і дослідження, зокрема, автори планують продовжити серію вимірювань показників температурно-вітрового режиму у зоні впливу Будинку-Вулика у 2023 р., в періоди з різними погодними умовами та в динаміці протягом доби, місяця, сезонів року.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Василюк М., Федонюк В.В. Вітровий режим Луцька протягом 50 років та його екологічний вплив. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування*. VII Міжнародний молодіжний конгрес, 10 – 11 лютого 2022 р., Україна, Львів : Збірник матеріалів. К. : Яроченко Я.В., 2022. С.31–32.
2. Василюк М.В., Михайлюк В.А., Федонюк В.В. Вітровий режим на Волині в контексті глобальних кліматичних змін. *Актуальні проблеми сучасної*

науки і освіти: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції м. Львів, 20-21 січня 2022 року. Львів : Львівський науковий форум, 2022. С.6 – 8 .

3. Шевченко О., Сніжко С. Вітровий режим великого міста. *Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка, Серія Географія*. 3 (72). 2018. С.13 – 21.

4. Панькевич А.С., Федонюк В.В. Режим вітру у Луцьку в зоні впливу Будинку-Вулика. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування*. VIII Міжнародний молодіжний конгрес, 02 – 03 березня 2023 р. Збірник матеріалів. Україна, Львів : Національний університет «Львівська політехніка», 2023. С.84 – 85.

5. Федонюк В.В., Іванців В.В., Федонюк М.А., Іванців О.В. Картографування екологічного стану повітряного басейну м. Луцька на основі ліхеноіндикації. *Часопис картографії: Збірник наукових праць*. К. : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2016. Вип. 16. С. 250 - 271.

6. Федонюк М. А. До питання удосконалення системи державного екологічного моніторингу стану атмосферного повітря. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2013. № 2. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Duur\\_2013\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Duur_2013_2_6) (дата звернення: 25.02.2023).

## **ОСОБЛИВОСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ НЕОРГАНІЧНИХ СКЛАДОВИХ ЛАКУ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ**

**Цапко Юрій Володимирович<sup>1</sup>, Бондаренко Ольга Петрівна<sup>2</sup>, Цапко Олексій  
Юрійович<sup>2,3</sup>, Жеребчук Діана Сергіївна<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
juriyts@ukr.net*

<sup>2</sup>*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
bondolya3@gmail.com, dianazerebcuk@gmail.com*

<sup>3</sup>*Український державний науково-дослідний інститут “Ресурс”,  
alekseytsapko@gmail.com*

Вагомою проблемою забезпечення життєдіяльності та безпечного функціонування об’єктів будівництва є розроблення, з економічної, технологічної та екологічної точок зору, вогнезахисних засобів для будівельних конструкцій, що можуть використовуватись не тільки нарівні з існуючими аналогами, але і бути високоефективними у спеціальних галузях будівництва, що уможливує запобігання виникненню техногенних аварій. В будівництві все більш інтенсивно ведеться пошук нових високоефективних будівельних матеріалів, зокрема, з деревини. Застосування у будівництві деревини має значну кількість переваг, але потребує захисту від вогню.

На сьогодні існує два способи вогнезахисту будівельних матеріалів. Перший – це просочення антипіренами, частіше за все на основі неорганічних солей, коли засіб на основі кислот, проникаючи в глибину структури матеріалу і взаємодіючи з клітчаткою, утворює комплекси, які інгібують горіння [1, 2]. Другий засіб – це нанесення на поверхню деревини покриття на органічному чи неорганічному в'язучому [3, 4]. Засіб на органічному в'язучому має підвищене димоутворення і виділення токсичних речовин, тому його використання обмежене та притаманне відкритим поверхням [5, 6]. Більш ефективними вважаються вогнезахисні покриття на неорганічному в'язучому, властивості яких вже досліджені [7, 8], але ці матеріали утворюють на поверхні жорстке покриття, яке змінює колір поверхні та під дією атмосфери втрачає адгезію та осипається [9, 10].

Метою даної роботи є оптимізація неорганічних складових вогнезахисного лаку для деревини і встановлення ефективності вогнезахисту обробленого виробу.

Для встановлення горючості деревини використовували зразки прямошарової деревини сосни розміром  $310 \times 140 \times 6$  мм, густиною  $420 \dots 470$  кг/м<sup>3</sup>. Зразки оброблювали різними композиціями, зокрема, покриття, яке утворює на поверхні безбарвну плівку та здатне під дією високої температури створити на поверхні піно коксовий захисний шар, а саме, покрівельним просочувальним розчином на основі суміші органічних і неорганічних речовин (суміш карбаміду і фосфорних кислот та природного полімеру у різних пропорціях).

Отриману масу перемішували, додавали воду 100 % і наносили на зразок деревини (рис. 1), а для дослідження впливу складу сумішей антипіренів знижували їх концентрацію до пропорції 1:1.



**Рис. 1. Модельні зразки деревини для випробувань**

Під час розробки покриття керуються необхідністю одержання ряду

властивостей, що визначають у цілому його здатність захищати від дії вогню. До числа таких властивостей відносяться: негорючість покриття, ізолюючі властивості покриття від дії тепла, ізолюючі властивості покриття від доступу повітря та полум'я від джерела запалювання. Для одержання вогнезахисного покриття, що задовольняє пред'явленим вимогам, необхідно, щоб компоненти, які входять до складу покриття відносились безпосередньо до групи негорючих, важкогорючих матеріалів або утворювали такі з'єднання в умовах нагрівання, та здатні утримуватись на поверхні виробу.

Враховуючи вище наведений механізм дії, за допомогою трьохфакторного симплекс-центрального методу планування експерименту в математичному середовищі Statistica 12, проведено оптимізацію складових вогнезахисної композиції при витраті кислоти та карбаміду.

У якості факторів варіювання були обрані: комплекс кислот, КК, %, (фактор  $X_1$ ); кількість карбаміду, К % (фактор  $X_2$ ), зміна яких наведена в табл. 1.

*Таблиця 1*

#### Фактори варіювання

Фактори	Код	Рівні варіювання		Інтервал варіювання
		Нижній -1	Верхній 1	
Комплекс кислот, КК, %	$X_1$	21	27	6
Карбамід, К, %	$X_2$	20	30	10

У якості вихідного параметру було обрано індекс горючості та втрата маси, значення яких фіксували на зразках, які піддавалися термічного впливу. Матриця планування експерименту та її математична реалізація наведена в табл. 2.

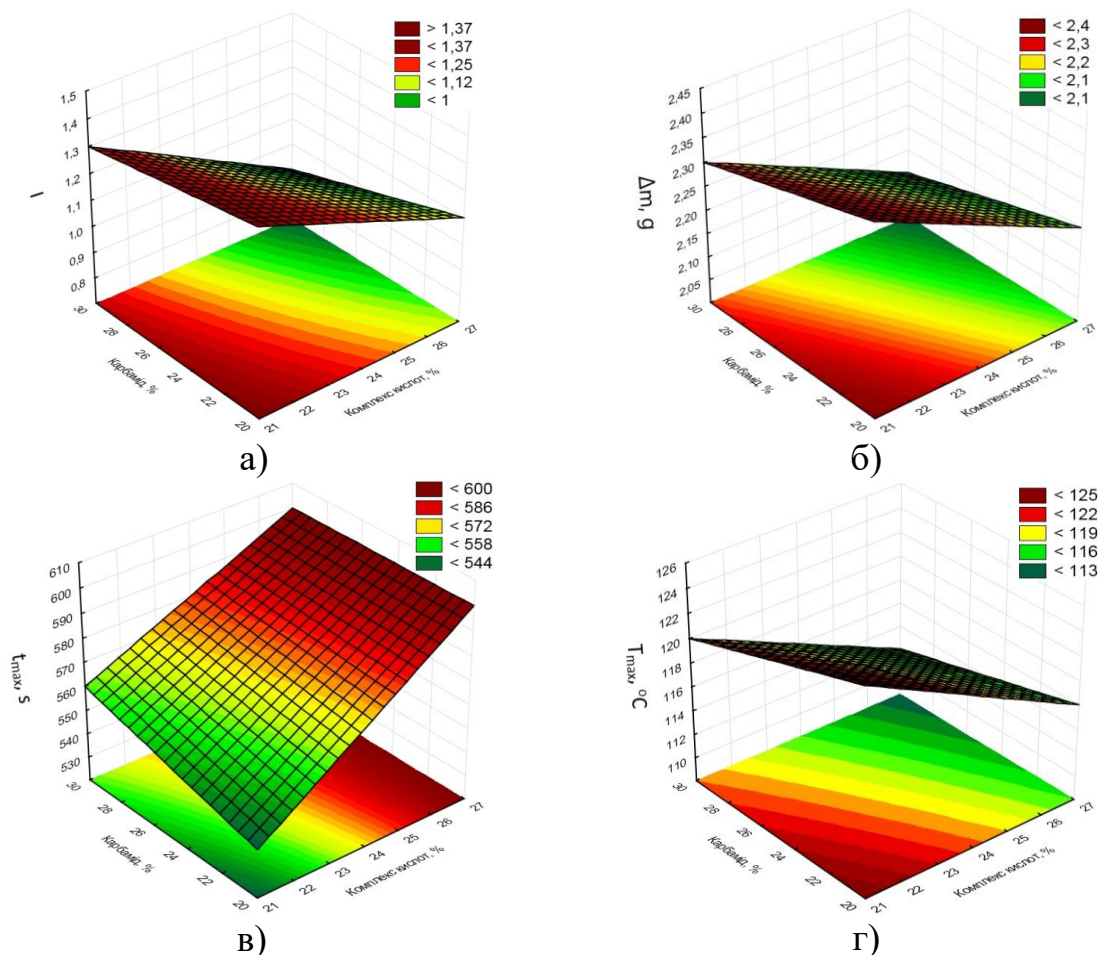
*Таблиця 2*

#### Матриця експерименту та її реалізація

№ п/п	Фактори, вигляд		Матриця планування	
	$X_1$	$X_2$	КК, %	К, %
1	-1	-1	21	20
2	1	-1	27	20
3	-1	1	21	30
4	1	1	27	30

У результаті моделювання отримані рівняння регресії та побудовані тернарні поверхні змін вихідного параметру в залежності від змін факторів варіювання (рис. 2).





**Рис. 2. Тернарні поверхні зміни складової вогнезахисної композиції після термічної дії при різних співвідношеннях кислот і карбаміду:**  
 а – індексу горючості; б – втрати маси; в – часу займання; г – максимальної температури

Рівняння регресії:

$$I = 1,95 - 0,016 X_1 + 0,025 X_2 - 0,001 X_1 X_2$$

$$\Delta m, g = 3,3 - 0,033 X_1 - 0,009 X_2 - 0,001 X_1 X_2$$

$$t_{\max, s} = 150 + 16,67 X_1 + 9,0 X_2 - 0,33 X_1 X_2$$

$$T_{\max, ^\circ C} = 173,5 - 1,83 X_1 - 0,85 X_2 + 0,0167 X_1 X_2,$$

де X<sub>1</sub> – комплекс кислот, %; X<sub>2</sub> – карбамід, %.

Аналізуючи вплив складу вогнезахисної речовини можна зробити висновок, що для забезпечення показників вогнезахисту оптимальним співвідношенням кислоти до карбаміду є 1:1, а саме введення їх у кількості: 26...27% – комплекс кислот та 28...30% – карбамід (рис. 3).

Проведені дослідження з визначення індексу горючості та максимальної температури вихідних газів з установки при термічній дії на деревину. Результати



досліджень наведено в табл. 3.

Дослідження показали, що при початковій температурі газоподібних продуктів горіння  $T=68\text{ }^{\circ}\text{C}$ , при дії радіаційної панелі на необроблений зразок він загорівся після 146 с, полум'я поширилося по всій поверхні, натомість, зразок вогнезахищений лаком не загорівся, максимальна температура становила  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Таблиця 3

**Час проходження фронтом полум'я контрольних точок**

Зразок деревини	Температура димових газів, $^{\circ}\text{C}$		Час займання, с	Час проходження фронтом полум'я ділянок зразка, с									Час досягнення $T_{\text{max}}$ димових газів, с	Довжина горіння зразка, мм	Індекс горючості	
	$T_1$	$T_{\text{max}}$		1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Необроблений	68,3	234	146	2	4	6	10							295	120	73,67
Вогнезахищений	66,9	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600	0	0

Таким чином, проведено оптимізацію неорганічних складових вогнезахисного лаку для деревини і показано, що для забезпечення показників вогнезахисту оптимальним співвідношенням кислоти до карбаміду є 1:1, а саме введення їх у кількості: 26...27% – комплекс кислот та 28...30% – карбамід. Встановлено особливості гальмування процесу займання та поширення полум'я деревини, що оброблена лаком, які полягають у декількох аспектах. Серед них утворення теплоізолювального шару коксу, який запобігає вигоранню і проходженню високої температури до матеріалу, що і підтверджується відсутністю процесу займання вогнезахищеної деревини. Це свідчить про можливість спрямованого регулювання процесами передавання високої температури до органічного матеріалу шляхом використання спеціальних покриттів для виробів з деревини.

Подальші дослідження будуть спрямовані на теоретичне та експериментальне вивчення процесів горіння матеріалів з деревини, а акож

встановлення взаємозв'язку між складовими і властивостями засобів захисту.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Tsapko Yu., Tsapko A. Establishment of the mechanism and fireproof efficiency of wood treated with an impregnating solution and coatings. *Eastern-European Journal Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 3. №10 (87). P. 50-55. <https://doi: 10.15587/1729-4061.2017.102393>.
2. Tsapko Ju., Tsapko A. Simulation of the phase transformation front advancement during the swelling of fire retardant coatings. *Eastern-European Journal Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 2. №11 (86). P. 50-55. <https://doi: 10.15587/1729-4061.2017.73542>.
3. Бут В.П., Жартовский В.М. и др. Новый подход к огнебиозащите изделий из целлюлозы. *Пожаровзрывобезопасность*. М.: ВНИИПО. 2004. Вып. 5. С. 31-32.
4. Tsapko Yu., Lomaha V., Tsapko O., Mazurchuk S., Horbachova O., Zavalov D. Determination of regularities of heat resistance under flame action on wood wall with fire-retardant varnish. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 4. № 4/10 (100). P. 37-43. <https://doi: 10.15587/1729-4061.2019.175346>.
5. Цапко Ю.В., Кравченко А.В., Кривенко П.В., Ніколаєнко М.В. Основні тенденції створення вогнезахисних спучуючих композицій для будівельних конструкцій. *Вісник ОДАБА*. 2016. Вип. 65. С. 142-147.
6. Tsapko Yu., Tsapko A., Bondarenko O. Determination of the laws of thermal resistance of wood in application of fire-retardant fabric coatings. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 2. № 2/10 (104). P. 13-18. <https://doi: 10.15587/1729-4061.2020.200467>.
7. Krivenko P.V., E.K. Pushkarjeva, M.V. Sukhanovich, Guziy S.G. Fireproof coatings on the basis of alkaline aluminum silicate systems. *Developments in Strategic Materials: Ceramic Engineering and Science Proceedings*. 2009. Vol. 29. Issue 10. P. 129-142.
8. Krivenko P., Guzii S., Kravchenko A. Protection of Timber from Combustion and Burning Using Alkaline Aluminosilicate-Based Coatings. *Advanced Materials Research*. 2013. Vol. 688. P. 3-9.
9. Tichino N.A. Features of the practical application of fire and bioprotective agents for wood impregnation. *Fire and explosion hazard of substances and materials*. 2002. Vol. 6. P. 38-43.
10. Khalili P., Tshai K.Y., Hui D., Kong I. Synergistic of ammonium polyphosphate and alumina trihydrate as fire retardants for natural fiber reinforced epoxy composites, *Composites Part B: Engineering*. 2017. Vol. 114. P. 101-110.

## THERMAL CHARACTERISTICS OF RADIATION HEATING SYSTEM

*Artem Cherednik, Yuri Burda, Yuri Pivnenko, Dymytrii Cherednik*  
*O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,*  
*artemcherednicc@gmail.com, [science.yurii.burda@gmail.com](mailto:science.yurii.burda@gmail.com),*  
*[Pivnenko.Yura@gmail.com](mailto:Pivnenko.Yura@gmail.com), [dlcherednik66@gmail.com](mailto:dlcherednik66@gmail.com)*

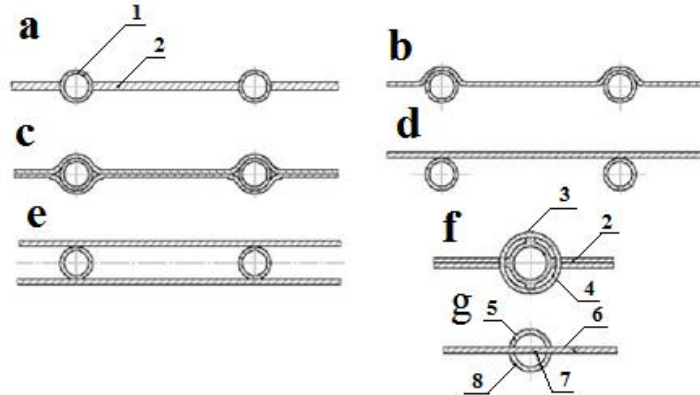
Water (vapor) radiant ceiling panels are widely used in heating systems of industrial, administrative and public, sport, shopping and entertainment buildings. The heating of warehouses, production shops and workshops of factories, railway stations, swimming pools and concert halls, where the height of buildings is more than 3 m, does not allow to use classical (traditional) water heating systems and the use of air heating is inefficient. These systems are more efficient (up to 35-40%), as compared with the air heating systems and can be used both for heating and for conditioning premises. They are characterized by high comfort and hygiene because of absence of forced air circulation and lower air temperature in the working zone [1-4]. The use of radiant heat transfer principle allows to maintain the lower air room temperature in the operating area in accordance with Standard ISO 7730, DIN EN 14037-1, -2, -3 requirements.

However, the methods of engineering design, recommendations for their location to ensure uniform heating and operation need to be clarified. One of the methods to justify the selection of a rational solution is a thermodynamic method with the determination of the minimum entropy production in the system of heating/cooling the building premises.

Radiant panels are widely used in the cooling systems of spacecraft power plants [5-8]. The methods of their calculation are developed and the optimum parameters are determined. In the work [5] the radiation heat transfer is modeled on the basis of two-dimensional equation of the rib heat-conduction in a diathermia medium. Different profiles of ribs (rectangular, trapezoidal and triangular) and the surface emissivity have been studied. The optimization of the system parameters (heat-carrier velocity, pipe diameter and number of panels) is done. Ambient temperature (outer space one) is assumed to be zero ( $T=0K$ ). In articles [5-8] the following emitter parameters: the diameter of the pipes, the material, thickness and height of the ribs and various heat-carriers are studied. Heat-carriers are hydrogen, neon and Na-K alloy; temperature range is 624-345K; rib and pipe material is aluminum-steel; aluminum-titanium; carbon-carbon; design parameters are the following: pipe diameter is from 10/12 to 18/20, the rib height is from 0.02 to 0.1m and rib thickness is 0.001m.

Figure 1 shows the constructive shapes of radiant panels. Figure (1a) is a cylindrical pipe with the attached (soldering, welding) ribs; Figure (1b) is a common rib with the cylindrical impressions, into which cylindrical pipes are stacked and

soldered; Figure (1c) is a common bilayer rib into cylindrical impressions of which the cylindrical pipes are stacked and soldered; Figure (1d) is a common rib (flat plate) with cylindrical or oval pipes unilaterally attached thereto; Figure (1e) is a pair of parallel planar common ribs, between which the cylindrical (or oval and flattened) pipes are stacked and soldered to them; Figure (1f) is a cylindrical pipe with ribs attached to it by soldering or welding and outer cylindrical screen, designed for better protection from meteor hazard; Figure (1g) is a rib which presents an effective design, i.e. the inner part of the pipe is convective and the outer part is an emitting rib.



**Fig. 1. The structural shapes of the radiating planar panel: 1 is a pipe, 2 is a rib, 3 is an inner pipe, 4 is an outer pipe (protective casing), 5 is the upper half-pipe, 6 is an emitting part of the rib, 7 is a convective part of the rib, 8 is a lower half-pipe**

The main emitting panel surface is the surface of longitudinal flat ribs, through which the major share of the radiation heat flow is emitted. The energy equation for the ribbed-surface element is as follows [3, 4]:

$$dQ = \varepsilon \sigma_0 \eta_{rib} T_r^4 dF = M c_p dT_{h.t.} \quad (1)$$

$T_r$  is rib degree temperature;  $M$  is mass flow rate of the heat transfer.

The loss of water pressure in the pipe is defined by the formula:

$$dp = \xi \frac{\rho w^2}{d_{input}} dx \quad (2)$$

The efficiency coefficient of the ribbed radiating surface is defined by the formula:

$$\eta_{rib} = 1 - \frac{F_r}{F_{rts}} (1 - \eta_r) \quad (3)$$

$\eta_r$  is rib efficiency coefficient, which is determined by the relation  $\eta_r = f(m)$ , where  $m$  is the efficiency parameter:

$$m = \frac{2\varepsilon\sigma_0 h_r^2 T_w^3}{\lambda_r \delta_r} \quad (4)$$

The temperature of the radiating pipe wall is defined by the heat-transfer equation:

$$T_w = T_{h.t.} - \frac{dQ}{\pi d_{output} dx} / \left( \frac{\alpha_f}{1 + \varepsilon_d Bi} \right) \quad (5)$$

where  $Bi = \frac{\alpha_f (d_{output} - d_{input})}{2\lambda_r}$  is the Bio criterion. The temperature at the base of the rib is determined by the heat balance equation (in the case of Fig. 1g) [6]:

$$\lambda_r f m_c (T_{h.t.} - T_w) th(m_c l_c) = 4\varepsilon\sigma_0 h_r \eta_r T_r^4 \quad (6)$$

The calculation of the radiator is reduced to the solution of the conjugate thermal-hydraulic problem, described by the equations (1-6). Radiant water panels which are used in heating systems are different from the space ones by materials and structurally, by the temperature level of heat-carriers and heat-exchange conditions, by hydraulic and operational modes. However, the available experience of creating the space cooling systems can be used at the same time. Therefore, simulation and optimization techniques of the radiant water panel parameters in the heating systems need to be clarified and improved. The problems of temperature-mode irregularity of the panel and working area heating, selecting the optimal panel location height and their surface area need examining.

## REFERENCES

1. Web site: <http://www.fraccaro.it>
2. Web site: <http://www.zehnder-systems.com>
3. Redondi G., Il riscaldamento a pannelli radiant. Costruire Impianti. 2003. №1.
4. Castiglioni R., Soffitti etravi fredde, lultima frontiera. Costruire Impianti. 2003. №1.

5. Lukashevich A.G., Mathematical Modeling of Heat Exchange in the Tubular Refrigerator-Radiator. Ph.D. diss..., Minsk, 1993.
6. Ivanov V.L. et al. Heat-Exchanger-Radiator of Heat Removal into Space, Electronic scientific and technical periodical Science and Education. 2011. №10. P. 13.
7. Kasilov P.V., Radiative-type Heat-Exchanger of Space-based Power Plant, Electronic scientific and technical periodical Science and Education. 2011. №13. P. 10.
8. Azarenkov N.A., et al., Nuclear Power. Kharkiv, KhNU V.N. Karazin, 2012.

## TRANSITION FROM NATURAL GAS TO BIOGAS

*Shakura Ivan<sup>1</sup>, Franchuk Urii<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Kyiv National University of Construction and Architecture,  
vania.shakura@gmail.com*

<sup>2</sup>*Green House LLC, vvv@zeldim.com*

Ukraine can produce up to 8 billion cubic meters of biomethane per year. This is 25% of the total consumption of natural gas in Ukraine (Fig. 1). [5]

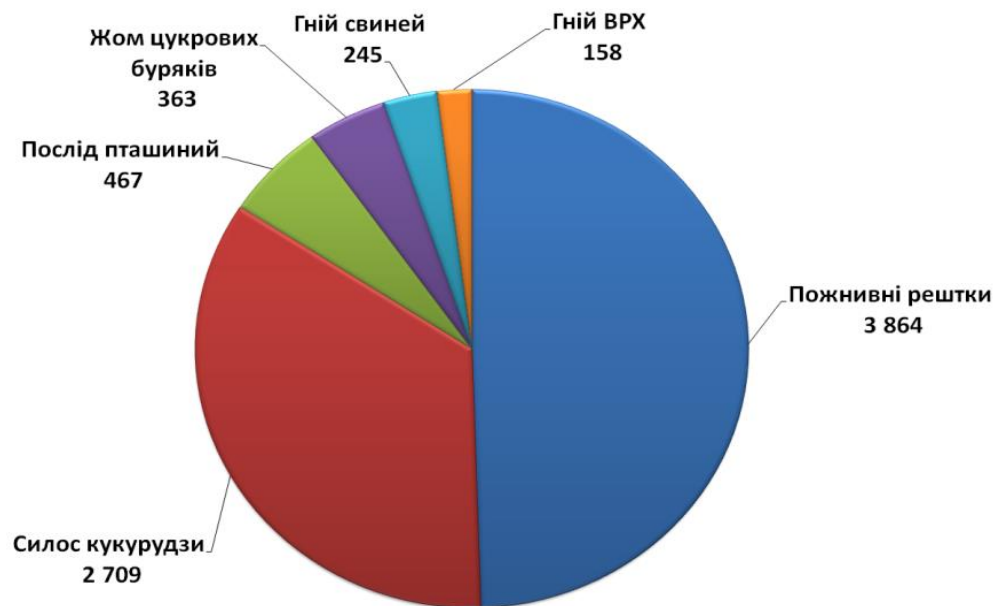


Fig. 1. The structure of the raw material base for biomethane

Taking into account the volume of our own gas production at the level of 20 billion cubic meters, while we consume 30 billion cubic meters, we need to replace another 10 billion cubic meters. Exploration reserves amount to 1.5 trillion cubic

meters, which will be enough for us for another 50 years. Biomethane can be considered the most likely substitute.

The use of biomethane together will allow Ukraine to gain energy independence. For this, it is necessary to ensure the delivery of this "green" gas to millions of consumers. That is why "Regional Gas Company" together with the Bioenergy Association of Ukraine started preparing gas distribution networks to work with biomethane.

So what is biomethane and where can you get it?

**Biomethane** is a gaseous fuel obtained from biogas, the concentration of methane in which is 95-98% [7].

Enriched biomethane is no different from natural gas, so it can be transported and used with minimal infrastructure upgrades. Biomethane has the advantages of natural gas, while remaining carbon neutral.

Raw materials for biomethane are waste from the agricultural sector and other agricultural waste and residues, Ukraine has the largest in Europe area of agricultural land, so the potential for its production is great.

We can take Sweden as an example, they started recycling garbage in 1975, and since 2005 they have been able to completely get rid of landfills and obtain useful energy. At the moment, Sweden is the leading country in this field, per year Sweden burns 7 mln. tons of garbage, receiving a fourth part from other countries. At the expense of the received energy, 1.25 million apartments are heated and 680,000 are supplied with electricity. In total, Sweden receives approximately 3 MWh per ton from waste. Sweden has shown by its own example how it is possible to significantly improve the environment in the country, become an energy-independent state and make money from it. It is not for nothing that Ukraine is called the "Green Klondike", because our country has the largest area of agricultural land in Europe, and, accordingly, one of the best potentials of agricultural raw materials for the production of biomethane in the world.

The Law "On the Natural Gas Market", which was adopted in 2015, allows biogas to be pumped into the network, but on the condition that it "according to its physical and technical characteristics corresponds to the legal acts on natural gas". However, in the current legislation of Ukraine, there is no mechanism for verifying biomethane to ensure its further supply into the gas transportation system, and there is no definition of the concept of "biomethane". It is for this reason that the Verkhovna Rada on September 9, 2021, in the first reading, supported draft law No. 5464 on the development of biomethane production. [6]

The cost of biomethane in Ukraine has long been higher than natural gas. This created barriers to market development. The increase in the price of natural gas makes it profitable to supply biomethane directly to consumers. In the future, the country will be able to gain energy independence and, in the future, receive income

from the export of biomethane.

As a big plus, it can be considered economically more profitable than natural gas; when burning biogas, the natural balance will not be disturbed because the emission of carbon into the atmosphere is minimal; does not require significant financial investments in equipment modernization.

The EU is considering an alternative to replace natural gas with hydrogen, because when burning hydrogen, which does not produce harmful emissions into the atmosphere, it can be concluded that it is more ecological than natural gas. Ukraine plans to become the main exporter of hydrogen to EU countries.

Hydrogen tests of gas networks have already been conducted in Ukraine, the experiment was conducted in five regions: Volyn, Dnipropetrovsk, Zhytomyr, Ivano-Frankivsk and Kharkiv. [8]

During the experiments, the hydrogen concentration was 99% in the closed sections of the gas pipelines. This is one of the highest indicators in Europe when testing systems designed for natural gas transportation.

Thanks to the high concentration of hydrogen, already in the first days of experiments, data was obtained that allowed specialists to adjust the equipment of gas landfills. After that, the drop in hydrogen pressure in the gas pipelines decreased by 5-6 times.

The RGK program for researching the operation of gas systems with hydrogen will be implemented in three stages, the first two are field tests with statistical and dynamic experiments at test sites. Thanks to them, the influence of gas-hydrogen mixtures on ordinary gas equipment will be determined.

The third stage is the analysis of data obtained at landfills.

Testing of gas systems with hydrogen allows to determine how worn the gas pipelines are and what chemical processes occur with the materials of the system. This brings us one step closer to introducing biogas into the gas system.

Biogas can also be used as a fuel for cars, since Ukraine has extremely limited own oil resources for obtaining gasoline and diesel fuel, the use of biogas (the production of which can be very large) as an alternative fuel is extremely important.

Biogas has an octane number of 100-110, that is, it is well suited for engines with a high compression ratio, but has a low ability to self-ignite, so biogas can be used as an alternative fuel for internal combustion engines of tractors and cars, without making significant changes to the design of the engines.

Basically, we can talk about the use of biogas in one of two combustion cycles characteristic of gas engines: in the Otto gas cycle (with spark ignition) and the gas diesel cycle (with the injection of a small dose of flammable diesel fuel).

Conventional engines that work on the Otto cycle (carburetor engines) are relatively easy to convert to biogas: it is enough just to replace the carburetor with a mixer (this is how engines of cars and small trucks are converted in some cases).



The negative side of using compressed biogas is the large specific weight of the cylinders in the total weight of the car.

Experience has shown not only the technical, but also the economic and environmental feasibility of using liquefied biogas in engines. The company "Consolidated Aircraft Corporation" (USA) conducted tests of a passenger car running on liquefied gas. A 1 m long cryogenic tank with a diameter of 38 cm and a volume of 68 liters was installed in the rear trunk of the car. The car traveled 400 km on this gas at one refueling, 440 km on gasoline. The operating pressure in the fuel system was within 0.14-0.4 MPa.

The generalization and analysis of the experience of operating gas cars shows the technical and economic feasibility of using biogas as a motor fuel.

Such an approach will allow to increase the strategic security of Ukraine from oil-supplier states, and will allow to significantly improve the environmental situation.

Ukraine is not an exception, a law was adopted in the first reading that prohibits public transport that runs on gasoline engines and internal combustion engines. According to this law, in five years, starting in 2028, regional and district centers with a population of more than 250,000 people will be required to purchase half of the new cars to replenish their fleet on electric traction, as well as on methane or hydrogen. And after two years, from January 1, 2030, it will be possible to purchase motor vehicles exclusively with such traction. However, the "transplantation" of citizens to transport that operates on ecologically clean traction is inevitable. The parliament calculated that already in 2030, a quarter of city transport will work on clean energy sources, and in 2033, the specific weight of transport on ecologically clean traction will be half of the entire car fleet in the cities of Ukraine. And starting in 2036, cities must use only such public transport for transportation.

The Bioenergy Association of Ukraine (UABIO) sent a letter to the Minister of Energy of Ukraine with the aim of creating prerequisites for the development of the biomethane market in Ukraine, where 4 proposals were made: [2]

1. To clearly define the conditions for supplying biomethane to gas networks. Set the maximum regulatory value of the molar fraction of oxygen for biomethane - 0.2 or 1% and provide that at the entry points to the gas network the molar fraction of oxygen in natural gas (except for biomethane) should be no more than 0.02%, and in biomethane - no more more than 0.2%. What will it do? It will allow biomethane producers to meet the requirements for the oxygen content of biomethane when it is supplied to gas networks.

2. Provide interpretation of the term "biomethane" in accordance with the meaning given in the Law of Ukraine "On Alternative Fuels". What will it do? It will allow to avoid an ambiguous interpretation of this term during the application of the Technical Regulation.

3. To establish the norms of the mole fraction of oxygen in biomethane at a specific point of entry, the order of its determination, as well as the operators responsible for it. What will it do? Determination of the possibility of supplying natural gas, in particular biomethane, should be carried out by the GTS/GRM Operator by modeling the impact on installations that are sensitive to a higher level of oxygen, taking into account the amount of biomethane that will be supplied to the network, the mole fraction of oxygen in it, and the amount of natural gas, which moves in the network, and the mole fraction of oxygen in it.

4. Provide that the requirements for the molar fraction of oxygen take effect from the moment of the official publication of the Technical Regulation. What will it do? It will allow potential investors in biomethane plants immediately after the entry into force of the Technical Regulation to apply to the operators of the HTS/GRS for technical conditions. Usually, the construction of biomethane plants lasts 1-1.5 years, and therefore the first supply of biomethane to the network can be expected 1.5-2 years after the publication of the Technical Regulations, accordingly, the laboratories will have time to prepare for this.

Currently, a new draft of the Technical Regulation of natural gas is being developed, where the main item can be considered the fourth, which states: "Include in the list of types of products, in respect of which state market surveillance bodies carry out state market surveillance, approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 28, 2016 No. 1069 ( Official Gazette of Ukraine, 2017, No. 50, Article 1550. [1]

## REFERENCES

1. Technical regulation of natural gas. - Access mode: [https://www.drs.gov.ua/wp-content/uploads/2021/07/dokument-7033\\_0\\_19-21.pdf](https://www.drs.gov.ua/wp-content/uploads/2021/07/dokument-7033_0_19-21.pdf). - Application date 03/21/2023

2. Bioenergy Association of Ukraine (UABIO). - Mode of access: <https://uabio.org/bioenergy-transition-in-ukraine/>. - Application date 03/21/2023

3. Code of the gas transportation system No. 1437. - Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v1437874-17#n2>. - Application date 03/21/2023

4. Use of biogas in the transport sector. - Access mode: [https://agrotimesua.translate.google.com/translate/article/realnaalternativa/?\\_x\\_tr\\_sl=uk&\\_x\\_tr\\_tl=ru&\\_x\\_tr\\_hl=ru&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://agrotimesua.translate.google.com/translate/article/realnaalternativa/?_x_tr_sl=uk&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc). - Application date 03/21/2023

5. Bioindustry of Ukraine, movement towards the EU. - Access mode: <https://interfax.com.ua/news/greendeal/785717.html>. - Application date 03/21/2023

6. On amendments to the Law of Ukraine "On Alternative Fuels" regarding the development of biomethane production No. 5464. - Access mode: [https://ips.ligazakon.net/document/view/gi05061a?an=3&ed=2021\\_04\\_29](https://ips.ligazakon.net/document/view/gi05061a?an=3&ed=2021_04_29).

Application date 03/21/2023

1. Biomethane instead of gas. - Access mode: <https://www.epravda.com.ua/projects/greendeal/2021/09/15/677735/>. - Application date 03/21/2023

2. The field of biogas in Ukraine and its prospects. - Access mode: <https://energytransition.in.ua/sfera-biohazu-v-ukraini-velyki-perspektyvy-ta-real-nist/>. - Application date 03/21/2023

## **ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ОПАЛЮВАННЯ У БУДІВНИЦТВІ**

*Шаперчук Степан Віталійович*

*ВСП «Рівненський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», [shaperchuk7stepan@gmail.com](mailto:shaperchuk7stepan@gmail.com)*

Із зростанням цін на енергоносії, питання зниження витрат на опалення будинків різного призначення стає все більш актуальним. Однією з альтернатив традиційному обладнанню для отримання енергії є водневий котел. Використання такої сучасної системи підвищить показники ефективності, економічності, екологічності у народному господарстві України. Система опалення досить проста не потребує потужної матеріально-технічної бази та висококваліфікованих кадрів для її виготовлення.

Водневе опалення приміщень на основі газу Брауна. — відмінна заміна природного газу та твердих видів палива. Середня температура згоряння палива може досягати до трьох тисяч градусів. Для технологічного процесу знадобиться особливий пальник, який буде використовуватися для таких температурних режимів.

Комплект водневого обладнання досить простий і включає в себе:

- Водневий генератор (електролізер), який буде відповідати за реакцію між воднем і киснем. Для оптимізації процесу використовуються каталізатори.
- Пальник, завдяки якому створюється полум'я, буде знаходитися в топковій камері і буде забезпечувати розігрів теплового носія в опалювальній системі.
- Котел, який виконує функцію теплообмінника.

Котли які працюють на водню часто створюються на базі твердопаливних або газових пристроїв за вказаною вище принципом. В плані економії це значно дешевше покупки заводського обладнання. Однак ніхто при цьому не дасть гарантії, що саморобний котел буде відповідати вимогам безпеки.

**В основі роботи водневої опалювальної системи лежить реакція, яка виникає при контактах молекул водню та кисню. В результаті взаємодії молекул утворюється так званий газ Брауна і виділяється значний об'єм тепла.**

Для використання на практиці спочатку виготовлялися водневі котли промислового призначення. Таке обладнання відрізняється великими габаритами, займає значні площі і має досить маленький коефіцієнт корисної дії, який не перевищує 80%. Однак технологія поступово розвивалася, і, освоївши котли промислового призначення, виробники поступово прийшли до можливості виготовлення обладнання для опалювання житлових будинків.

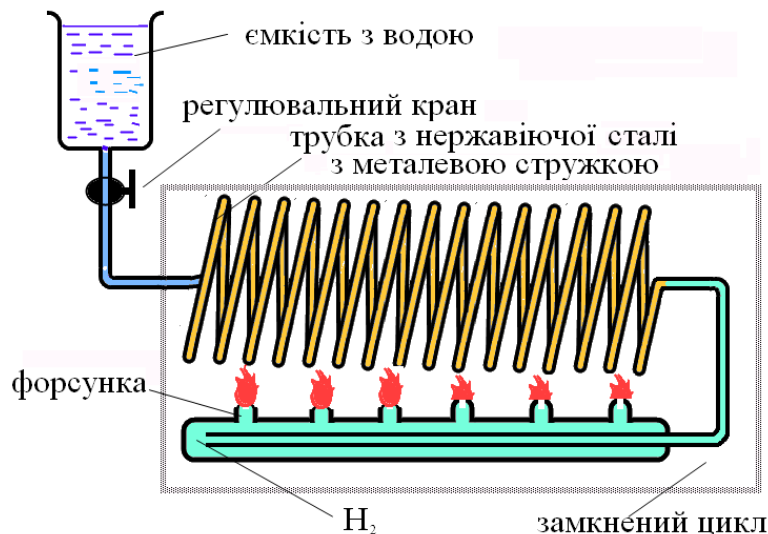
Для нормального функціонування водневої установки необхідно дотримання ряду параметрів:

- Можливість надходження води. Зазвичай це водопровідна вода, але може бути і дистильована. Показники споживання рідини залежать від потужності обладнання.

- Доступ до електроенергії. Електролізна реакція вимагає наявності електрики.

Регулярна заміна каталізатора. Періодичність залежить від модифікації та потужності котла.

На відміну від заводських моделей, в пристроях, зроблених своїми руками, є небезпека витоків вибухонебезпечного газу Брауна. Тому саморобні котли вимагають особливого підходу до забезпечення техніки безпеки. Принцип роботи водневого генератора тепла представлений на рисунку (рис.1).



**Рис 1. Принципова схема водневого генератора тепла**

До достоїнств обладнання на газ Брауна належать такі якості:

- безмежні запаси палива, оскільки в його якості виступає звичайна вода;
- незначне споживання електрики (наприклад, для апарату потужністю 30 кВт досить 0,33 кВт/год);
- екологічність робочого процесу — відсутні шкідливі викиди, а єдиним виділенням є водяна пара.

На сьогоднішній день, використання водневого обладнання, виробленого промисловим способом, є екологічним, економічно доцільним і найголовніше, доступним кожному. Дане обладнання відрізняється високими стандартами безпеки, воно, навіть, менш небезпечне в експлуатації, ніж котли на твердому паливі і газі. Всі процеси в водневому апараті відбуваються всередині обладнання, а тобто, споживачеві залишається тільки контролювати робочі параметри системи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Титаренко М.В. Електротехніка. — К. : Кондор 2004.
2. Касаткін А.Г. Основні процеси та апарати хімічної технології. – К. : Хімія, 2001. 411 с.
3. Дитнерській Ю.І. Процеси і апарати хімічної технології: Підручник для вузів. Гідромеханічні процеси і апарати. - К.: Хімія, 2005, 125 с..
4. Андріяш В. Державна етнополітика України в умовах глобалізації. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 328 с.

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА

*Шаповал Степан Петрович<sup>1</sup>, Желих Василь Михайлович<sup>1</sup>,  
Приймак Олександр Вікторович<sup>2</sup>, Гулай Богдан Іванович<sup>1</sup>,  
Клименко Ганна Михайлівна<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

<sup>2</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури

Сьогодні, важливим завданням є підвищення енергоефективності будівель [1, 4], а також їх теплозабезпечення за рахунок використання відновлювальних джерел енергії [2], зокрема сонячної. Для зеленого будівництва перспективним є застосування систем сонячного теплопостачання елементи яких інтегровані в конструкції зовнішніх огорожень будівель [3]. Тому було проведено дослідження теплофізичних характеристик запропонованих інтегрованих геліоколекторів у зовнішні захищення

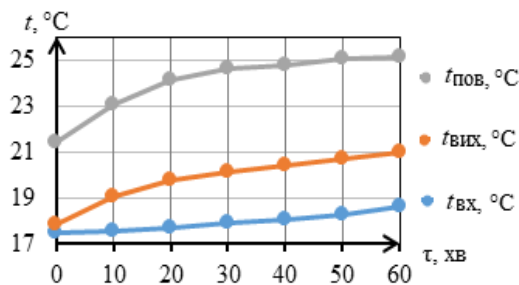
енергоєфективних будівель, зокрема геліоколектора, елементи якого інтегровані у конструкції вікна – геліовікна.

Експериментальні дослідження теплової ефективності геліовікна із теплопоглиначем у вигляді змійовика, що містився всередині, проводилися з метою встановлення його теплових характеристик. Для ефективного проведення досліджень, було складено матрицю планування експериментів, яка враховувала ефект взаємодії між факторами. Результати досліджень за інтенсивності випромінювання  $I_B = 300 \text{ Вт/м}^2$  зображено на рис.1.

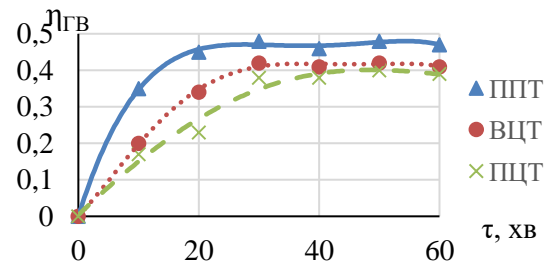
З рис.1 видно, що температура на виході з геліовікна становила, відповідно, 17,8 та 21,0 °С, а температура теплоносія на виході, в кінці досліду зросла на 12,7 % відносно вхідної.

На рис. 2 показано узагальнені дані зміни коефіцієнта корисної дії  $\eta_{ГВ}$  геліовікна упродовж часу експерименту залежно від режиму руху теплоносія.

На рис 2 зображено зміну коефіцієнта корисної дії геліовікна упродовж експерименту без жалюзі за густини потоку випромінювання  $300 \text{ Вт/м}^2$ . Упродовж експерименту середнє значення коефіцієнта корисної дії становило 47 %.



**Рис.1. Температура теплоносія у вхідному  $t_{вх}$ , та вихідному патрубках геліовікна  $t_{вих}$ , та температури повітря оточуючого середовища  $t_{пов}$ , за  $I_B = 300 \text{ Вт/м}^2$**



**Рис 2. Зміна ККД геліовікна  $\eta_{ГВ}$  упродовж експерименту залежно від режиму руху теплоносія: ППТ; ВЦТ; ПЦТ – пряма подача, вимушена і природна циркуляція теплоносія, відповідно**

Подальші дослідження теплової ефективності геліовікна проведені для його конструкції із змійовиком та жалюзі. Упродовж досліджень змінювався кут відкриття жалюзі, який становив 0° (закриті); 45°, 90° (відкриті) градусів, відповідно. (рис 3).

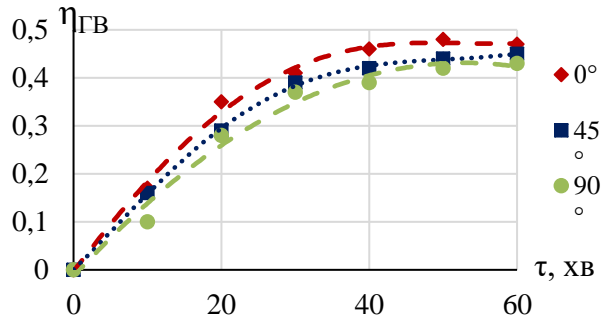


Рис. 3. Зміна ККД  $\eta_{ГВ}$  геліовікна упродовж експерименту залежно від кута відкриття жалюзі

Вище наведені експериментальні дослідження теплової ефективності геліовікна з змійовиком та жалюзі за режиму вимушеної циркуляції теплоносія, за густини потоку випромінювання  $300 \text{ Вт/м}^2$  та із закритими жалюзі показали, що за 10 хвилини ККД у середньому зріс до 15 % і упродовж наступного часу експерименту поступово досягнув 45 %. Дослідження показали, що ефективність геліовікна із закритими жалюзі на 10–15% більша.

Миттєва теплова потужності геліовікна з орербеним теплообмінником у верхній частині, без жалюзі, за густини потоку випромінювання  $900 \text{ Вт/м}^2$ , упродовж 20 хв зростає до  $475 \text{ Вт/м}^2$ , а до завершення експерименту її значення становило  $580 \text{ Вт/м}^2$ . ККД геліовікна упродовж перших 20 хв досяг в середньому позначки 30%, протягом подальшого експерименту він зріс до 40% за наявності закритих жалюзі.

Наступним етапом було проведення досліджень щодо визначення теплової ефективності геліовікна з теплообмінником та жалюзі. Усереднена температура теплоносія в тепловому акумуляторі упродовж експерименту зростає на  $13,6 \text{ }^\circ\text{C}$ .

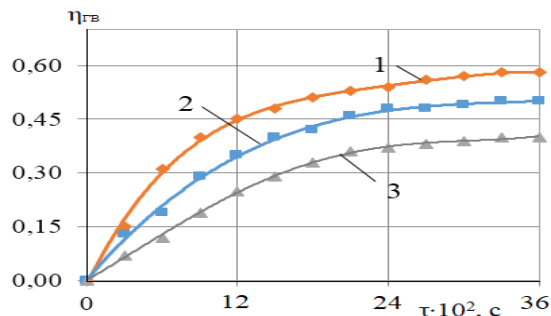


Рис. 4. Зміна ККД геліовікна  $\eta_{ГВ}$  упродовж експерименту за густини потоку випромінювання  $I_v$ : 1 –  $300 \text{ Вт/м}^2$ ; 2 –  $600 \text{ Вт/м}^2$ ; 3 –  $900 \text{ Вт/м}^2$

Далі проводились дослідження теплової ефективності геліовікна з теплообмінником та вентилятором, що створював вимушену циркуляцію

повітряного потоку через оребрений теплообмінник. На рис. 4 зображено зміну питомої миттєвої теплової потужності геліовікна в режимі природної циркуляції теплоносія упродовж експерименту, при густині випромінювання 900 Вт/м<sup>2</sup>. Після стабілізації теплових процесів миттєва потужність змінювалась незначно і становила 439 Вт/м<sup>2</sup>.

Після виходу установки на робочий режим (20 хв) ККД геліовікна змінювався незначно і становив у середньому 54 %.

Дослідження запропонованих конструкцій геліовікна показали, що його ККД досягало 50%. Крім того, встановлено, що наявність жалюзі збільшувала ККД геліовікна з оребреним ТО на 7 – 11 %. Ці результати показали перспективність подальших досліджень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Energy in buildings and communities programme. Towards Net Zero Energy Solar Buildings / Energy in buildings and communities programme (with Participating countries). // EBC Executive Committee Support Services Unit AECOM Ltd. – 2014. – №40.

2. Mysak, Y., Pona, O., Shapoval, S., Kuznetsova, M., Kovalenko, T. (2017) Evaluation of energy efficiency of solar roofing using mathematical and experimental research. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(8-87), 26-32. doi: 10.15587/1729-4061.2017.103853.

3. Venhryn, I., Shapoval, S., Voznyak, O., Datsko, O., Gulai, B. (2021) Modelling of optical characteristics of the Thermal Photovoltaic Hybrid Solar Collector. International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, 1, 255-258.

4. Energy Policy of Poland until 2040. Appendix 2. Conclusions from forecast analyses for the energy sector. Ministry of Climate and Environment.

## ШЛЯХИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ В «ЗЕЛЕНОМУ БУДІВНИЦТВІ»

**Уряднікова Інга Вікторівна<sup>1</sup>, Петренко Олексій Сергійович<sup>2</sup>, Любенко Володимир Володимирович<sup>3</sup>**

*Київський національний університет будівництва і архітектури,  
[uriadnikova\\_iv-2022@knuba.edu.ua](mailto:uriadnikova_iv-2022@knuba.edu.ua)<sup>1</sup>, [petrenko.os@knuba.edu.ua](mailto:petrenko.os@knuba.edu.ua)<sup>2</sup>,  
[liubenko.vv@knuba.edu.ua](mailto:liubenko.vv@knuba.edu.ua)<sup>3</sup>*

У «зеленому будівництві» водопостачання вважається одним із ключових елементів екологічної якості будівлі. Основна мета полягає в забезпеченні



ефективного використання води, зменшенні витрат води та зменшенні відходів.

Для досягнення цієї мети використовуються різноманітні технології і стратегії, такі як:

- використання ефективних систем зберігання та перерозподілу води, таких як збір води з дахів та поверхневих вод і очистка її на місці для використання в будівлі;

- встановлення ефективних систем знезараження води, які дозволяють використовувати воду для різноманітних потреб будівлі без шкоди для здоров'я користувачів;

- використання ефективних систем орошення та зрошення, що дозволяють зменшити витрати води на ландшафтний дизайн та догляд за ним;

- використання ефективних систем управління водними ресурсами, таких як моніторинг та управління споживанням води у реальному часі.

Крім того, «зелене будівництво» спрямовує зусилля на підвищення свідомості про ефективне використання води серед користувачів будівлі та створення різноманітних освітніх програм з цієї теми. Такі заходи можуть допомогти зменшити витрати води та сприяти створенню більш сталого та екологічного житлового середовища.

У галузі «зеленого будівництва» застосовуються різноманітні методи та технології для ефективного зберігання та перерозподілу води, серед яких можна відзначити наступні.

**1. Збір дощової води.** Збір дощової води може здійснюватися з дахів та поверхневих вод. Потім вода перенаправляється до систем зберігання, де її можна використовувати для поливу рослин, технічних та інших господарських потреб. Збір дощової води є ефективним способом зменшення використання питної води в будівлях. Оскільки дощова вода є безкоштовною та легко доступною, її можна використовувати для різних потреб без зайвих витрат.

Щоб збирати дощову воду з дахів, необхідно встановити систему збору води, яка складається з невеликих труб та лійок, які збирають воду з даху та перенаправляють її до збірного бака або резервуару. Розмір збірного бака залежить від площі даху та кількості дощу, що випадає в даній місцевості. Ця система складається з каналізаційних труб, які збирають воду з поверхні та перенаправляють її до збірного бака або резервуару після чого зібрана дощова вода може бути використана для будь-яких інших господарських потреб. Однак, важливо пам'ятати, що зібрана дощова вода не є питною водою та не може використовуватися для людей або тварин. Збір дощової води є ефективним способом зменшення використання питної води в будівлях та

зниження витрат на водопостачання. Використання дощової води також сприяє зменшенню забруднення води.

**2. Гаряча вода з використанням сонячних колекторів.** Сонячні колектори - це пристрій для збору теплової енергії сонця і передачі її теплоносію. Система сонячних колекторів складається з плоских або вакуумних трубчастих колекторів, які збирають енергію сонця та перетворюють її на тепло. Після цього тепло передається до води в бойлері, де вода нагрівається та зберігається для подальшого використання. Зазвичай застосовуються для потреб гарячого водопостачання та опалення приміщень, що дозволяє значно зменшити використання газу або електроенергії для нагрівання води, а гаряча вода з використанням сонячних колекторів є екологічною та економічно вигідною альтернативою традиційному нагріванню води за допомогою газу або електроенергії. Гаряча вода з використанням сонячних колекторів є безкоштовною та незалежною від паливних ресурсів. Це дозволяє значно зменшити витрати на енергію та знизити викиди CO<sub>2</sub> в атмосферу, що є корисним для довкілля.

Однак, важливо враховувати, що ефективність системи залежить від кількості сонячної енергії, що може бути зібрана. Це може бути проблемою в областях з низьким рівнем сонячної активності або в зимовий період, коли дні коротші та менше сонячної енергії може бути зібрано. Також, важливо враховувати витрати на установку та обслуговування системи сонячних колекторів, що можуть бути досить високими.

**3. Очищення стічних вод.** Системи очистки стічних вод можуть використовуватися для очищення води, яку використовують в будівлі. Очищена вода може бути використана для різних цілей, таких як поливка рослин, наповнення водойм, систем опалення та охолодження, промислових процесів та інших технічних потреб. Системи очистки стічних вод є одним з ефективних рішень для зменшення використання питної води в «зеленому будівництві». Системи очищення води відрізняються між собою за конструкцією, характеристиками, ефективністю у видаленні домішок, а також за ціною та експлуатаційними вимогами. Після очищення, вода може бути використана для різних господарських потреб, які не потребують використання питної води. Однак, слід зазначити, що така система повинна належно підтримуватись відповідно до державних стандартів, щоб уникнути забруднення довкілля і захворювання людей.

**4. Зберігання води в підземних водонапірних баках або резервуарах.** Підземні водонапірні баки або резервуари можуть використовуватися для зберігання великої кількості води, які потім можуть бути використані як

регулюючи ємності для зберіганням протипожежних та аварійних запасів води. Зберігання води в підземних водонапірних баках або резервуарах є одним з ефективних методів збереження води в «зеленому будівництві». Ці баки можуть зберігати значну кількість питної води, а також води, яка може бути використана для господарських потреб, для збереження води в періоди, коли доступ до води обмежений, наприклад, в періоди посухи або низького рівня ґрунтових вод. Однак, важливо враховувати, що у баках або резервуарах, що зберігають питну воду, необхідно передбачити циркуляцію води і обмін всієї води протягом 5 діб. Крім того, слід враховувати, що встановлення підземних водонапірних баків і резервуарів може вимагати суттєвих економічних витрат при їх побудові та обслуговуванні.

**5. Системи збереження води для охолодження.** Деякі системи кондиціонування повітря можуть використовувати воду для охолодження, що дозволяє зменшити використання електроенергії. Так, існують різні системи збереження води для охолодження в «зеленому будівництві» і одним з прикладів є використання водних охолоджувачів, де вода використовується для охолодження повітря в системі кондиціонування. Після цього охолоджена вода може бути повторно використана, замість того, щоб відводитися в каналізацію. Це дозволяє зменшити використання електроенергії для охолодження, а також зменшити витрати води. Крім того, вода, яка використовується для охолодження, може бути піддана додатковій обробці, наприклад, через системи очистки стічних вод, щоб збільшити її ефективне використання та знизити витрати води в будівлі.

Таким чином, можна стверджувати, що ефективність водопостачання в «зеленому будівництві» буде залежати від:

- розроблення та використання ефективних систем збереження та перерозподілу води, які дозволяють ефективно використовувати воду та зменшувати витрати;

- використання технологій збереження води, а саме збирання дощової води, гарячої води з використанням сонячних колекторів, переробки стічних вод, зберігання води в підземних водонапірних баках та систем збереження води для охолодження;

- використання інноваційних технологій очищення води, що дозволить ефективно та економічне використання водних ресурсів, а також знизити витрати на енергію та оплату водопостачання у майбутньому;

- відповідності будівельних матеріалів та конструкцій екологічним вимогам та європейським стандартам, що забезпечують ефективне використання води та зменшення її витрат;

- систематичного контролю використання води та постійного вдосконалення технологій збереження та перерозподілу води;

- сприяння усвідомленню громадськістю важливості збереження та раціонального використання води в зеленому будівництві.

## **ЕФЕКТИВНЕ ПІСЛЯВОЄННЕ БУДІВНИЦТВО В КОНЦЕПЦІЇ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА**

*Калашнікова Катерина Максимівна, Федотова Надія Юрївна  
Київський національний університет будівництва і архітектури*

Повномасштабна агресія російської федерації проти України, що почалась 24 лютого 2022 року, призводить до нищівних руйнувань по всій території України. Значна кількість населених пунктів, промислових об'єктів, об'єктів транспортної, житлової та енергетичної інфраструктури повністю знищені. Війна продовжує завдавати значної шкоди довкіллю України. Україна та її міжнародні партнери вже почали формувати бачення повоєнного відновлення України. Відбувається активний діалог як всередині країни, так і на міжнародному рівні. Масштаб заходів з повоєнного відновлення є безпрецедентним з часів II Світової війни, а їх реалізація матиме значний вплив на середньо- та довгостроковий розвиток України та всього регіону. Ця аналітична записка пропонує бачення (візію) зеленого повоєнного відновлення України від наслідків російсько-української війни. Для цілей дослідження ми поставили перед собою таке запитання:

“Як зробити так, щоб повоєнне відновлення України сприяло сталому (зеленому) розвитку?”

### **Нові стандарти**

У 2020-2021 рр. з нашою участю було розроблено, а у 2022 році – випущено [ДСТУ 9171:2021](#) «Настанова щодо забезпечення збалансованого використання природних ресурсів під час проєктування споруд». У ньому затверджене повторне використання та вторинне перероблення матеріалів і виробів на рівні не менше 70%, що є частиною виконання угоди з ЄС.

У ДСТУ 9171 запропоновано **три типи архітектурно-будівельних систем (АБС)**: оптимальна, раціональна та критична. Ключові відмінності між типами АБС – тривалість строку експлуатації, можливість заміни архітектурно-планувальних рішень (перегородок) і огорожувальних конструкцій протягом

життєвого циклу та їх живучість. На жаль, надзвичайні випадки із будівлями, особливо спричинені військовими подіями, показали вразливість критичних АБС, таких як залізобетонні панельні будинки до прогресуючого руйнування. Фактично, для багатьох із них не працює і «правило двох стін», що мало б дати хоча б невеликий захист мешканцям при раптових обстрілах. Тому від панельних вирішень в подальшому слід повністю відмовитися.

Також у ДСТУ описано **критерії раціонального використання природних ресурсів** при реконструкції АБС та методи зниження фінансових витрат на утримання будівель, наведено методика врахування екологічної ефективності використання будівельних матеріалів під час проєктування на різних рівнях аналізу, а також методика визначення ефектів від впровадження заходів зі збалансованого використання природних ресурсів.

### **Життєвий цикл**

Економічний критерій вибору форми будівлі повинен бути всеосяжним і враховувати всі компоненти його життєвого циклу, використовуючи принцип мінімізації його підсумкової вартості. При цьому розрізняють вартість власне життєвого циклу будівлі (LCC) і вартість повного життя будівлі (Whole Life Cycle Costing). Розрахунки LCA та LCCA життєвого циклу дозволяють оцінити доцільність відновлення будівель. Відомо, що питома доля вартості витрат укрупнених фаз життєвого циклу будівлі складає 12,6% для фази зведення, а для фази експлуатації – 85,4%. В той же час ключові архітектурно-планувальні та конструктивні рішення, які впливатимуть на викиди і витрати ЖЦ – закладаються саме на етапах планування і проєктування.

У світі останнім часом шириться концепція мислення життєвого циклу (Life cycle thinking). Це процес врахування при ухваленні рішень прогнозованих обсягів споживання ресурсів, навантажень на довкілля і людину, пов'язаних з повним життєвим циклом продукту. Згідно з нею, соціально-економічний ефект від реалізації проєкту може бути також порахований, як уникнення збитків та економія витрат, пов'язаних зі зменшенням імовірності негативних наслідків для підприємства і держави в цілому, у зв'язку із відшкодуванням втрат працездатності, відрахуваннями на компенсацію збитків і недоотриманого ВВП, або ж навпаки у формі додаткової генерації ВВП. Наприклад, збільшення термінів будівництва через непродуману логістику або велику вагу матеріалів, що постачаються на майданчик веде до непродуктивних витрат, зменшуючи питомі показники ВВП, а інтенсифікація і оптимізація процесів та конструкцій – збільшує питомі показники ВВП. З іншої сторони, ВВП наразі не розглядається як абсолютна міра успішності і добробуту людства, а загальне зростання економіки – обмежене спроможністю екосистем та вичерпністю ресурсів. Для будівель мислення життєвого циклу включає врахування потреб в адаптації до змін клімату на етапі планування будівництва.

## ***Основні принципи***

Отже, можна виділити принципи, яким має бути відновлене будівництво, щоб відповідати принципам циркулярної економіки:

**1. Оптимізовані проєктні рішення.** Це означає значне залучення відходів, здатність до реконструкції, добудови, зміни функціоналу будівлі; екологічні паспорти продукції та сценарії реутилізації, рішення і матеріали безпечні для довкілля; висока заводська готовність, модульність та уніфікація конструкцій, сумісність і взаємозамінність при використанні за необхідності для іншого призначення.

**2. Екологічний видобуток, циркулярна металургійна та виробнича галузь.** Ми маємо шанс відновити металургію в екологічному форматі, з використанням переважно місцевої сировини і матеріалів, застосуванням низькоемісійної логістики, значного вмісту брухту. Нам потрібна нова екологічна металургія.

**3. Високий відсоток повторного використання елементів, решток руйнацій.** Відходи від військової руйнації відрізняються від будівельних відходів – окремо всі ці залишки могли б бути використані, але в наявному стані вони перемішані і потребують дуже ретельного сортування. Сталь не є екологічною сама по собі. Вона стає такою при повторному використанні. Значну частину руйнацій будівель складають металеві відходи, особливо на об'єктах промисловості. Окрім сировинної бази в якості металобрухту, готові сталеві елементи можуть бути використані в нових будівлях та при ремонті існуючих. У деяких випадках цілі будівлі зі сталевим каркасом можуть бути переміщені в нові більш прийнятні місця.

**4. Інформація про сталість компонентів, бази даних та інструменти оцінки доступні учасникам ринку.** Введення в Україні обов'язкової екологічної сертифікації будівельної продукції, як Environment Product Declaration (EPD), може дозволити диверсифікувати оподаткування, а споживач матиме відкриту інформацію про «екологічний слід» товару, що дасть змогу йому вибирати усвідомлено, відстежувати продукти із запланованим дочасним старінням.

**5. Моделі оцінки рішень ґрунтуються на екологічному і економічному аналізі життєвого циклу (ЖЦ).** У рішеннях слід оптимізувати ключові компоненти в результаті аналізу ЖЦ на всіх етапах; передбачені довговічні, економічні та екологічні за критеріями ЖЦ рішення; є системи сертифікації будівель, які стимулюють до використання екоматеріалів, регуляторні і фіскальні інструменти пов'язані із приєднаними викидами протягом ЖЦ, що стимулює замовника використовувати сертифіковані екоматеріали, і є контроль рішень.

**6. Стійкість будівель і споруд до зовнішніх дій та надійність рішень забезпечують довговічність експлуатації.** У каркасах будівель має бути забезпечена одинична живучість за рахунок багатов'язності, відсутності ключових уразливих місць, організації простору тощо; досягнуто прийнятного рівня цивільної

безпеки і сталості водночас. Це вкрай важливо супроти перманентних військових загроз.

**7. Рішення полегшують ремонти, реконструкцію, перенесення на нове місце і зрештою, демонтаж, реутилізацію, і відновлення екосистеми.** У будівлях має бути мінімізоване монтажне зварювання; передбачена доступність заміни елементів в кінці життєвого циклу; фізична можливість повторного використання елементів або цілих будівель чи каркасів в кінці експлуатації, перенесення будівлі на нове місце із мінімальними витратами. Реновації, надбудови і перебудови, ремонти та переоснащення мереж, зміна призначення мають бути відносно легкі, а залучення тимчасових елементів – мінімізовано, або ж вони повинні мати високий ступінь повторного використання, чи включені потім у постійне використання в будівлі і не виїжджати з майданчика. Переважно локальне походження ресурсів та розташування місць утилізації відходів на відносно недалекох відстанях значно підвищують сталість будівель.

У європейській практиці Одним із прикладів успішного проекту післявоєнної реконструкції, який включав принципи екологічного будівництва, є місто Мехелен, Бельгія. Після серйозних пошкоджень під час Другої світової війни місто було відбудовано з акцентом на екологічний дизайн. Це включало використання відновлюваних матеріалів, таких як дерево та бамбук, а також встановлення зелених дахів і стін, щоб допомогти регулювати температуру та зменшити споживання енергії. В результаті цих зусиль Мехелен став зразком сталого розвитку міст і отримав численні нагороди та визнання за свої екологічні ініціативи. Іншим прикладом успішної післявоєнної реконструкції за принципами зеленого будівництва є місто Фрайбург, Німеччина. Після серйозних руйнувань під час Другої світової війни місто було відбудовано з акцентом на сталість, включаючи використання пасивної сонячної конструкції, енергоефективного освітлення та приладів, а також зелених дахів і стін. Сьогодні Фрайбург є лідером у сфері сталого розвитку міст і став зразком для інших міст світу.

Підсумовуючи, ефективне післявоєнне будівництво та зелене будівництво є важливими міркуваннями для відновлення після війни. Впроваджуючи принципи сталого проектування в процес будівництва, ми можемо створювати будівлі, які є екологічно чистими, економічно ефективними та зручними для мешканців. Приклади успішних післявоєнних проектів реконструкції в Малині та Фрайбурзі демонструють, що екологічний дизайн не тільки можливий, але й бажаний і корисний як для навколишнього середовища, так і для суспільства в цілому.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2022/08/green\\_recovery.pdf](https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2022/08/green_recovery.pdf)

2. Електронний ресурс. Режим доступу:  
<https://gmk.center/ua/opinion/pislyavoienne-vidnovlennya-ukraini-maie-buti-zelenim-ta-stalevim/>

3. Електронний ресурс. Режим доступу:  
[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11736/Sustainable\\_Post-Conflict\\_Reconstruction\\_A\\_UNEP\\_](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11736/Sustainable_Post-Conflict_Reconstruction_A_UNEP_)

*Науковий керівник: Гончаренко Артем Вадимович*