

АНАЛІЗ МІЖНАРОДНИХ ПРАКТИК ОБЛАШТУВАННЯ СХОВИЩ ТА УКРИТТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Проведено аналіз практик оснащення сховищ та укриттів у країнах Швейцарія, Ізраїль, США, Південна Корея, Україна та визначено переваги та недоліки цих систем. Наведено дослідження забезпечення мікроклімату сховищ та укриттів у різних країнах. За результатами аналізу, встановлено що інтеграція сучасних технологій та міжнародних стандартів у системи забезпечення мікроклімату укриттів може суттєво підвищити рівень безпеки та комфорту населення в Україні.

Ключові слова: цивільний захист, сховище, укриття; захисні споруди, системи вентиляції; фільтрація повітря.

Abstract The article analyses the practices of equipping bomb shelters and shelters in Switzerland, Israel, the USA, South Korea, and Ukraine and identifies the advantages and disadvantages of these systems. The analysis shows that the integration of modern technologies and international standards into the microclimate systems of shelters can significantly increase the level of safety and comfort of the population in Ukraine.

Keywords: civil protection, bomb shelter, shelters; requirements, ventilation and air filtration systems

Вступ

Повномасштабна війна призвела до масованих ракетних атак, що висвітлило критичну потребу ефективних безпекових засобів захисту населення. Питання безпеки населення вирішується шляхом врахуванням безпекової ситуації при проектуванні та будівництві будівель [1], а також шляхом будівництва ефективних бомбосховищ і укриттів [2]. Довгий час система бомбосховищ і укриттів в Україні була застарілою та неготовою до сучасних викликів. Імпровізовані укриття (метро, підвали, паркінги) та існуючі бомбосховища стали основними місцями для захисту населення. Основні положення щодо проектування захисних споруд цивільного захисту визначені у державних будівельних нормах ДБН В.2.2.-5:2023 [3] та Кодексі цивільного захисту України [4].

Мета дослідження: провести комплексний аналіз світових практик оснащення бомбосховищ та укриття, для подальшого врахування міжнародних стандартів при розробці систем забезпечення мікроклімату у приміщеннях споруд цивільного захисту населення.

Результати досліджень

Згідно ДБН В.2.2.-5:2023 [3] захисні споруди цивільного захисту та споруди подвійного призначення проектуються та будуються таким чином, щоб протягом певного часу (до 48 годин) створити належні умови для перебування людей, що підлягають укриттю, та забезпечити відповідний ступінь їх захисту від прогнозованих впливів небезпечних чинників, які можуть виникнути як складова частина небезпечних явищ надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів.

При проведенні дослідження для аналізу підходів до облаштування укриттів та сховищ, використано досвіди країн, які використовували, будували чи модернізували укриття в часи другої світової війни, дій військових режимів, «холодної війни» та переоблаштовували, змінювали функції чи переобладнували їх у мирний час після зникнення прямих воєнних загроз, а саме країн: Швейцарія, Ізраїль, США, Південна Корея, Україна.

Оснащення сховищ та укриттів базується на принципах забезпечення базових потреб людини під час надзвичайних ситуацій, тому відповідно включають вимоги до:

- систем вентиляції та фільтрації повітря;

- теплового комфорту та енергоефективності;
- водопостачання та каналізації;
- засобів аварійного освітлення та електропостачання;
- психологічного комфорт та організації простору.

Ключові особливості та практики оснащення сховищ у різних країнах, з порівнянням їх переваги та недоліків представлено у табличній формі (табл. 1).

Таблиця 1 – Світові практики оснащення сховищ і укриттів

Країна	Особливості укриттів	Переваги	Недоліки
Швейцарія	Обов'язкові укриття в кожному будинку, стандарти безпеки.	Висока готовність, індивідуальне оснащення кожного укриття.	Висока вартість утримання.
Ізраїль	"Безпечні кімнати" у житлових будинках, сучасні технології.	Швидкий доступ, інтеграція з повсякденним життям.	Обмеженість простору, витрати на будівництво.
США	Спеціалізовані притулки (школи, лікарні), підземні сховища.	Розширена інфраструктура укриттів.	Обмежена кількість доступних сховищ.
Південна Корея	Підземні паркінги та метро, оснащені системами фільтрації.	Використання існуючої інфраструктури.	Залежність від доступності громадських об'єктів.
Україна (після 2022)	Реконструкція старих укриттів, залучення приватного сектору.	Масштабний пошук альтернатив (цокольні поверхи, метро).	Нерівномірність доступу, застарілість частини укриттів.

Країни Швейцарія, Ізраїль мають розвинену систему укриттів. Швейцарія виділяється зобов'язанням створювати сховища в кожному будинку. Це забезпечує високу готовність до надзвичайних ситуацій, але вимагає значних фінансових ресурсів. Ізраїль робить акцент на мобільності й інтеграції безпечних зон у житлові будинки, що скорочує час доступу до укриття під час небезпеки. США оснащують спеціалізовані притулки в громадських установах, але їхня кількість є обмеженою. Південна Корея використовує багатофункціональні підземні простори (паркінги, метро) як укриття, що оптимізує інфраструктуру.

Основними елементами міжнародних стандартів у систему цивільного захисту є:

- системи вентиляції та очищення повітря (фільтри HEPA для очищення від мікрочастинок; установки для знезараження повітря від біологічних та хімічних загроз);
- контроль температури і вологості (використання автоматизованих систем моніторингу та регулювання; збереження теплового балансу за допомогою теплоізоляційних матеріалів).
- автономне енергозабезпечення (використання генераторів на основі відновлюваних джерел енергії; забезпечення аварійного освітлення із застосуванням LED-технологій);
- комфорт для перебування (ергономічне планування внутрішніх приміщень; наявність окремих зон для сну, харчування, медичної допомоги).

Аналіз особливостей влаштування інженерних систем в даних спорудах, зокрема систем вентиляції, надання рекомендацій щодо окремих випадків влаштування систем вентиляції та кондиціонування є важливим та актуальним [7]. Аналіз ключових підходів до забезпечення мікроклімату в сховищах Швейцарії, Ізраїлю, США, Південної Кореї, Німеччини систематизовано у таблиці 2. Розглянуті країни використовують як традиційні методи (наприклад, базові системи вентиляції), так і сучасні технології (системи автоматичного моніторингу та енергоефективності).

Сильною стороною у системі цивільного захисту Швейцарії є високий рівень автономності - системи можуть функціонувати без електрики, що важливо в умовах криз. Дану практику використання автономних систем можна рекомендувати для імплементації в Україні особливо віддалених регіонах або об'єктах без надійного електропостачання.

Сильною стороною у системі цивільного захисту Ізраїлю є герметичність укриттів і застосування комплексної системи фільтрації, що забезпечують захист від хімічних і біологічних загроз. Дану

практику доцільно використовувати в Україні у зонах із підвищеним ризиком екологічних катастроф чи хімічних атак.

У системі цивільного захисту США сильною стороною є використання модулів аварійної вентиляції та автоматичного клімат-контролю для підтримання стабільної температури та вологості. Українські укриття можуть запозичити цей досвід і використовувати подібні технології для зон із сильними сезонними коливаннями температури.

Таблиця 2 - Світовий досвід забезпечення мікроклімату сховищ та укриттів

Країна	Системи забезпечення мікроклімату	Інноваційні рішення
Швейцарія	Високоєфективні фільтри для очищення повітря від пилу, радіації, хімічних речовин.	Автономні системи вентиляції, що працюють навіть за відсутності електрики.
Ізраїль	Системи кондиціонування повітря з фільтрацією від хімічних та біологічних агентів.	Використання герметичних дверей та стін для підтримання стабільного мікроклімату.
США	Централізована вентиляція із запасними автономними модулями для аварійних ситуацій.	Системи автоматичного контролю температури та вологості в укриттях.
Південна Корея	Використання рекуператорів тепла для збереження енергії під час вентиляції.	Інтеграція смарт-технологій для управління мікрокліматом у режимі реального часу.
Німеччина	Акцент на енергоефективності, багатоступеневі фільтри повітря.	Встановлення сонячних панелей для автономного живлення систем.

У системі цивільного захисту Південної Кореї є рекуперація тепла та інтеграція смарт-технологій роблять системи економічно ефективними. Технології використання рекуператорів тепла для сховищ особливо ефективними можуть бути для великих укриттів, якими наразі в Україні слугують метро чи підземні паркінги.

Система цивільного захисту Німеччини відрізняється високим рівнем енергоефективності та використання відновлюваних джерел енергії (сонячні панелі). Використання сонячної енергії особливо актуальне для регіонів України із частими перебоями в електропостачанні.

Висновок

Аналіз міжнародних практик показує, що ефективність сховищ та укриттів залежить від комплексного планування, регулярного оновлення інфраструктури та участі держави й приватного сектору. Порівняння світових практик дає змогу окреслити ефективні стратегії для модернізації та розширення української системи укриттів та їх інженерного забезпечення. Основними практиками світовими практиками створення мікроклімату в укриттях та сховищах, які доцільно імплементувати в Україні є: забезпечення у всіх укриттях систем базового очищення повітря та захисту від хімічних речовин; впровадження смарт-рішення для управління мікрокліматом у великих укриттях; використання теплоізоляційних матеріалів, рекуператорів та відновлюваних джерел енергії; підвищення автономності роботи систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ratushnyak, G., & Pankevych, V. (2023). Identification of factors that determine the safety of windows under the influence of a blast wave. *Modern Technologies, Materials and Structures in Construction*, 20(1), 42-48. <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2023-2-42-48>
2. Панкевич О. Д. Паламарчук О. М. Забезпечення параметрів мікроклімату приміщень цивільної оборони // Матеріали LI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 31 травня 2022 р. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/14884>
3. ДБН В.2.2-5:2023 "Захисні споруди цивільного захисту". Київ, 2023. 122 с.
4. Кодекс цивільного захисту України . Київ, 2014. 48

5. Бомбосховище: особливості облаштування внутрішнього простору // Дослідження урбаністичної лабораторії METALAB у межах проєкту «Нова економіка Івано-Франківська», 2022. Режим доступу: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/22785/3/Innovatyka2022_V1_P207-213.pdf
6. Рябова С. С., Струмінська Т. В., Антоненко І. В. Світові практики оснащення бомбосховищ та укриттів// Тези 3 всеукраїнської конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Іноватика в освіті, науці та бізнесі: виклики та можливості» Режим доступу: <https://metalab.space/wp-content/uploads/2024/02/%>.
7. Джеджула В.В. (2023). Особливості влаштування вентиляції в захисних спорудах цивільного захисту// *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, 20(2), 185-189. <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2023-2-185-189>

Гуменчук Анастасія Євгенівна – студентка групи См-23б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії e-mail: flora.butterfly68954@gmail.com

Томчук Микола Антонович - канд. техн. наук, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tomchuk@vntu.edu.ua

Панкевич Володимир Вячеславович - PhD, асистент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, e-mail: pan@vntu.edu.ua [ORCID 0000-0002-1929-8172](https://orcid.org/0000-0002-1929-8172)

Anastasiya Humenchuk - student of the Sm-23b group of the Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering e-mail: flora.butterfly68954@gmail.com

Mykola Tomchuk - - Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of the Department of Life and Security Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tomchuk@vntu.edu.ua

Pankevych Volodymyr, PhD, Assistant of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, e-mail: pan@vntu.edu.ua [ORCID 0000-0002-1929-8172](https://orcid.org/0000-0002-1929-8172)