УДК 697.2:620.9:658.1

Колесник А.В.
Любич В.В.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ІСНУЮЧИХ ОБ'ЄКТІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ З ПІДВИЩЕННЯМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У тезі розглянуто підходи до модернізації існуючих об'єктів цивільного захисту з метою підвищення їх енергоефективності. Проаналізовано заходи з утеплення огороджувальних конструкцій, модернізації систем опалення, вентиляції та освітлення, інтеграції відновлюваних джерел енергії та систем накопичення енергії. Наведено методи оцінки економічної та енергетичної ефективності модернізації, а також приклади розрахунків економії енергії та скорочення експлуатаційних витрат. Показано, що модернізація підвищує надійність функціонування об'єктів цивільного захисту та забезпечує стійкість до кризових ситуацій.

Ключові слова: цивільний захист, модернізація, енергоефективність, укриття, енергозбереження, відновлювані джерела енергії, системи накопичення енергії.

Abstract

The paper examines approaches to modernizing existing civil protection facilities to improve their energy efficiency. Measures such as insulation of building envelopes, modernization of heating, ventilation, and lighting systems, integration of renewable energy sources, and energy storage systems are analyzed. A methodology for assessing economic and energy efficiency is provided, along with examples of energy savings and reduction of operational costs. The study demonstrates that modernization increases the reliability of civil protection facilities and ensures resilience in crisis situations.

Keywords: civil protection, modernization, energy efficiency, shelters, energy saving, renewable energy sources, energy storage systems.

Вступ

Існуючі об'єкти цивільного захисту в Україні, такі як укриття, пункти управління та об'єкти критичної інфраструктури, часто побудовані десятки років тому та не відповідають сучасним вимогам щодо енергоефективності та комфорту. В умовах зростання тарифів на енергоресурси та необхідності забезпечення безперебійного функціонування цих об'єктів у кризових ситуаціях актуальною стає їх модернізація з підвищенням енергоефективності [1, 2].

Мета модернізації — зменшення тепловтрат, скорочення споживання енергії, підвищення автономності та надійності функціонування об'єктів цивільного захисту у надзвичайних умовах.

У сучасних умовах модернізація укриттів має бути спрямована не лише на підвищення захисних властивостей конструкцій, але й на забезпечення автономності та оптимізації споживання енергоресурсів [2, 3].

Основна частина

Більшість протирадіаційних укриттів (ПРУ) та сховищ мають занижені показники теплостійкості та повітронепроникності. У багатьох випадках огороджувальні конструкції не відповідають сучасним вимогам енергоефективності.

Перебої в роботі електромереж, відсутність централізованого теплопостачання та водопостачання під час надзвичайних ситуацій потребують переходу до автономних систем.

Згідно з нормативними вимогам, у сховищах повинні створюватися мінімально необхідні параметри мікроклімату [1, 4].

Поточний стан багатьох захисних споруд характеризується такими проблемами:

- зношеність будівельних конструкцій – недостатня теплоізоляція, корозія металевих елементів, висока інфільтрація повітря;
- застарілі інженерні мережі, зокрема вентиляційні системи, електромережі, насосне обладнання;
- високие енергоспоживання через використання обладнання з низьким ККД;
- недостатня автономність: відсутність резервних систем живлення та водопостачання.

- порушення мікроклімату: нестабільна температура, відсутність сучасних засобів фільтрації та рециркуляції повітря [5].

Ці недоліки знижують ефективність використання укриттів, обмежують час безпечного перебування людей та ускладнюють експлуатацію споруд.

Підвищення енергоефективності об'єктів цивільного захисту ґрунтується на наступних принципах:

- теплоізоляція огороджувальних конструкцій: зовнішнє та внутрішнє утеплення стін, дахів та підлог дозволяє знизити втрати тепла на 30–50% [4];

- модернізація систем опалення та вентиляції: використання енергоощадних котлів, теплових насосів та рекуперацийних систем вентиляції зменшує споживання енергії та підвищує мікрокліматичний комфорт [4, 6].

- енергоефективне освітлення: впровадження LED-освітлення та систем автоматичного управління дозволяє скоротити електроспоживання до 60%.

Сонячні панелі, вітрові турбіни та гібридні системи забезпечують автономність енергопостачання об'єктів у разі аварійного відключення від централізованих мереж. Впровадження систем акумулювання енергії дозволяє покривати пікові навантаження та забезпечувати безперервну роботу об'єкта протягом 48–72 годин без зовнішнього живлення.

Економічна вигода від модернізації (E) може бути описана рівнянням:

$$E = \sum_{t=1}^{n} \frac{(C0 - Ct)}{(1+r)^t} - I;$$

де C0— базові енергетичні витрати;

Ct — витрати після модернізації в році t;

r — ставка дисконту;

I — інвестиційні витрати;

n — період розрахунку [7].

Комплексна модернізація типового укриття площею 500 м², включаючи утеплення, заміну систем опалення та встановлення PV-системи, забезпечує економію енергії до 45% та скорочення експлуатаційних витрат на 35%, з терміном окупності 6–8 років [8].

Модернізація об'єктів цивільного захисту:

- знижує експлуатаційні витрати на 20–40 %;
- підвищує безпеку та комфорт перебування;
- збільшує час автономної роботи споруди;
- сприяє збереженню життя громадян під час надзвичайних ситуацій;
- підвищує загальну стійкість міських інженерних систем.

Ці принципи відповідають підходам, визначеним у Європейській директиві про енергоефективність будівель (EPBD) та сучасних стандартах цивільної оборони [1, 9]. Сучасна модернізація передбачає інтеграцію автоматизованих систем: моніторинг параметрів мікроклімату, дистанційне керування вентиляцією і опаленням, контроль роботи генераторів і акумуляторних станцій, діагностика стану конструкцій та інженерних мереж. Це дозволяє зменшити споживання енергії шляхом оптимізації режимів роботи обладнання.

Висновки

Модернізація існуючих об'єктів цивільного захисту з підвищенням енергоефективності: забезпечує значну економію енергоресурсів; підвищує автономність і надійність функціонування в кризових умовах; сприяє покращенню мікроклімату та комфорту перебування людей; зменшує експлуатаційні витрати та підвищує загальну ефективність використання об'єктів. Комплексне оновлення конструкцій, вентиляційних систем, автономних джерел енергії та водозабезпечення дозволяє значно підвищити готовність укриттів до тривалого використання в умовах надзвичайних ситуацій. Реалізація таких заходів має стати пріоритетом державних та місцевих програм розвитку інфраструктури безпеки. Комплексний підхід до модернізації з урахуванням енергозберігаючих технологій та ВДЕ є ключовим для розвитку сучасної системи цивільного захисту України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI. – Відомості Верховної Ради України, 2013, № 34–35. – С. 458.

2.Державні будівельні норми України. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. – Київ: Мінрегіон України, 2023.

3.Колесник А.В., Томчук М.А., Томчук М.М. Особливості влаштування захисних споруд в умовах військового часу. [Електронний ресурс] / А.В. Колесник, М.А. Томчук / Міжнародно науково-практична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців. Молодь в науці: дослідження, пробле-ми, перспективи (МН-2024) (2024) Вінниця, ВНТУ.
Режим доступу: https://confere nces.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/view/21538.

4. Томчук М.А., Колесник А.В., Записов Д.В. Особливості влаштування систем вентиляції в захисних спорудах в умовах військового часу. VII Міжнародної науково-практичної конференції Актуальні проблеми та перспективи розвитку охорони праці, Безпеки життєдіяльності та цивільного захисту (29-30 квітня 2025 р.) м. Одеса.
Режим доступу: https://odaba.edu.ua/upload/files/Programa_konf_ohorona_pratsi2025.pdf.

5. Джеджула В.В. 2023 Особливості влаштування вентиляції в захисних спорудах цивільного захисту. Сучасні технології і конструкції в будівництві, 35, 2 (груд. 2023), 185-189 DOI:https://doi.org/10.31649/2311-1429-2023-2-185-189.

6. Колесник А. В., Записов Д. В., Терещенко О. П.. Способи підвищення надійності та комфортності укриттів для особового складу на основі досвіду військових дій» Міжнародній науково-технічній конференції «Перспективи розвитку машинобудування та транспорту», секція: Проблеми проектування, виготовлення та експлуатації озброєння, Вінниця, 3-5 червня 2025 р. – Електрон. текст. дані. – 2025.
https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/prmt/pmrt2025/paper/view/24919/20599

7.World Bank. Energy Efficiency in Residential Buildings: Long-term Economic Impact Assessment. – Washington, 2023.

8. Melnyk, O., & Didenko, S. Urban Resilience and Civil Protection in Ukrainian Cities under Wartime Conditions. – Architecture and Civil Engineering Review, 2023, 12(4), 33–42.

9.Фонд Енергоефективності. Типові рішення по термомодернізації житлових будинків. Альбом технічних рішень. ТОМ2. Архітектурно-будівельні рішення по влаштуванню фасадів, покриттів, перекриттів, підлог, влаштуванню вікон і дверей. 2020 – Київ, 2021.

Андрій Вікторович Колесник – асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, ORCID 0009-0000-8001-2527, м. Вінниця,
e-mail: andrey.enginer@gmail.com.

Любич Володимир Володимирович – асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com.

Kolesnik Andrii V. - assistant professor in the departments of construction, municipal infrastructure and architecture, and a full-time lecturer at the Vinnytsia National Technical University, ORCID 0009-0000-8001-2527, Vinnytsia, e-mail: andrey.enginer@gmail.com.

Lyubich Volodymyr V. – Ph.D., associate professor of urban planning and architecture, Vinnytsia National Technical University. E-mail: e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com.