

Напрями удосконалення об'ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту

Directions for Improving the Spatial Planning and Design Solutions of Civil Defence Structures

Андрій Бочковський^A

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри цивільної безпеки та охорони праці, e-mail: andrew.bochkovsky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4166-3148

Наталія Сапожнікова^A

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільної безпеки та охорони праці, e-mail: n.sap.bzd@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6181-4022

Максим Коваль^B

головний інспектор відділу контролю за утриманням захисних споруд та організації евакуаційних заходів управління цивільного захисту та превентивної діяльності, e-mail: m.m.koval@dsns.gov.ua

Andrii Bochkovsky^A

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри цивільної безпеки та охорони праці, e-mail: andrew.bochkovsky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4166-3148

Natalia Yu. Sapozhnikova^A

Candidate of Technical Science (s), assistant professor, Associate Professor of Department of civil security and labor protection, e-mail: n.sap.bzd@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6181-4022

Maksym Koval^B

Chief Inspector of the Department for Control over the Maintenance of Protective Structures and Organisation of Evacuation Measures of the Civil Protection and Preventive Activities Directorate, e-mail: m.m.koval@dsns.gov.ua

^A Національний університет "Одеська політехніка", м. Одеса, Україна

^B Головне управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Вінницькій області, м. Вінниця, Україна

^A Odessa Polytechnic National University, Odessa, Ukraine

^B Main department of the State Emergency Service of Ukraine in Vinnytsia region, Vinnytsia, Ukraine

Received: December 15, 2025 | Revised: December 28, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.21>

Мета роботи. Розробка напрямів удосконалення конструкційних та об'ємно-планувальних рішень захисних споруд цивільного захисту на основі їх попереднього аналізу у відповідності до вимог для підвищення їх захисних властивостей.

Метод дослідження. В рамках дослідження застосовувався метод структурного аналізу змісту стандартів, що регламентують порядок побудови та облаштування захисних споруд цивільного захисту для укріплення населення під час виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій різного характеру, а також аналізу науково-технічної літератури – для постановки проблеми, завдань та мети дослідження та напрямів удосконалення об'ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту.

Результати дослідження. Проведено аналіз вимог щодо забезпечення об'ємно-планувальних та конструкційних рішень різних видів захисних споруд цивільного захисту відповідно до змісту відповідних державних стандартів, а саме сховищ та споруд подвійного призначення з захисними властивостями сховища; протирадіаційних укриттів та споруд подвійного призначення з захисними властивостями протирадіаційного укриття; найпростіших укриттів; швидкозведених захисних споруд. Розроблено напрями їх удосконалення, які, зокрема передбачають, інтеграцію систем життєзабезпечення та автоматизації, оптимізацію евакуаційних шляхів і цифровий моніторинг параметрів.

Теоретична цінність дослідження. Теоретична цінність полягає в розробці напрямів удосконалення об'ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту.

Практична цінність дослідження. Отримані результати досліджень можуть бути використані для удосконалення змісту та структури стандартів ДБН В.2.2-5:2023 та DSTU 8773:2018.

Оригінальність. Визначено та запропоновано напрями удосконалення об'ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту для підвищення їх стійкості щодо захисту населення під час виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій різного характеру.

Тип статті: Концептуальний.

Purpose. Development of areas for improvement in the design and spatial planning of civil defence structures based on their preliminary analysis in accordance with the requirements for enhancing their protective properties.

Method. The study used a method of structural analysis of the content of standards regulating the construction and arrangement of civil defence shelters for the protection of the population during the occurrence and development of various types of emergencies, as well as an analysis of scientific and technical literature to identify the problem, objectives and goals of the study, and areas for improvement in the spatial planning and structural design of civil defence shelters.

Findings. An analysis was conducted of the requirements for ensuring the spatial planning and structural design of various types of civil defence structures in accordance with the content of the relevant state standards, namely shelters and dual-purpose structures with the protective properties of shelters; anti-radiation shelters and dual-purpose structures with the protective properties of anti-radiation shelters; the simplest shelters; and rapidly erected protective structures. Directions for their improvement have been developed, which, in particular, provide for the integration of life support and automation systems, the optimisation of evacuation routes, and digital monitoring of parameters.

Theoretical implications. The theoretical value lies in the development of areas for improvement in the spatial planning and structural design of civil defence structures.

Practical implications. The results of the research can be used to update the content and structure of standards DBN V.2.2-5:2023 and DSTU 8773:2018.

Originality: Directions for improving the spatial planning and structural design of civil defence structures have been identified and proposed in order to increase their resilience in protecting the population during the occurrence and development of various types of emergencies.

Paper type. Conceptual.

Ключові слова: цивільна безпека, об'ємно-планувальні рішення захисних споруд цивільного захисту, конструкційні рішення захисних споруд цивільного захисту, надзвичайні ситуації, захист населення.

Key words: Civil Security, Spatial Planning Solutions for Civil Defence Structures, Structural Solutions for Civil Defence Structures, Emergency Situations, Protection of the Population.

Вступ

Захисні споруди цивільного захисту є ключовим елементом забезпечення безпеки населення під час виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій природного, техногенного та воєнного характеру, а сучасні будівельні технології, інноваційні матеріали та цифрові системи управління створюють нові можливості для покращення їх захисних властивостей, стійкості та функціональності, що є необхідним для підвищення рівня захисту населення в умовах існуючих та майбутніх загроз.

Важливість проблеми природно-техногенної безпеки полягає в постійному зростанні людських втрат та збитків від природних і техногенних катастроф, воєнних (бойових) дій та терористичних актів, що зумовлює високий ризик надзвичайних ситуацій. Тому захист населення та територій є пріоритетним напрямком для всіх розвинених держав, включно з Україною. Для його реалізації вживають різних заходів. Укриття населення в захисних спорудах є найбільш ефективним способом захисту [1, 2].

Завдяки реалізації інженерно-технічних заходів цивільного захисту, останніми роками в Україні створено фонд захисних споруд цивільної оборони, який є основою для забезпечення безпеки населення під час військових дій, а також надзвичайних ситуацій техногенного та природного та іншого характерів. Ці споруди забезпечують укриття, збереження життя та здоров'я населення. Об'єкти фонду мають стратегічне значення для забезпечення захисту населення, що підкреслює їхню важливість [3].

Створення фонду захисних споруд цивільної оборони здійснюється відповідно до вимог Норм проектування інженерно-технічних заходів цивільної оборони [4]. Воно здійснюється шляхом пристосування наявних підземних та наземних приміщень і споруд, а також шляхом будівництва нових спеціалізованих об'єктів подвійного призначення, що забезпечує захист населення. Зокрема, це включає використання підвалів, цокольних поверхів, а також підземних гірських виробок та інших інфраструктурних об'єктів, які можуть бути адаптовані для захисту людей від надзвичайних ситуацій [5].

Основні завдання системи інженерного захисту населення [2]:

поліпшення утримання та використання наявних захисних споруд: передбачає забезпечення належного стану вже існуючих споруд цивільної оборони, їх ефективне використання в мирний час та підготовку до надзвичайних ситуацій, включаючи модернізацію обладнання та навчання персоналу;

підтримання готовності захисних споруд: система забезпечує готовність захисних споруд до прийому працюючих змін найважливіших об'єктів та населення, щоб захистити їх від потенційних небезпек;

адаптація підземних просторів: у мирний час і в загрозовий період здійснюється пристосування заглиблених приміщень, метрополітенів та інших споруд підземного простору для створення притулків та укриттів;

підготовка до будівництва нових споруд: у загрозовий період готуються до будівництва відсутні захисні споруди цивільної оборони, а також облаштовуються укриття найпростішого типу.

Захисні споруди цивільного захисту – це інженерні споруди, будівництво яких спрямоване на захист населення або мінімізації впливу дії небезпечних факторів, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних (бойових) дій або терористичних актів.

Теоретичні основи дослідження

Теоретичною основою представленого дослідження є нормативно-правові документи, які регламентують порядок побудови та облаштування захисних споруд цивільного захисту для укриття населення під час виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій різного характеру,

зокрема, ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту; ДСТУ 8773:2018. Склад та зміст розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту в складі проектної документації на будівництво об'єктів. Основні положення; ДСТУ 9107:2021. Захисні споруди цивільного захисту. Методи випробування та ін.

Постановка проблеми

Об'ємно-планувальні рішення – це раціональне розташування приміщень у будівлі та розміщення обладнання в цих приміщеннях, що враховують [6, 7]: функціональне призначення будівлі та приміщень; взаємозв'язок між різними зонами та приміщеннями; безпеку та зручність експлуатації будівлі; економічну доцільність будівництва та експлуатації; естетичні та архітектурні вимоги. Ці рішення розробляються на етапі проектування та є основою для створення ефективної та функціональної споруди.

Об'ємно-планувальні рішення захисної споруди цивільного захисту забезпечують усі нижчезазначені пункти, оскільки вони представляють собою комплекс вимог до ефективного, безпечного, функціонального та економічного проектування споруд, що досягається раціональним розміщенням основних та допоміжних приміщень, а також інженерних комунікацій [6, 8]: забезпечення належних умов для перебування людей, що включає системи опалення, вентиляції та освітлення, водопостачання та водовідведення та дотримання правил техніки безпеки та протипожежних вимог, що включає становлення пожежної сигналізації та наявність вогнегасників; найекономічніше використання внутрішніх об'ємів і площ, просте планування, що сприяє ефективному використанню простору та спрощує будівництво і подальшу експлуатацію; зручність заповнення, розміщення людей та вихід зі споруди; раціональне розміщення внутрішнього інженерно-технічного устаткування (системи вентиляції, опалення, водопостачання, водовідведення, електропостачання й зв'язок). Усі пункти є невід'ємними елементами якісного об'ємно-планувальних рішень захисної споруди.

Вимоги до захисних споруд цивільного захисту [6, 9]: раціональне використання у мирний час: використовування для господарських цілей, що не суперечить їх основній функції укриття; збереження захисних властивостей: під час мирної експлуатації не повинно порушуватися герметизація, вентиляція та інші захисні функції сховища чи протирадіаційного укриття; швидка готовність: забезпечення мінімальний час для оперативного звільнення споруди від тимчасових мешканців або обладнання та переведення її у стан готовності для прийому людей.

Конструктивне рішення споруди визначається як сукупність параметрів, що включають геометричну конфігурацію несучого кістяка, вибір матеріалів та технологій виготовлення його елементів, методи зведення на будівельному майданчику, а також інженерні заходи, спрямовані на забезпечення просторової стійкості та необхідних захисних характеристик споруди [2].

Основні конструктивні елементи сховищ включають [10]: зовнішні огорожувальні конструкції (стіни, перекриття, фундаментну плиту); внутрішні несучі елементи (стіни, колони); елементи входів і аварійних виходів; захисні пристрої для проїм (герметичні двері, віконниці); пристрої для захисту технологічних прорізів та ввідів інженерних мереж.

Несучі конструкції проектуються з урахуванням впливу вибухової хвилі ядерного чи звичайного вибуху відповідно до класу сховища. Мінімальна маса 1 м² огорожувальних конструкцій має становити [10]: I–III клас сховищ – щонайменше 1500 кг; інші класи сховищ – не менше 1100 кг.

У розрахунок перекриттів також включають вагу обладнання (не більше 200 кг на 1 м² площі) та шару ґрунту. Залізобетонні перекриття вбудованих сховищ повинні мати теплоізоляційний шар.

Конструктивні елементи захисних споруд повинні забезпечувати герметичність, що гарантує стійкість до дії ударної хвилі та підвищених температур під час пожеж, а також відповідний рівень захисту від іонізуючого і світлового випромінювання, а також гарантувати герметичність внутрішнього простору [6, 10].

Функції огорожувальних захисних елементів (перекриття, стіни, підлогу, а також захисно-герметичні та герметичні двері) [10]: забезпечення захисних характеристик; створення умов для підтримання нормативного температурно-вологісного режиму протягом усього періоду експлуатації; забезпечення надійного захисту споруди від проникнення поверхневих і ґрунтових вод.

Вибір монолітної залізобетонної фундаментної плити для захисної споруди визначається необхідністю протистояти динамічним навантаженням ударної хвилі та виштовхувальним силам. Плита повинна мати достатню жорсткість для мінімізації деформацій та збереження загальної герметичності конструкції. Для забезпечення водонепроникності у місцях стиків застосовуються деформаційні шви та спеціальні ущільнювальні матеріали. Комплексне забезпечення герметичності також включає використання захисно-герметичних дверей і ретельну герметизацію ввідів інженерних комунікацій (трубопроводів, кабелів) сальниковими або гумовими ущільнювачами. Крім того, конструкція сховища обов'язково повинна враховувати стійкість до сейсмічних впливів.

Метою даного дослідження є розробка напрямів удосконалення конструкційних та об'ємно-планувальних рішень захисних споруд цивільного захисту на основі їх попереднього аналізу у відповідності до вимог для підвищення їх захисних властивостей.

Методологія дослідження

В рамках дослідження застосовувався метод аналізу науково-технічної літератури – для постановки проблеми, завдань та мети дослідження, а також структурного аналізу змісту міжнародних стандартів ISO 45003-2021 та ISO 45001-2018 – для визначення проблем та напрямів удосконалення принципів управління психосоціальними ризиками на робочих місцях підприємств, установ та організацій.

Результати та обговорення

Під час будівництва нової захисної споруди, реконструкції та капітальному ремонті вже існуючої забезпечується доступність та безпеку маломобільних груп населення відповідно до вимог [11]. У разі неможливості забезпечення вимоги у повному обсязі, здійснюється їх розумне пристосування (реалізація пандусів, підйомних пристроїв). Перед входними дверима у захисні споруди облаштовується простір для можливості маневрування на візку [6].

Наявність захисних спорудах передбачених засобів безпеки та орієнтування, що є критично важливим елементом для забезпечення порядку та швидкої евакуації [6]: інформаційних табличок, покажчиків напряму руху, контрастне маркування на сходах, порогах, дверях, вживання матеріалів із світловідбивальними властивостями.

Архітектурні елементи, зокрема входні групи, тамбури, сходові марші, пандуси, платформи, внутрішні приміщення та комунікаційні шляхи будівель або споруд, а також складові оздоблення та інтер'єрів захисних об'єктів і споруд подвійного призначення повинні бути спроектовані та виконані відповідно до вимог [11]. У випадках, коли передбачається встановлення порогів у дверних отворах (зокрема входних, захисних, герметичних або комбінованих дверях), необхідно забезпечити облаштування входу відкидним чи знімним пандусом [6].

Розміри коридорів та пандусів, розташованих усередині захисних споруд і споруд подвійного призначення, призначених для забезпечення евакуації, зокрема для осіб з обмеженою мобільністю, повинні становити: не менше 1,8 м – у разі нового будівництва; не

менше 1,5 м – під час проведення реконструкційних робіт; не менше 1,2 м – у процесі капітального ремонту.

На стінах коридорів, що виконують функцію евакуаційних шляхів, передбачається встановлення поручнів на висоті 0,9 м. Геометричні параметри та спосіб кріплення поручнів мають відповідати положенням [11]. Колірна гама поручнів повинна бути контрастною щодо кольору стіни, на якій вони закріплені [6].

Для забезпечення нормативних параметрів експлуатаційної безпеки ширина внутрішніх дверей повинна бути не меншою ніж 0,9 м. У разі використання двостулкових дверей мінімальна ширина кожної стулки має відповідати цьому ж значенню. Бажано застосовувати дверні ручки важільного типу, що полегшують користування.

Двері міжкоридорні та двері до приміщень виконуються без порогів, окрім дверей технічних приміщень. У разі необхідності облаштування порогів вони повинні відповідати нормам [11]. Двері у технічних приміщеннях можуть мати мінімальну ширину 0,7 м. При виконанні капітального ремонту допускається зменшення ширини отворів вхідних і внутрішніх дверей до 0,8 м за умови технічної неможливості дотримання базових норм.

Для основного приміщення укриття двері повинні відкриватися назовні [6].

У зонах потенційного скупчення людей (наприклад, біля входу/виходу, в коридорах та переходах) слід передбачати проміжні зони безпеки, які можуть бути реалізовані як розширення коридорів або “кишені”, розташовані безпосередньо вздовж основного шляху руху. Це спеціальні простори, які дозволяють людям тимчасово уникнути щільного потоку (пропустити когось, відпочити, чи очікувати). Вони допомагають уникнути хаосу та потенційних травм під час масового руху [6].

Основними елементами об'ємно-планувальних рішень закритих захисних споруд є основні та допоміжні приміщення та входи, що забезпечують безпеку та умови для тривалого перебування. До основних приміщень відносять: приміщення для тих, хто переховується; пункти керування, які призначені для організації та контролю роботи захисної споруди; медпункти; додатково передбачаються для медичних установ – операційні та перев'язувальні. До допоміжних приміщень відносять: фільтро-вентиляційні приміщення; санітарні вузли; електрощитові; захищені дизельні електростанції (ДЕС); приміщення довготривалого зберігання продуктів харчування; станція перекачки для перекачування рідин або газів; балонна; тамбури; тамбур-шлюз; додатково передбачаються для медичних установ – буфетні та санітарні кімнати [6, 2, 12]. До складу основних приміщень сховищ, призначених для укриття населення, рекомендується включати [6, 7]: приміщення для переховування людей; пункт керування: для осіб, відповідальних за обслуговування сховища, місткістю до 300 осіб; медичний пункт: призначений для сховищ місткістю до 600 осіб; зони для харчування: для підігріву та прийняття їжі; зони для дітей: віком до 11 років, за необхідності – разом з батьками та зони для немовлят: для годування та сповивання; зони для домашніх тварин: для тимчасового перебування домашніх тварин разом з господарями (за потреби); склад продуктів харчування: 1 приміщення на кожні 600 осіб; відокремлена зона для людей з інвалідністю, включаючи їхніх супроводжуючих, що становить 10% від загальної місткості споруди, альтернативно, може бути облаштоване окреме приміщення для цієї мети.

Для сховищ слід передбачати такі допоміжні приміщення за призначенням [6]: вентиляційне та фільтровентиляційне обладнання: ці приміщення забезпечують функціонування систем очистки повітря, що є критично важливим для створення безпечних умов у герметичних сховищах, особливо в умовах III режиму роботи, де потрібна подача повітря з балонів; балонні: розміщення балонів зі стиснутим повітрям або киснем, необхідні для забезпечення життєдіяльності людей протягом тривалого часу; електрозабезпечення: приміщення для генераторів, акумуляторних батарей та ін. електрообладнання, що забезпечує безперебійну роботу всіх систем сховища; водозабезпечення та каналізація:

приміщення для насосних станцій, резервуарів води, дренажних станцій та систем відведення стічних вод, що є необхідними для довготривалого перебування людей; опалення: тепловий пункт (бойлерна); склад матеріально-технічних засобів: утримання інструменту, інвентарю, техніки засобів індивідуального захисту та приладів для комплектування захисної споруди; тамбур; тамбур-шлюз: для створення повітряного замка та захисту від проникнення шкідливих речовин; гігієна та санітарія: простори, спеціально обладнані для підтримання особистої гігієни, забезпечення безпеки та створення комфортних умов; пожежна безпека: зони, де розміщені, зберігаються або використовуються протипожежні засоби, обов'язкові – при новому будівництві, рекомендовані – при реконструкції; харчування: з обладнанням для підтримання нормативної температури їжі, питного режиму та миття посуду; приміщення для зберігання відходів; приміщення роздягальні та приміщення/зона для зберігання брудного одягу (дозволяється об'єднувати); додатково передбачаються для сховищ атомних станцій – приміщення для дозиметричного контролю, роздягальні та душові.

Для сховищ, призначених для укриття до 100 осіб допускається передбачення мінімальної кількості основних та допоміжних приміщень [6]: основне приміщення для укриття, медичний пост; фільтро-вентиляційні приміщення, універсальні санітарні вузли, тамбур-шлюзи, тамбури, приміщення для автономних джерел електропостачання (акумуляторних батарей, ДЕС), приміщення для зберігання запасу питної води та продуктів харчування, приміщення для прийняття їжі (буфет), приміщення для зберігання забрудненого одягу.

Для усіх категорій протирадіаційних укриттів встановлюється обов'язковий перелік основних приміщень, який визначено положеннями [6], [12], [13]: головне приміщення, призначене для укриття; зона санітарного посту (для ПРУ – обов'язкова та для СПП з властивостями ПРУ – рекомендована); приміщення медичного пункту (для ПРУ та СПП місткістю понад 600 осіб – обов'язкова і рекомендоване для об'єктів, розрахованих на меншу кількість людей); приміщення пункту керування (обов'язкове для ПРУ та СПП, розрахованих на понад 300 осіб, і рекомендоване для споруд із місткістю до 300 осіб).

До складу обов'язкових допоміжних приміщень протирадіаційних укриттів належать [6]: санітарно-гігієнічні блоки; кімнати для розміщення вентиляційного та фільтровентиляційного обладнання; приміщення для тимчасового зберігання забрудненого одягу.

Додатково рекомендується передбачати такі приміщення [6, 7]: кімнату для аварійних джерел живлення (акумуляторні батареї, дизельна електростанція), допускається електрообладнання приміщень споруд підключати до ДЕС, розташованої за межами захисної споруди; склад для меблів та інвентарю; приміщення для зберігання продовольства (одне на кожні 500 осіб); простір (у укритті місткістю до 200 осіб) або окреме приміщення (від 201 осіб) для запасів води; приміщення для збору та зберігання відходів; зону або кімнату для підігріву та роздачі їжі, забезпечення питного режиму та миття посуду; в укриттях без каналізації (місткістю не більше 20 осіб), необхідно передбачати окремі зони для зберігання виносної тари.

Для закладів охорони здоров'я додатково повинні включати спеціальні приміщення для здійснення лікувально-евакуаційних заходів [6], [12], [13]: палати для хворих та осіб, що одужують; приміщення для медичного й обслуговуючого персоналу; процедурну (перев'язочну) кімнату; буфетну; пост медичних сестер.

Вимоги до об'ємно-планувальних рішень ПРУ та СПП з захисними властивостями ПРУ:

1) вимоги до норм площі для укриття [6], [12]: площа підлоги основних приміщень визначається залежно від способу розташування нар: 0,6 м² на особу – при одноярусному розміщенні; 0,5 м² – при двоярусному; 0,4 м² – при троярусному; приміщення для зберігання зараженого одягу проектується з розрахунку 0,07 м² на одну особу; площа зони для виносної тари не перевищує 1,0 м² та передбачається лише у укритті малої місткості (до 20 осіб);

2) вимоги до місць для сидіння та лежання (розмір одного місця для лежання приймається 0,55 м × 1,8 м) [6, 12, 13]: 15 % – для одноярусного розташування; 20 % – для двоярусного; 30 % – для троярусного;

3) вимоги до висоти приміщень [6, 12, 13]: у новозбудованих об'єктах – не менша за 1,9 м (від рівня підлоги до низу виступаючих елементів перекриття); у вже існуючих будівлях допускається: при 2,8 – 3,04 м троярусне розташування нар; при 2,2 – 2,4 м – двоярусне; при 1,7–1,9 м – одноярусне;

4) вимоги до санітарних вузлів [6, 12]: проектування здійснюється за вимогами, аналогічними тим, що застосовуються до сховищ, проте допускається забезпечення ними лише 50 % осіб, що укриваються; іншим дозволяється користуватися приміщеннями, розташованими поряд з укриттям;

5) вимоги до вентиляційних приміщень [6, 12]: обладнання системами вентиляції з механічним спонуканням; за наявності ручного приводу вентилятора протипилові фільтри повинні бути оснащені захисною стінкою (екраном), що унеможливує прямий вплив іонізуючого випромінювання на персонал, який здійснює обслуговування; при місткості понад 300 осіб вентиляційні приміщення є обов'язковими, розміри визначаються габаритами обладнання та потребами його обслуговування; при місткості до 300 осіб дозволяється встановлювати вентиляційне обладнання безпосередньо в основних приміщеннях, за умови дотримання вимог чинних будівельних норм і правил;

б) вимоги до приміщень для зараженого одягу [6, 12]: розміщення біля одного з входів; відокремлені від основних приміщень неспалимими перегородками з межею вогнестійкості не менше однієї години; загальна площа таких кімнат – не більше 0,07 м² на особу; при місткості на 50 осіб і менше допускається облаштування вішалок за завісами замість окремих приміщень; вимоги до входів, евакуаційних виходів та аварійних виходів [6, 12, 13]: входи – конструктивні елементи, що забезпечують доступ до приміщень із зовнішнього середовища або з суміжних приміщень, від зовнішнього отвору до захисних дверей, або через захисні двері, які ведуть безпосередньо у внутрішній захищений простір. Кількість входів: не менше двох, які слід проектувати розосередженими; ширина входу: не менше ніж 0,9 м; при місткості укриття до 15 осіб допускається один вхід, а другим виходом може бути люк розміром 0,6 м × 0,9 м із вертикальними сходами або вікно 0,7 м × 1,5 м зі спеціальним пристроєм для евакуації; евакуаційні виходи – виходи, що відповідають вимогам [14] і призначені для безпечного залишення приміщення у разі надзвичайної ситуації; аварійні виходи – спеціалізовані виходи, які дозволяють залишити приміщення безпосередньо назовні (самостійно або з допомогою аварійно-рятувальних служб) у разі блокування основних шляхів доступу; при місткості укриття 16 і більше осіб, обов'язково передбачається щонайменше один аварійний вихід. Його слід розташовувати поза межами зон потенційних завалів, що можуть виникнути від руйнування навколишніх будівель, відповідно до вимог [15].

Вимоги до найпростіших укриттів нормативно не регламентовані. Водночас, відповідно до [16], такі укриття повинні бути об'єктами [15]: місцями для сидіння або лежання; резервуарами з питною та технічною водою (у разі відсутності централізованого водопостачання); контейнерами для зберігання харчових продуктів; виносними герметичними баками для нечистот (для приміщень без централізованого водовідведення); джерелами резервного штучного освітлення (електричними або газовими ліхтарями та іншими аналогами); первинними засобами пожежогасіння; комплектами для надання першої медичної допомоги; засобами комунікації та оповіщення (телефон, радіостанція, радіоприймач); шанцевим інструментом.

Вимоги до швидкозведених захисних споруд [10, 17]:

1) споруди мають розташовуватися таким чином, щоб забезпечувати оперативний доступ населення з прилеглих територій з урахуванням містобудівних і транспортних обмежень;

2) схеми повинні відповідати класам захисту (A-I – A-IV, П-1 – П-8), передбачати модульність і швидкий монтаж;

3) гарантування інклюзивного доступу: мінімізація перепадів висот на шляхах руху – не більше 20 мм (2 см) без улаштування пандуса чи підйомника; достатня ширина основних проходів – не менше 1,2 м, ширина входу (дверного прорізу) – не менше 0,9 м; улаштування пандусів (ухил – не більше 8 %, ширина полотна – не менше 1,2 м, наявність поручнів на висоті 0,7 та 0,9 м);

4) входи до ШЗПРУ обладнують дверима або щільними завісами передбачають тамбур;

5) конструкції входів повинні: забезпечувати захисні властивості споруди; витримувати розрахункові навантаження та високу температуру; гарантувати щільне примикання і вільне відчинення дверей навіть при осаді конструкцій;

6) для ШЗПРУ місткістю до 50 осіб можливий вертикальний чи похилий спуск з тамбуром і герметичною кришкою;

7) мають бути захищені від затоплення дощовими водами та іншими рідинами у разі пошкодження наземних ємностей;

8) відстань до мереж водо-, тепло- та каналізаційних систем: при діаметрі трубопроводів до 200 мм – не менше ніж 5 м; при діаметрі понад 200 мм – не менше ніж 15 м;

9) неможливість розташування на підвищених територіях на об'єктах з хімічно небезпечними речовинами;

10) за рівнем заглиблення проектують: заглиблені (перекриття на рівні землі); напівзаглиблені (перекриття виступає не більше ніж на 1 м);

11) вимоги до висоти приміщень: при двоярусних нарах – не менше 2,15 м; при одноярусних – не менше 1,85 м;

12) площа підлоги на одну особу – 0,5 м²;

Конструктивні рішення сховищ передбачають забезпечення гарантованої герметичності. Забезпечення цього параметра досягається шляхом [8, 13]: виконання будівельних робіт з високим рівнем технологічної якості відповідно до чинних нормативів і стандартів приймання; зведення до мінімуму кількості прорізів та зменшення розмірів вхідних, вибухозахисних і технологічних елементів. У випадку застосування збірних залізобетонних конструкцій необхідно забезпечувати герметичність стиків між елементами та їх з'єднаннями з перекриттями і підлогою. Герметизацію виконують із зовнішнього боку до влаштування гідроізоляційного шару, застосовуючи повітронепроникні матеріали без основи (ізол, поліетилен, полівінілхлоридний пластикат тощо). У проектуванні перекриттів сховищ доцільно застосовувати балкову схему з опиранням ригелів на колони або безбалкову систему. Використання внутрішніх несучих стін поздовжнього й поперечного напрямів можливе лише за наявності обґрунтованих техніко-економічних підстав.

Несучі елементи мають бути розраховані на вплив ударної хвилі та забезпечувати необхідну міцність відповідно до класу захисту. Переважним вважається поздовжнє розташування ригелів, що дає змогу зменшити кількість складних вузлів і підвищити ефективність роботи стін під дією різноспрямованих навантажень. Залізобетонні стіни, що виступають над поверхнею ґрунту або розташовані біля входів і незасипаних ділянок перекриттів, при товщині 50 см і менше повинні бути обладнані теплоізоляційним шаром. Вибір конструктивної схеми вбудованих сховищ здійснюється з урахуванням особливостей несучих елементів будівлі, до складу якої вони інтегруються, а також на основі техніко-економічного аналізу планувальних рішень, що забезпечують ефективне використання приміщень у мирний час. Найбільш доцільним є застосування каркасної схеми, тоді як безкаркасна допускається лише за умови належного обґрунтування [10, 13].

Проектування сховищ може передбачати використання таких схем: каркасно-панельної з повним каркасом (КППК); каркасно-панельної з неповним каркасом (КПНК); без каркасної (БК).

У каркасних спорудах усі вертикальні та горизонтальні навантаження сприймаються системою стійок, прогонів і балок, що утворюють просторово жорсткий каркас. Така конструкція дозволяє ефективно розподіляти навантаження, зменшувати товщину огорожувальних елементів та полегшує монтаж інженерних мереж. Заповнення простору між елементами каркаса здійснюється панелями, що виконують додаткові захисні функції та забезпечують герметичність приміщення.

Безкаркасні споруди використовують стіни як основні несучі та огорожувальні елементи одночасно. Вони повинні мати достатню міцність для сприйняття навантажень і водночас забезпечувати герметичність та захист від зовнішніх впливів, включно з вибуховою хвилею та проникаючим випромінюванням [6, 10, 13].

При застосування каркасної системи, що характеризується підвищеною пружністю та здатністю до демпфування дії вибухових навантажень, перевага надається монолітним залізобетонним конструкціям, проте допускається використання типових збірних елементів із додатковим підсиленням. Застосування стінової схеми можливе лише за умови її технічного обґрунтування.

При проектуванні вузлів з'єднання каркасних елементів надземної частини будівлі зі сховищем необхідно передбачити вільне спирання конструкцій на перекриття захисної споруди. Для забезпечення просторової жорсткості каркасу під час експлуатаційних навантажень у нових будівлях допускається формування жорстких стиків між надземними конструкціями та перекриттям сховища за умови, що останнє розраховане на можливе руйнування надземних елементів при особливому поєднанні навантажень без втрати власної міцності та герметичності.

Сховища переважно споруджуються із збірно-монолітного залізобетону, тоді як цегляні або кам'яні конструкції застосовуються рідше через обмежену здатність забезпечувати необхідний рівень захисту. Вибір матеріалу та конструктивної схеми визначається вимогами щодо класу захисту, доступністю будівельних ресурсів та екологічною доцільністю їх використання.

У більшості вбудованих сховищ, зведених у попередні періоди, спостерігається поєднання різних конструктивних рішень. Стіни часто виконані з цегли або бетонних блоків, іноді – зі збірних залізобетонних елементів. Для підвищення несучої здатності застосовується як горизонтальне, так і вертикальне армування. Перекриття здебільшого виконані зі збірних залізобетонних плит, які додатково укріплюються шаром монолітного бетону. Це забезпечує не лише підвищену міцність, але й додатковий рівень захисту від проникної радіації.

Для сховищ, підлога яких розташована на глибині до 2 м нижче рівня ґрунтових вод, допускається використання збірних залізобетонних конструкцій за умови надійного виконання гідроізоляції. Якщо глибина перевищує 2 м, зовнішні стіни та фундаментна плита повинні бути виконані виключно з монолітного залізобетону з обклеювальною гідроізоляцією. У такому випадку необхідно застосовувати індустріальні методи будівництва та забезпечувати безперервне укладання бетонної суміші.

У зонах можливого затоплення несучі конструкції виконуються лише з монолітного залізобетону з обклеювальною гідроізоляцією. Для найбільш навантажених ділянок згинальних та позacentрово-стиснутих елементів застосовують побічне армування у вигляді багаторядної поперечної арматури з кроком 10–15 d або поперечних сіток з кроком 50 мм.

Для зведення стін та піднесених колон, що розташовані окремо або інтегровані у перший поверх сховищ, допускається використання монолітних стрічкових залізобетонних фундаментів, орієнтованих у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Таке конструктивне рішення забезпечує необхідну стійкість та рівномірний розподіл навантажень.

З'єднання несучих стін і колон з елементами покриття та фундаментами повинно гарантувати просторову жорсткість усієї конструкції за умов впливу розрахункових та монтажних навантажень.

Перегородки слід виконувати з армованих матеріалів – армоцементу, залізобетону тощо – з використанням вогнестійких наповнювачів. Їхня конструкція та система кріплення до стін, колон і перекриттів повинні враховувати можливі інерційні зусилля, деформації несучих елементів та вертикальні осідання при дії розрахункових навантажень.

Двері електрощитової повинні бути протипожежними з класом вогнестійкості не менше 0,6 години, розмірами 0,8×1,8 м, відчинятися назовні та оснащуватися замками, що автоматично замикаються та можуть відчинятися з внутрішнього боку без ключа.

Вхідні прорізи слід обладнати захисно-герметичними або герметичними дверима, воротами та віконницями, що виготовляються відповідно до чинних норм. Закладні елементи для їх кріплення та для введів інженерних комунікацій проєктуються з урахуванням навантажень від ударної хвилі. Уздовж периметра закладних частин необхідно передбачати штупери з інтервалом 0,5 м для нагнітання розширювального цементного розчину з метою забезпечення герметичності.

Інженерні комунікації, що з'єднують сховище з іншими приміщеннями та забезпечують функціонування обладнання після дії розрахункового навантаження, повинні мати компенсаційні пристрої. Їх проєктування, як і конструкцію дверних прорізів, необхідно виконувати з урахуванням можливого осідання споруди до 15 см.

Фундаменти допускається виконувати стрічковими, стаканного типу або суцільними монолітними, залежно від умов залягання ґрунтових вод [6, 10, 13, 18, 19, 20].

Протирадіаційні укриття, розміщені у підвальних або цокольних рівнях будівель, зазвичай не потребують суттєвого додаткового укріплення огорожувальних конструкцій. Посилення необхідне лише для тих ділянок, які виступають над рівнем землі, а також у зонах прорізів. Усі отвори, за винятком входів, мають бути заздалегідь пристосовані для герметичної закладки у разі переведення об'єкта в режим укриття. Для цього використовуються матеріали, що забезпечують захисні властивості, еквівалентні основним конструкціям споруди, зокрема бетон, цегла або ущільнений ґрунт, що вимагає чіткого визначення розрахункової товщини захисного шару та розробки інструкцій щодо швидкого монтажу цих захисних елементів.

Кількість входів визначається місткістю укриття, проте вона не може бути меншою ніж два, кожен з яких має мати мінімальну ширину 0,8 м. Виняток становлять споруди з місткістю до 50 осіб, де допускається наявність лише одного основного входу, за умови облаштування додаткового аварійного виходу. Такий вихід може бути виконаний у вигляді люка розміром не менше 0,6 × 0,9 м з вертикальною драбиною або отвору розміром 0,7 × 1,5 м із спеціальним пристроєм для евакуації [2, 6, 13].

Для підвищення захисних властивостей укриттів, розташованих у підвалах, цокольних поверхах або у верхніх рівнях будівель застосовуються такі інженерні рішення [6, 21, 12]: встановлення пристінних екранів з каменю чи цегли, а також укладання мішків із ґрунтом біля зовнішніх стін на висоту до 1,7 м від рівня підлоги; обвалування виступних частин стін підвалів чи льохів на всю їх висоту; нанесення додаткового шару ґрунту на перекриття з одночасним монтажем підтримувальних балок та стояків; закладання непотрібних прорізів та встановлення внутрішніх захисних стінок-екранів біля входів. Усі зазначені заходи впроваджуються у період переведення приміщення на режим укриття. Дверні прорізи обладнуються стандартними дверима, але в зонах можливих слабких руйнувань передбачаються пристрої для фіксації дверного полотна у відкритому положенні під час впливу ударної хвилі. У випадках, коли ПРУ розташоване на перших поверхах, захисні параметри стін додатково підсилюються екранами із щільних матеріалів, закладкою прорізів і захисною обсіпкою перекриттів. У багатоповерхових будівлях перекриття самі по собі виконують функцію зниження рівня радіоактивного опромінення до допустимих значень. Для підвищення захищеності входів застосовують стінки-екрани або конструктивні рішення з поворотом проходу під прямим кутом [6, 10].

Зовнішні огорожувальні конструкції швидкозведених захисних споруд повинні забезпечувати [6, 21]: необхідні захисні властивості та загальну просторову жорсткість об'єкта, яка критично важлива для стійкості конструкції під час дії динамічних навантажень; мінімізацію застосування складних технологічних процесів. Конструктивні рішення стін зі збірних залізобетонних елементів або лісоматеріалів мають гарантувати надійне спирання перекриттів на вертикальні несучі елементи, що може досягатися методом розпірних рам.

Внутрішні поверхні стін та перекриттів не оздоблюють; кам'яні, бетонні та залізобетонні елементи підлягають білінню. У разі відсутності суцільної огорожі по низу підлоги ґрунт має бути вирівняний і ретельно утрамбований для мінімізації пилоутворення та дотримання санітарних вимог. Елементи входів мають гарантувати цілісність захисної оболонки, стійкість несучих елементів до розрахункових навантажень і високотемпературних впливів, а також герметичність і надійність примикання дверей з урахуванням можливого осідання перекриття. Конструктивні матеріали елементів входу повинні бути ідентичними до матеріалів огорожувальних конструкцій основного приміщення.

Організація входів і спусків здійснюється з урахуванням доступності для маломобільних груп населення, зокрема осіб з інвалідністю [11]; ґрунтові спуски обладнуються трапами з вологостійких матеріалів. Для запобігання втраті просторової цілісності перекриття під дією повітряної вибухової хвилі необхідно забезпечити його жорстке з'єднання зі стінами споруди, що є критично важливим для ефективної передачі динамічних навантажень на несучі елементи та запобігання відриву перекриття. Герметизацію та гідроізоляцію перекриттів та стін виконують шаром м'якої глини завтовшки 10 см, укладеної з ухилом від осі споруди та подальшим пошаровим утрамбуванням ґрунту. Стінові конструкції ізолюють зовні під час засипання котловану або ущільнюють зволженим ґрунтом товщиною 10–15 см (загалом не менше 25 см). Для швидкозведених споруд гідроізоляцію здійснюють укладанням рулонного матеріалу у два шари по ґрунтовій основі 15–20 см. Дозволяється застосування сучасних матеріалів для бетонних і кам'яних огорожувальних конструкцій. Обов'язковим є облаштування водовідвідних і дренажних систем [6, 13, 17, 22].

Виходячи з проведеного аналізу об'ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту (ЗСЦЗ), можна запропонувати наступні напрями їх удосконалення.

Напрями удосконалення об'ємно-планувальних рішень ЗСЦЗ:

1) інтегровані системи життєзабезпечення [23]: покращення ефективності включає використання вентиляційних систем із рекуперацією тепла для енергоощадності, а також резервних джерел живлення, здатних підтримувати автономну роботу сховища понад 48 годин;

2) планування евакуаційних шляхів [24]: ефективна організація шляхів евакуації є критичною для безпеки людей, планування передбачає мінімізацію часу виходу до безпечної зони, уникнення перехрещення потоків людей та забезпечення доступу до аварійних виходів із будь-якої точки приміщення;

3) цифровий моніторинг та автоматизація [25]: запровадження сенсорів (контроль герметичності, параметрів повітря, температури) і дистанційне керування життєвими системами допомагають швидко реагувати на аварійні ситуації та зменшують потребу у фізичному обслуговуванні.

Напрями удосконалення конструктивних рішень ЗСЦЗ:

1) сучасні матеріали та підвищена міцність [26, 27]: використання композитів і високотехнологічного бетону для стін і перекриттів (армовані волокном полімери забезпечують високу ударостійкість конструкцій при зменшеній масі, вирізняються корозійною стійкістю та сприяють підвищенню швидкості монтажу будівельних елементів);

2) оптимізація геометрії для розсіювання ударної хвилі:

використання геометричних бар'єрів для демпфування удару: геометричні бар'єри (наприклад, зигзагоподібні або перфоровані перегородки) можуть значно знижувати силу

ударної хвилі шляхом багаторазового відбиття та дифракції, що сприяє енергодефрагментації хвилі [28];

використання архітектурно-структурних вигинів та кривих поверхонь: криві поверхні конструкцій (наприклад, аркові фасади чи оболонки) знижують навантаження від ударної хвилі – за рахунок того, що хвиля не відбивається перпендикулярно, а «скочує» по поверхні, що зменшує силу удару [29].

Висновки

За результатами проведених досліджень встановлено, що сучасні тенденції розвитку будівельних технологій, використання високотехнологічних матеріалів та композитів дозволяють підвищити ударостійкість і водночас зменшити масу конструкцій, що сприяє скороченню термінів монтажу. Застосування аркових і криволінійних форм знижує концентрацію напружень та амплітуду вибухових хвиль. Удосконалення об'ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту передбачає інтеграцію систем життєзабезпечення та автоматизації, оптимізацію евакуаційних шляхів і цифровий моніторинг параметрів. Впровадження новітніх технологій, адаптація іноземного досвіду та урахування національних будівельних норм сприятимуть значному підвищенню безпеки, функціональності та стійкості захисних споруд в умовах виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій різного характеру.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI : станом на 12 вер. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (дата звернення: 03.12.2025).
2. Семко О., Філоненко О., Зигун А. Основи проектування захисних споруд цивільного захисту : навч. посіб. Полтава : Астрая, 2024. 121 с.
3. Про схвалення Стратегії розвитку фонду захисних споруд цивільного захисту на період до 2034 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 04.03. 2025 р. № 183-р : станом на 29 жовт. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/183-2025-p#Text> (дата звернення: 04.12.2025).
4. ДСТУ 8773:2018. Склад та зміст розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту в складі проектної документації на будівництво об'єктів. Основні положення: чинний від 2019-07-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 27 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84485 (дата звернення: 14.12.2025).
5. Цивільний захист : підручник / О. І. Запорожець та ін. Київ : Центр учб. літ., 2020. 264 с.
6. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту: чинний від 2023-04-01. Вид. офіц. Київ : М-во розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 80 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=104666 (дата звернення: 08.12.2025).
7. Гетун Г., Безклубенко І., Соломін А., Баліна О. Особливості об'ємно-планувальних рішень захисних споруд цивільного захисту. *Сучасні проблеми Архітектури та*

- Містобудування*. 2023. № 67. С. 203–220. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.203-220>.
8. Зигун А. Ю., Николаєнко Д. М. Про проектування та будівництво об'єктів цивільного захисту. *Збірник матеріалів 76-ї наукової конференції професорів, викладачів, наук. працівників, аспірантів та студентів ун-ту* : тези доп., 14 травня – 23 травня 2024 р., м. Полтава / Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка. Полтава, 2024. Т. 1. С. 175–177.
 9. Про порядок створення, утримання фонду захисних споруд цивільного захисту : Постанова Кабінету Міністрів України від 10.03.2017 р. № 138 : станом на 02 січ. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/138-2017-п#Text> (дата звернення: 14.12.2025).
 10. Особливості конструктивних рішень захисних споруд цивільного захисту : навч. посіб. / М. Ільченко та ін. Черкаси, 2022. 130 с.
 11. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення: чинний від 2025-05-06. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 76 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78891 (дата звернення: 06.12.2025).
 12. Методичні рекомендації щодо організації укриттів фонду захисних споруд цивільного захисту. *Державна служба України з надзвичайних ситуацій* URL: <https://dsns.gov.ua/upload/6/1/7/3/8/8/V664V79YQEyPpn5fJXZ5mInpYzp56m7ARpM1nA/WJ.pdf> (дата звернення: 03.12.2025).
 13. Збірник наукових розробок планувальних та конструктивних рішень споруд цивільного захисту : монографія / А. В. Гасенко та ін. Полтава : Астрыя, 2023. 209 с.
 14. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги : технічні норми, правила і стандарти: чинний від 2023-04-20. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 41 с. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-88> (дата звернення: 14.12.2025).
 15. ДБН В.1.2-4:2019. Система надійності та безпеки в будівництві. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони): чинний від 2019-08-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2020. 29 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=86307 (дата звернення: 06.12.2025).
 16. Про затвердження вимог з питань використання та обліку фонду захисних споруд цивільного захисту : Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 09.07.2018 р. № 579. Зареєстр. в М-ві юстиції України 30.07.2018 р за № 879/32331 : станом на 14 жовт. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0880-18> (дата звернення: 12.12.2025).
 17. ДСТУ 9195:2022. Швидкоспоруджувані захисні споруди цивільного захисту модульного типу. Основні положення: чинний від 2023-03-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 21 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=97839 (дата звернення: 11.12.2025).
 18. ДСТУ 9107:2021. Захисні споруди цивільного захисту. Методи випробування: чинний від 2022-02-01. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2021. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=95567 (дата звернення: 12.12.2025).
 19. Kyryliak M., Babii Y., Lobodanov M., Blikharskyi Z. Increasing the Effectiveness of Civil Protection by the Design Optimizing: The Review. *Theory and Building Practice*. 2024. No. 1. P. 69–79. DOI: <https://doi.org/10.23939/jtbp2024.01.069>
 20. Jörgen A., Łątka J. F., Tarczewski R., Szcześniak Z., Pieńko B., Morales-Beltran M., Gromek D., Kosztołowicz L. Design of Shelters for Civilians in the Event of Armed Conflict: State of the Art and Contemporary Design Guidelines. *Środowisko Mieszkalniowe = Housing Environment*. 2025. Vol. 52, No. 3. P. 91–105. <https://doi.org/10.2478/he-2025-0019>

21. Тема 8. «Захисні споруди цивільного захисту: сховища, укриття. Підвищення захисних властивостей підвалів та погребів». *Навч.-метод. центр цивіл. захисту та безпеки життєдіяльності при Державна служба України з надзвичайних ситуацій*. URL: <https://nmc.dsns.gov.ua/upload/9/2/5/9/2020-10-28-tema-8-zaxisni-sporudi.pdf> (дата звернення: 03.12.2025).
22. Беліков А. С., Налісько М. М., Подкопаєв С. В., Шіба О. В., Журбенко В. М. Використання захисних модульних споруд та захист населення в умовах воєнного стану на території України. *Україн. журн. буд-ва та архіт.* 2025. № 2 (026). С. 7–17. <https://doi.org/10.30838/UJCEA.2312.270425.07.1138>.
23. Ghaderi M., Reddick C., Sorin M. A Systematic Heat Recovery Approach for Designing Integrated Heating, Cooling, and Ventilation Systems for Greenhouses. *Energies*. 2023. Vol. 16, no. 14. Art. 5493. <https://doi.org/10.3390/en16145493.16145493>.
24. Ma G., Wang Y., Jiang S. Optimization of Building Exit Layout: Combining Exit Decisions of Evacuees. *Advances in Civil Engineering*. 2021. no. 1. Art. 6622661. <https://doi.org/10.1155/2021/6622661>.
25. Madolia J., Rawat P., Pandey S., Patet N. Ensuring Resident Well-Being: IoT Solution for Shelter Home Security and Welfare. *2023 International Conference on Power Energy, Environment & Intelligent Control (PEEIC)*. Dec. 2023. P. 238–242. <https://doi.org/10.1109/PEEIC59336.2023.10450941>.
26. Khodadadi N., Roghani H., Harati E., Mirdarsoltany M., De Caso F., Nanni A. Fiber-reinforced polymer (FRP) in concrete: a comprehensive survey. *Construction and Building Materials*. 2024. Vol. 432. Art. 136634. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.136634>.
27. Pham T., Hao H. Review of Concrete Structures Strengthened with FRP Against Impact Loading. *Structures*. 2016. Vol. 7. May. 40 p. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2016.05.003>.
28. Hajek R., Foglar M., Fládr J. Influence of barrier material and barrier shape on blast wave mitigation. *Construction and Building Materials*. 2016. Vol. 120. P. 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.078>.
29. Isaac O., Alshammari O. G. M., Pickering E. G., Clarke S. D., Rigby S. E. Blast wave interaction with structures – An overview. *International Journal of Protective Structures*. 2022. Vol. 14, No. 3. P. 1–47. <https://doi.org/10.1177/20414196221118595>.

References

1. Civil Protection Code of Ukraine: Law of Ukraine dated 02.10.2012 No. 5403-VI: as of 12 September 2025. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (accessed December 03, 2025).
2. Semko, O., Filonenko, O. & Zygun, A. (2024). Fundamentals of civil defence shelter design: textbook. Poltava: Astraya.
3. On approval of the Strategy for the Development of Civil Protection Structures for the period up to 2034 and approval of the operational plan for its implementation: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 04.03.2025 No. 183-r: as of 29 October 2025. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/183-2025-p#Text> (accessed December 04, 2025).
4. DSTU 8773:2018. Composition and content of the section on civil protection engineering and technical measures in the project documentation for the construction of facilities. Main provisions: effective from 01.07.2019. Available from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84485 (accessed December 14, 2025).
5. Zaporozhets, O. I. et al. (2020). Civil Protection: Textbook. Kyiv: Centre for Educational Literature.

6. DBN V.2.2-5:2023. Civil defence structures: effective from 01-04-2023. Available from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=104666 (accessed December 08, 2025).
7. Getun, G., Bezkuhenko, I., Solomin, A. & Balina, O. (2023). Features of spatial planning solutions for civil defence structures. *Contemporary Problems of Architecture and Urban Planning*, 67, 203–220. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.203-220>.
8. Zigun, A. Yu., & Nikolaienko, D. M. (2024). On the design and construction of civil defence facilities. Collection of materials from the 76th scientific conference of professors, lecturers, researchers, postgraduates and students of the university: abstracts, 14 May – 23 May 2024, Poltava / Yuri Kondratyuk National University. Poltava.
9. On the procedure for creating and maintaining a fund for civil protection structures: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 138 dated 10 March 2017: as of 2 January 2025. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/138-2017-n#Text> (accessed December 14, 2025).
10. Ilchenko, M. et al. (2022). Features of structural solutions for civil defence structures: textbook. Cherkasy.
11. DBN V.2.2-40:2018. Accessibility of buildings and structures. Basic provisions: effective from 06 May 2025. Available from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78891 (accessed December 06, 2025).
12. Methodological recommendations for the organisation of shelters for the civil defence protective structures fund. State Emergency Service of Ukraine. Available from: <https://dsns.gov.ua/upload/6/1/7/3/8/8/V664V79YQEyPpn5fJXZ5mInpYzp56m7ARpM1nA WJ.pdf> (accessed December 03, 2025).
13. Gasenko, A. V. et al. (2023). Collection of scientific developments in planning and design solutions for civil defence structures: monograph. Poltava: Astraya.
14. DBN V.1.1-7:2016. Fire safety of construction objects. General requirements: technical norms, rules and standards: effective from 2023-04-20. Available from: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-88> (accessed December 14, 2025).
15. DBN V.1.2-4:2019. Reliability and safety system in construction. Engineering and technical measures for civil protection (civil defence): effective from 01-08-2019. Available from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=86307 (accessed December 06, 2025).
16. On approval of requirements for the use and accounting of civil protection structures: Order of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine dated 09.07.2018 No. 579. Registered with the Ministry of Justice of Ukraine on 30 July 2018 under No. 879/32331: as of 14 October 2025. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0880-18> (accessed December 12, 2025).
17. DSTU 9195:2022. Rapidly constructed modular civil defence structures. Basic provisions: effective from 01 March 2023. Available from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=97839 (accessed December 11, 2025).
18. DSTU 9107:2021. Civil defence structures. Test methods: effective from 2022-02-01. Available from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=95567 (accessed December 12, 2025).
19. Kyrlyiak, M., Babii, Y., Lobodanov, M. & Blikharskyi, Z. (2024). Increasing the Effectiveness of Civil Protection by the Design Optimizing: The Review. *Theory and Building Practice*, 1, 69–79. <https://doi.org/10.23939/itbp2024.01.069>
20. Jörger, A., Łątka, J. F., Tarczewski, R., Szcześniak, Z., Pieńko, B., Morales-Beltran, M., Gromek, D. & Kosztołowicz, L. (2025). Design of Shelters for Civilians in the Event of Armed Conflict:

- State of the Art and Contemporary Design Guidelines. *Środowisko Mieszkaniowe = Housing Environment*, 52(3), 91–105. <https://doi.org/10.2478/he-2025-0019>
21. Topic 8. «Civil defence structures: shelters, refuges. Improving the protective properties of basements and cellars». Educational and methodological centre for civil defence and life safety at the State Emergency Service of Ukraine. Available from: <https://nmc.dsns.gov.ua/upload/9/2/5/9/2020-10-28-tema-8-zaxisni-sporudi.pdf> (accessed December 03, 2025).
 22. Belikov, A. S., Nalysko, M. M., Podkopaev, S. V., Shiba, O. V. & Zhurbenko V. M. (2025). Use of protective modular structures and protection of the population in conditions of martial law on the territory of Ukraine. *Ukrainian Journal of Construction and Architecture*, 2(026), 7–17. <https://doi.org/10.30838/UJCEA.2312.270425.07.1138>.
 23. Ghaderi, M., Reddick, C. & Sorin, M. A. (2023). Systematic Heat Recovery Approach for Designing Integrated Heating, Cooling, and Ventilation Systems for Greenhouses. *Energies*, 16(14), 5493. <https://doi.org/10.3390/en16145493>.
 24. Ma, G., Wang, Y. & Jiang, S. (2021). Optimization of Building Exit Layout: Combining Exit Decisions of Evacuees. *Advances in Civil Engineering*, 1, 6622661. <https://doi.org/10.1155/2021/6622661>
 25. Madolia, J., Rawat, P., Pandey, S. & Patet N. Ensuring Resident Well-Being: IoT Solution for Shelter Home Security and Welfare. *2023 International Conference on Power Energy, Environment & Intelligent Control (PEEIC)*. Dec. 2023. P. 238–242 <https://doi.org/10.1109/PEEIC59336.2023.10450941>
 26. Khodadadi N., Roghani H., Harati E., Mirdarsoltany M., De Caso F., Nanni A. Fiber-reinforced polymer (FRP) in concrete: a comprehensive survey. *Construction and Building Materials*. 2024. Vol. 432. Art. 136634. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.136634>
 27. Pham T., Hao H. Review of Concrete Structures Strengthened with FRP Against Impact Loading. *Structures*. 2016. Vol. 7. May. 40 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2016.05.003>
 28. Hajek R., Foglar M., Fládr J. Influence of barrier material and barrier shape on blast wave mitigation. *Construction and Building Materials*. 2016. Vol. 120. P. 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.078>
 29. Isaac O., Alshammari O. G. M., Pickering E. G., Clarke S. D., Rigby S. E. Blast wave interaction with structures – An overview. *International Journal of Protective Structures*. 2022. Vol. 14, No. 3. P. 1–47. <https://doi.org/10.1177/20414196221118595>