

Любич В. В.

ФОРТИФІКАЦІЙНІ ЕЛЕМЕНТИ У СИСТЕМІ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ МІСТ І ГРОМАД

Анотація. У роботі розглядаються фортифікаційні елементи як складова системи інженерного захисту міст і громад. Аналізу підлягають конструктивні та технологічні особливості фортифікаційних споруд, їх роль у забезпеченні безпеки населення та критично важливої інфраструктури, а також ефективність застосування сучасних матеріалів і технологій. Особлива увага приділяється оцінці інтеграції фортифікаційних елементів у комплексну систему інженерного захисту та використанню цифрових методів проектування для підвищення ефективності захисних заходів.

Ключові слова: фортифікаційні елементи, інженерний захист, місто, громадська безпека, захисні споруди, сучасні матеріали, цифрове проектування, життєвий цикл споруди.

Abstract. This paper examines fortification elements as part of the engineering protection system of cities and communities. It analyzes the structural and technological features of fortification structures, their role in ensuring the safety of the population and critical infrastructure, and the effectiveness of using modern materials and technologies. Special attention is paid to the integration of fortification elements into a comprehensive engineering protection system and the use of digital design methods to enhance the effectiveness of protective measures.

Keywords: fortification elements, engineering protection, city, community safety, protective structures, modern materials, digital design, facility lifecycle.

Захист населення та критично важливих об'єктів від зовнішніх і внутрішніх загроз є одним із ключових завдань системи цивільного захисту. Фортифікаційні елементи, як структурна складова інженерного захисту, відіграють важливу роль у підвищенні стійкості міст та громадських об'єктів до можливих загроз, включаючи військові конфлікти, терористичні акти та надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру. До фортифікаційних елементів належать укріплення, протитанкові перешкоди, бункери, окопи, бліндажі, загородження, протипожежні бар'єри та інші інженерні споруди, що забезпечують захист населення та стратегічних об'єктів інфраструктури.

Сучасні підходи до проектування фортифікаційних елементів включають використання високотехнологічних матеріалів, таких як композитні, полімерні та армовані бетони, що забезпечують підвищену стійкість до механічних, вибухових та хімічних впливів. Цифрове проектування та застосування BIM-технологій дозволяють створювати інтегровані моделі фортифікаційних споруд, що включають архітектурні, конструктивні та інженерні параметри, а також оцінювати ефективність захисних заходів у різних сценаріях загроз. Такий підхід забезпечує більш точне планування ресурсів, підвищує якість будівництва та експлуатації споруд, а також дозволяє проводити оперативні корекції проектів у разі зміни умов загрози.

Інтеграція фортифікаційних елементів у систему інженерного захисту передбачає комплексне поєднання фізичних бар'єрів із системами спостереження, контролю доступу, сигналізації та комунікацій. Це дозволяє підвищити ефективність охорони міст і громад, забезпечити своєчасне реагування на надзвичайні ситуації та мінімізувати потенційні збитки. У практиці цивільного захисту важливим є також врахування психологічного впливу фортифікаційних споруд на населення та забезпечення умов для безпечної евакуації у разі надзвичайних ситуацій.

Міжнародний досвід свідчить про ефективність комплексного застосування фортифікаційних елементів у поєднанні з сучасними технологіями та нормативними стандартами. Наприклад, у країнах ЄС та США застосовуються інтегровані системи захисту міст, які поєднують фізичні укріплення, цифрові системи моніторингу та адаптивне управління інфраструктурою. В Україні впровадження подібних практик може значно

підвищити стійкість критично важливих об'єктів та готовність громад до надзвичайних ситуацій.

Отже, фортифікаційні елементи є невід'ємною складовою системи інженерного захисту міст і громад, а інтеграція сучасних матеріалів, цифрових технологій і міжнародного досвіду забезпечує підвищення ефективності захисних заходів, безпеки населення та стійкості критично важливої інфраструктури.

Список використаних джерел:

1. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Wiley, 2018.
2. Volk R., Stengel J., Schultmann F. *Building Information Modeling (BIM) for Existing Buildings — Literature Review and Future Needs*. Automation in Construction, 2014, Vol. 38, pp. 109–127.
3. Succar B. *Building Information Modeling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders*. Automation in Construction, 2009, Vol. 18, pp. 357–375.
4. Ministry of Emergency Situations of Ukraine. *Guidelines for Civil Protection Structures and Shelter Design*, Kyiv, 2021.
5. European Committee for Standardization (CEN). *Standards for Civil Protection and Emergency Planning*, Brussels, 2019.
6. Kensek K., Noble D. *Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice*. John Wiley & Sons, 2014.
7. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. *Disaster Risk Reduction and Resilient Infrastructure*. UNDRR, 2020.

Любич Володимир Володимирович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com.

Lyubich Volodymyr V. – lecturer at the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com.