

**ПРИНЦИПИ БЕЗПЕКИ ТА ЗАХИСТУ
В АРХІТЕКТУРІ**

**PRINCIPLES FOR SAFETY AND SECURITY
IN ARCHITECTURE**

Keywords: building safety, resilient construction,
weapon impact, security planning, war destruction.

Ключові слова: безпека будівель, стійке будів-
ництво, вплив зброї, планування безпеки, військові
руйнування.

*Prof., Dr., Architekt und Verleger
Meuser Architekten, Berlin
O. M. Beketov University for Urban Economy,
Kharkiv*

*Проф., д-р, архітектор і видавець
Meuser Architects, Берлін
Харківський національний університет міського
господарства ім. О. М. Бекетова*

<https://doi.org/10.23939/sa2025.01.049>

Abstract

The rise of advanced terrorist threats has escalated the implications of human violence, shifting from traditional forms to new expressions enabled by technology. While dangers such as natural disasters and urban hazards are not novel, their frequency and severity have increased due to environmental exploitation. The core issue lies not in new dangers but in evolving their manifestations, emphasizing humanity's innate drive for protection and safety, historically demonstrated through community-based efforts like city fortifications.

Building safety has also evolved significantly, with historical measures, such as regulations following devastating fires, highlighting the ongoing need for architectural safety concerning both external and internal threats. Prominent principles, such as Rainer von zur Mühlen's Ten Principles of Safety Planning, guide the contemporary construction of buildings where aesthetics must not overshadow functional safety. Historically, design philosophies like "form follows function" championed safety alongside aesthetics, as seen in the aftermath of the 1871 Chicago fire reshaping architectural practices.

In the context of contemporary conflicts, such as the destruction seen during the Russian invasion of Ukraine, new challenges in building safety arise. Engineers face the complex task of assessing structural integrity post-attack, balancing between ongoing risks and the necessity of evacuation. Current practices and lessons from previous civil defense methodologies become crucial in developing effective responses to the emerging threats posed by urban warfare.

Overall, this analysis emphasizes that as environments become more perilous, effective protection strategies must blend historical insights with innovative safety planning, reflecting an ongoing dialogue between architecture, community, and the evolving nature of threats.

Анотація

Зростання сучасних терористичних загроз призвело до ескалації наслідків насильства над людьми, яке перейшло від традиційних форм до нових проявів, що уможливилось завдяки технологіям. Хоча такі небезпеки, як стихійні лиха і міські загрози, не є новими, їхня частота і серйозність зросли через експлуатацію навколишнього середовища. Основна проблема полягає не в нових небезпеках, а в еволюції їхніх проявів, що підкреслює вроджене прагнення людства до захисту і безпеки, історично продемонстроване завдяки створеним зусиллями громад міським укріпленням.

Безпека будівель також істотно еволюціонувала, а історичні документи, такі як нормативні акти після руйнівних пожеж, підкреслюють постійну потребу в архітектурній безпеці щодо зовнішніх і внутрішніх загроз. Відомими принципами, такими як "Десять принципів безпечного планування" Райнера фон цур Мюлена, керуються під час сучасного будівництва: естетика не повинна затьмарювати функціональну безпеку. Історично склалося так, що філософія дизайну "форма слідує за функцією" відстоювала безпеку поряд з естетикою, як це було після пожежі 1871 р. в Чикаго, що змінила архітектурну практику.

У контексті сучасних конфліктів, таких як руйнування під час російського вторгнення в Україну, виникають нові виклики у сфері безпеки будівель. Перед інженерами постає складне завдання – оцінити структурну цілісність будівлі після нападу, балансує між поточними ризиками та необхідністю евакуації. Сучасні практики та уроки попередніх методологій цивільного захисту стають вирішальними для розроблення ефективних заходів реагування на нові загрози, що виникають під час ведення бойових дій у містах.

Загалом цей аналіз підкреслює: оскільки середовище стає все небезпечнішим, ефективні стратегії захисту повинні поєднувати історичні знання із інноваційним плануванням безпеки, відображаючи постійний діалог між архітектурою, громадою та мінливою природою загроз.

Постановка проблеми

Захисна функція завжди була характерною рисою архітектури. Ця функція поширена у світових мегаполісах, а також у передмістях, що розростаються, захоплюючи сільську місцевість. Змінилися лише види небезпеки, і можна стверджувати, що найбільш значуща загроза походить від людини, як прямо, так і опосередковано. Сьогодні в Європі ми знову стикаємося із терором і війною. Ця загроза змінила наші публічні простори. Як адаптувати нашу архітектуру без необхідності обмежувати усталену культуру життя?

Ми всі захищаємо себе щодня. Перше, що нас захищає, – наша власна шкіра. Другим шаром захисту є одяг, який ми носимо, щоб не замерзнути. Однак одяг – це більше, ніж просто захисний шар. Це ще й прикраса. Одяг може бути як функціональним, так і красивим, подібно до перших будинків, які люди побудували, коли вийшли із природних захисних зон печер та інших ранніх жител. Це були споруди із матеріалів, які пропонувала природа: глини, гілок, очерету, соломі та сипкого каміння. Коли люди почали перетворюватися із кочових мисливців-збирачів на осілих хліборобів і ремісників, вони почали будувати власний світ, паралельно до безпосереднього природного світу. Але в усьому, що люди робили, вони залишались пов'язаними із природними умовами. Дизайн людського житла, як і дизайн пташиного гнізда чи бобрової греблі, пов'язаний не лише із питаннями захисту. Житло – це структура, що відображає певний соціальний устрій. Будівництво житла перетворює людину на архітектора.

Архітектура ефективно виконує роль третьої шкіри, розмежовуючи певну територію та відмежовуючи внутрішнє від зовнішнього. Незалежно від використаних матеріалів, будівля є захисним шаром. Отже, архітектура автоматично втілює поняття захисту. Особливо це стосується специфічних місцевих структур і практик, таких як житло на палях або житло, що використовує навколишні географічні особливості. Такі тактичні міркування привели до розвитку традиційних і регіональних методів будівництва протягом історії. Багато з цих методів зникли через зміни у видах необхідного захисту. Однак вони все ж мають величезну освітню цінність для нас сьогодні, їх вивчають з наукового погляду.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Будівництво істотно впливає на формування штучного середовища життєдіяльності людини, якість її життя і виробничої діяльності. Будь-який будівельний об'єкт створюють, приймаючи рішення, пов'язані із втручанням у навколишнє середовище. Побудований об'єкт, як правило, являє собою також складну техногенну систему, яка за певних обставин перетворюється на джерело небезпечних впливів на людину і навколишнє середовище.

Питання безпеки експлуатації будівель і споруд, їх поведінку в умовах надзвичайних ситуацій досліджували О. В. Васильченко (Васильченко, 2010), О. І. Голоднов, Ю. А. Отрош, О. В. Король (Голоднов, Отрош, Король, 2019), О. А. Пахолюк, В. П. Самчук, О. С. Чапюк (Пахолюк, Самчук, Чапюк, 2022).

Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд визначені державними будівельними нормами України (ДБН В.1.2-9-2008., ДБН В.1.2-14-2009., ДБН В.1.2.2:2006).

Мета статті

Мета дослідження – вивчення закономірностей проєктування та зведення будівель і споруд, особливостей поведінки будівельних матеріалів і конструкцій у нормальних умовах та за дії небезпечних чинників надзвичайних ситуацій, прогнозування наслідків від дії техногенних чинників на безпеку будівель та споруд на стадії їх будівництва та експлуатації.

Виклад основного матеріалу

Терористи, здатні спустошувати цілі вулиці, надали людському насильству нових масштабів і форм вираження. Небезпека, яка походить від насильства, зовсім не нова, як і небезпеки, з якими ми стикаємося у повсякденному житті, наприклад, через дорожньо-транспортні пригоди. Однак із розвитком технологій вони набули нових форм. Природні катаклізми, такі як землетруси і повені, були завжди. Але катастрофи трапляються все частіше і частіше в багатьох місцях усього світу через втручання людства у природні екосистеми. Отже, аналізоване питання стосується не стільки захисту людей від нових небезпек, скільки захисту самих себе від нових проявів вже відомих небезпек. Стихійні лиха стають все серйознішими, оскільки почастишали. Але базове поняття захисту залишається незмінним: у центрі уваги – первісний імпульс людини до збереження, охорони та захисту.

Прагнення до захисту набувало різних форм протягом історії. До початку XIX ст., наприклад, захистом міста займалася уся міська громада: це була соціальна справа, і прагнення громади захистити себе втілювалося в міських стінах і бастіонах, які було видно здалеку. Розвиток цього колективного способу захисту можна простежити протягом століть: від ровів, частоколів і бастіонів до сучасних споруд, таких як Берлінська стіна (яку називають “антифашистським оплотом”) і кордон між Північною і Південною Кореєю зі “смугами смерті” і сторожовими вежами. Велика Китайська стіна – також приголомшливе історичне досягнення людського будівництва. У сучасній технологічно насиченій цивілізації, в якій відстані вже не відіграють великої ролі, вогнетривкі стіни вже давно перетворилися на брандмауери для цифрових систем.

Захист від небезпек, що походять із самої будівлі, також від самого початку був основним питанням безпеки, не менш важливим, ніж захист від зовнішніх загроз. Раніше іскри, що вилітали з відкритого каміна, становили пожежну небезпеку; сьогодні коротке замикання в електромережі з більшою ймовірністю може раптово спричинити пожежу. У такі моменти будинок – етимологічно пов’язаний з термінами “захищати”, “вкривати”, “огорожувати” – сам стає джерелом небезпеки. Правила безпеки, покликані запобігти таким небезпекам, можна простежити ще в будівельному законодавстві середньовічних міст, принаймні в Європі. Ці закони стосувалися як естетичної форми будівель, так і композиції міст загалом. Усі такі норми починалися з тих, що регулювали будівництво будинку чи споруди. Безпека будівлі також була пов’язана з безпекою громади – проти-пожежним захистом, транспортною безпекою та громадською санітарією. У XIV ст., після спустошливих пожеж, кам’яні фронтони та черепичні дахи стали обов’язковими в Європі. Еркери та перголи, які нависали, були або обмежені в розмірах, або повністю заборонені. Від самого початку будівельні норми враховували навіть інтер’єри будівель і розглядали вогонь як найбільшу загрозу в щільно забудованих, лабіринтових містах Середньовіччя. Вже тоді поставили вимогу, щоб каміни для промислового та ремісничого використання були розташовані поруч з кам’яною кладкою або кам’яною стіною завтовшки близько 40 сантиметрів і відокремлені від житлових приміщень.

Принципи планування безпеки

З плином часу нормативно-правові акти стають дедалі детальнішими. Основна їх мета завжди полягає в тому, щоб інтегрувати конкретні вимоги до безпеки будівельного проєкту у процес планування, незалежно від того, чи йдеться про банк, чи про посольство, не порушуючи необхідного рівня конфіденційності через надмірну прозорість. Десять принципів планування безпеки Райнера фон цур Мюлена слугують надійним помічником під час проєктування будівель, що потребують захисту¹.

¹ Rainer von zur Mühlen, *Sicherheits-Management: Grundsätze der Sicherheitsplanung*, Stuttgart, 2006.

Десять принципів планування безпеки, які сформулював Райнер фон цур Мюлен (Rainer von zur Mühlen):

- інтеграція планування безпеки на ранніх етапах;
- визначення цілей захисту та доступності;
- профілактика замість контролю пошкоджень;
- цілісне мислення та планування;
- еквівалентність захисту;
- ефективність установлених елементів безпеки;
- зменшення зовнішнього впливу на будівлю;
- комплексність концепції безпеки;
- практичність і сприйняття користувачами;
- передбачення майбутнього розвитку подій.

Інтеграцію цих принципів у проєктування та планування навряд чи можна відокремити від, можливо, найвідомішого принципу модернізму в архітектурі: форма слідує за функцією. Цей принцип, який визначив архітектор Луїс Генрі Салліван, майже завжди застосовують до суто естетичних питань, звертаючи мало уваги на безпеку як невід’ємну частину будівлі. Якщо ж будівля не є достатньо безпечною, вважають, що архітектори не впоралися з поставленим перед ними завданням, якою б прекрасною не була їхня робота. В ідеалі форма і функція повинні бути взаємопов’язані. Архітектори пізнього модерну часто забували, що естетика будівлі має поєднуватися з її призначенням. Це те, що відрізняє архітектуру, найцілеспрямованіше з візуальних мистецтв, від усіх інших мистецтв. Важливо зазначити, що функціональний стиль Л. Г. Саллівана був реакцією на спустошливу міську пожежу в Чикаго 1871 р., яка спонукала до таких заходів, як використання вогнестійких сталевих каркасних конструкцій і впровадження безпечних ліфтів. Відтак фасад будівлі повинен був відображати її призначення, а поверхи відповідати типовому офісному плануванню. На першому поверсі розміщували громадські приміщення, такі як магазини, а також шляхи доступу до офісних поверхів, розташованих вище. Верхній поверх був зарезервований для обслуговування будівлі. Це давало змогу уникнути зіткнення функцій, розташованих надто близько одна до одної. Л. Г. Салліван із чиказькою школою істотно вплинули на естетику та інженерні технології сучасних будівель. Просторові відносини, організаційні аспекти та функціональні зв’язки, що поєднують інтер’єр будівлі та її оточення, роблять вагомий внесок у її якість. Це також стосується будівельних матеріалів і того факту, що цілі захисту повинні бути реалістичними, достовірними і здійсненими; прості небезпеки необхідно усунути з самого початку. Будівельні матеріали, зокрема, відіграють важливу роль, коли йдеться про вимоги до захисту: від них очікують захисту від пожежі, злому і всіх видів вандалізму, зокрема графіті.

Після нападу на Всесвітній торговий центр у Нью-Йорку 11 вересня 2001 року питання “будувати, щоб захистити” набуло абсолютно нового значення. Відтоді поняття “безпека” майже завжди асоціюється із терміном “тероризм”. Це пов’язано з тим, що тероризм жорстоко виводить людей з рівноваги. Водночас сам термін не є новим: він походить від латинського дієслова *terrere*, що означає “лякати”, “тривожити”, а відповідний іменник *terror* означає “страх”, “переляк”. У повсякденному житті терор завжди асоціювався й асоціюється з ненормальними умовами. Винуватців ворожих дій, які порушують порядок, у минулому називали по-різному: “пірати”, “єретики”, “бандити”, “партизани” тощо. Нині терор став невід’ємною частиною сучасного життя, асоціюючись з воєнними діями, які здійснюються підступно, вириваючись назовні несподівано, подібно до того, як у повсякденному житті може статися дорожньо-транспортна пригода, проте наслідки терористичних актів набагато серйозніші. Терор – це неоголошена війна повсякденному життю, і його полем бою є вулиці. Ця “повсякденна війна” досягла успіху в перетворенні цивільних

технологій на смертоносну зброю, як під час теракту 11 вересня 2001 року, коли два літаки миттєво стали символом терору. Події 11 вересня створили новий прецедент у вираженні насильства, глобальне охоплення якого тепер можна порівняти лише із засобами масової інформації.

На провідних діячів суспільного життя нападали здавна, це завжди було частиною історії. Нова сторінка в історії тероризму розпочалася 24 грудня 1800 року, коли Наполеон Бонапарт, тодішній перший консул Франції, ледве врятувався від вибуху бомби. Політичні опоненти Наполеона підстерегли його карету в темному провулку Парижа по дорозі в оперу. Хоча такий вид насильства вважається неминучим ризиком для осіб, які обіймають певні державні посади, сьогодні спостерігаємо новий рівень: терористи вибирають своєю мішенню випадкових анонімних людей у публічних місцях. Що робити, коли легка вантажівка, начинена вибухівкою, прямує до будівлі в Багдаді, Кабулі чи Ісламабаді, вбиваючи десятки людей? Тероризм більше не вбачає відмінностей між своїми жертвами, як, наприклад, члени Фракції Червоної Армії (RAF).

Захист від терору. Як не парадоксально, мирні демонстрації та протести активістів можуть бути дуже корисними, коли йдеться про виявлення джерел загроз: вони здатні привернути увагу до прогалин у безпеці, скориставшись тим, що опиняються в центрі уваги ЗМІ. Традиційні концепції безпеки сьогодні доводиться переосмислювати. Адже ми живемо в епоху, коли кожна точка на Землі видима і практично доступна за допомогою Google та інших мереж передавання даних. Досє на ісламські терористичні мережі чітко показують, що вони сповна використовують віртуальні сервіси і технології. Як ми можемо захистити себе? Дебати про запобігання тероризму пронизані дивною і трагічною іронією: розмови про заходи захисту від тероризму, як і розмови про військовий план, розкривають секрети і зводять нанівець уже передбачені заходи захисту. Це означає, що дебати про запобігання тероризму повинні бути відкритими, а дискусія на цю тему повинна обмежуватися колами експертів; публічні дебати про заходи захисту повинні відбуватися щонайбільше як “метадискурс”. Публічний дискурс часто перетворює таємниці на публічне знання. Таємниця, однак, є важливим фактором безпеки. Водночас комунікація – життєво важлива і навіть необхідна умова успіху. Без обміну ідеями та поглядами не може бути прогресу.

Італійська кураторка Паола Антонеллі зробила важливий внесок у питання безпеки як проблеми дизайну кілька років тому своєю виставкою Safe: “Дизайн бере на себе ризик”. На виставці, що проходила в Музеї сучасного мистецтва в Нью-Йорку, близько 100 художників і дизайнерів демонстрували проекти безпечного середовища. Важливо, що їхні роботи чітко розмежовували поняття безпеки та захищеності. “Безпека” означає захист від людських помилок або насильницьких зовнішніх сил. З іншого боку, “безпека” означає вжиття активних заходів проти розумного і зловмисного ворога, який навмисно і цілеспрямовано спричиняє помилки в системах безпеки в конкретні моменти вразливості. Простіше кажучи, безпека означає утримання поза межами досяжності небезпеки – інакше кажучи, це профілактика.

Саме тому архітекторам недоречно задовольняти вимоги безпеки, будуючи споруди, схожі на відділення суворого режиму або навіть в’язниці. Концепція безпеки – яка охоплює все, від розташування будівель на ділянці до архітектури і таких деталей, як достатня кількість вогнегасників, – повинна бути не тільки фінансово життєздатною, але й практичною і прийнятною для користувачів. Це потребує балансу між запобіганням небезпеці, з одного боку, і створенням позитивної атмосфери, з іншого. Якщо будівля виглядає як в’язниця, вона відлякуватиме перехожих і зашкодить іміджу установи, яка в ній міститиметься. Посольство США в Берліні є прикладом того, як цього можна уникнути, навіть якщо будівля відповідає найвищим вимогам безпеки й оснащена прихованими стовпчиками та фермами заввишки 2,5 м. Тут система безпеки функціонує добре, тому що її майже не видно. Це як у природі: кігті кішки, зброя дельфіна та отруйні зуби змії також невидимі на перший погляд. Саме їхня невидимість робить ці системи захисту такими ефективними в природі, їх все частіше імітують у технологічних додатках у людському світі. Ефект невидимої несподіванки структур привів до падіння багатьох ворогів і загроз.

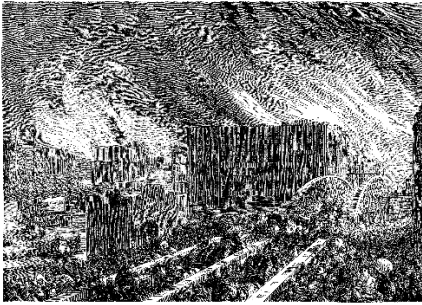


Рис. 1. Пожежа в Чикаго, 1871 р.
Джерело: Музей історії, Чикаго



Рис. 2. Вежі-близнюки в Нью-Йорку 11 вересня 2001 року.
Джерело: журнал "TIME"



Рис. 3. Перший в історії вибух бомби: невдалий замах на Наполеона Бонапарта напередодні Різдва 1800 р.
Гравюра на кольоровій мідній пластині, 1805 р.
Джерело: RMN-Grand Palais/
El Meliani

Хитрість полягає у маскуванні та обмані. Архітектура, навіть як практичне мистецтво, має широкий спектр параметрів проектування, ураховуючи структуру будівлі, вибір матеріалів, технічні деталі, що стосуються дверей і вікон, і це лише деякі з них. Фортеці минулих століть, як і сучасні будівлі, покликані демонструвати владу, показують, наскільки ефективним може бути вибір правильних матеріалів та їх розумне поєднання для створення цілісного ансамблю. Естетична та елегантна архітектура викликає повагу – навіть коли залишається непомітною. Це саме те, що уможливило розміщення установ із високими вимогами до безпеки в центрі міста. Багато в чому будівництво заради безпеки означає також будівництво заради екологічної стійкості: якщо на кону захист і безпека, то на кону також нормальність і повага. Мета тероризму полягає в тому, щоб викликати в суспільстві прямо протилежний ефект. І наш страх перед тероризмом породив небезпечний культ безпеки, як зазначає Елізабет Блум у своїй книзі "Нове місто" (Schöne Neue Stadt)². Майже маніакальне прагнення до нормальності, безпеки та невразливості призвело до постійного стану технологічного нагляду, контролю та реального чи уявного відчуття патерналізму.



Рис. 4. Посольство США в Лондоні: окремий моноліт, віддалений від центру міста. Бар'єри у вигляді ровів і водойм майже непомітні.
Джерело: Kieran Timberlake Architecture Planning Research

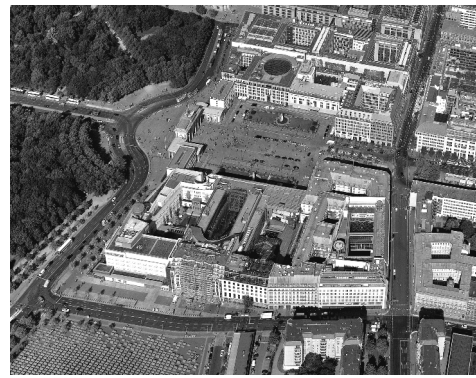


Рис. 5. Посольство США в Берліні: частина міської структури міста. Безпечна відстань забезпечується стовпчиками в публічному вуличному просторі.
Джерело: Філіп Меїзер

² Elisabeth Blum, *Schöne neue Stadt: Wie der Sicherheitswahn die urbane Welt diszipliniert*, Berlin/Basel/Boston, 2003.

Чи дійсно це саме те, чого хочуть досягти терористи? Їхня справжня мета полягає не в тому, щоб вбити якомога більше людей чи зруйнувати якомога більше будівель, а в тому, щоб виснажити суспільство. Якщо ми хочемо ефективно протистояти цій атмосфері страху, ми повинні знайти нові способи захисту людей у надійний і водночас спокійний спосіб, і це, безсумнівно, також передбачає добре сплановані будівлі.

Усі уроки терористичних атак останніх 25 років, які тривалий час вважали найбільшою загрозою громадському порядку на Заході, тепер відійшли на другий план. Якщо планування спеціально захищених будівель зазвичай відбувається в мирний час, то руйнування незахищених будівель під час війни просто паралізує, оскільки неминуче ставить перед нами питання про те, чи можна захистити житлові будинки від обстрілів, і якщо так, то як саме.

Збитки від зруйнованих житлових будинків. Використання ракет і важкого озброєння в російській агресивній війні проти України призводить до руйнувань у масштабах, небачених у Європі від часів Другої світової війни. Хоча сила вибухів часто руйнує одноповерхові житлові будинки, інженери документують схеми пошкоджень багатоповерхових будинків і висоток, які в кращому випадку абстрактно описані у військовій літературі або літературі з цивільної оборони. Однак реагування на надзвичайні ситуації потребує прийняття настільки складних рішень, що рятувальники повинні об'єднати всі свої знання в галузі будівельної інженерії, протипожежного захисту та матеріальної безпеки. У багатьох житлових будинках вони стикаються з опором мешканців. Інерційність структурної системи будівлі не завжди помітна після влучання ракети. Це означає, що оцінка впливу зброї стає балансуванням між ризиками подальшого використання будівлі та стражданнями і втратами, коли люди змушені евакуювати свої домівки (Damage to Destroyed Residential Buildings)³.

26 лютого 2022 року російська армія стояла біля воріт Києва. Сухопутні війська наступали з півночі, з Білорусі. Росіяни намагались протягом кількох днів захопити аеропорти та злітно-посадкові смуги навколо української столиці та перекинути в бій додаткові підрозділи повітрям. Однак незабаром стало зрозуміло, що неточність використовуваної зброї та недосвідченість її операторів можуть призвести до смертельних пасток для цивільного населення. О восьмій годині ранку ракета влучила у багатоповерхівку на вул. Лобановського, ба. Траєкторія польоту ракети свідчить про те, що її націлювали на аеропорт "Київ" (код IATA: IEV), розташований за кілометр на південний схід. Однак снаряд, можливо, крилата ракета "Іскандер", не вибухнув від удару, оскільки відсутні сліди горіння на чотирьох зруйнованих поверххах – від 16 до 19. Той факт, що на відеозаписах обстрілу видно спалах вогню, свідчить про силу влучання і розряд кінетичної енергії.

Відтоді 25-поверховий будинок стоїть пусткою. Інженери-будівельники на замовлення міської адміністрації рекомендували негайну евакуацію через ризик обвалу. Тим часом компанія, що займається знесенням, демонтувала фасади та внутрішні стіни над місцем вибуху. Якби не відсутні частини теплоізоляційної композитної системи нижніх поверхів і сталева опора, що прогнулася під навантаженням, як екстрений захід, людина, недосвідчена у будівництві, могла би сприйняти це як будівельний майданчик або проєкт переобладнання. Піднявшись на 18-й поверх, можна побачити масштаби руйнувань. Після аварії стінові панелі завтовшки 40 сантиметрів, які несуть вертикальні навантаження, виглядають як габіонні кошики. Лише сталева арматура все ще утримує розбиті бетонні уламки разом. Будівля не обвалилася, незважаючи на відсутність кута, який ніби відкусили, оскільки ця висотка має пряму несучу систему. Стінові панелі розташовані навколо жорсткого каркаса, який надає будівлі внутрішньої жорсткості. Заміна цих структурних елементів – головна мета будівельного проєкту, яким нині займаються місцеві інженери та будівельні компанії.

³ The German original of this part of the essay was published in *Bauwelt*, 22, 2022, pp. 22–25. It has been edited for this essay.

Архітектор Богдан Крижановський оцінює витрати, що фінансуються з фонду Київської міської адміністрації, в еквіваленті близько пів мільйона євро (на серпень 2022 р.). Його батькові, який жив в одній зі зруйнованих квартир, того ранку пощастило – він уже пішов на роботу. Двоє сусідів, однак, не вижили. Тепер за допомогою адвокатів Б. Крижановський хоче ініціювати військовий трибунал, хоча шансів на успіх небагато: “Якщо Росія хоче повернутися до міжнародного співтовариства, їй доведеться заплатити за свої злочини. Наразі це просто питання того, що треба просто жити далі й нічого не чекати”.

Межі будівельної безпеки. Фахівці з планування безпеки мають справу з безпекою будівель і захисними матеріалами. Якщо захист майна забезпечується за допомогою технологій відеоспостереження та персоналу і може бути адаптований до конкретної ситуації, то матеріальна безпека повинна бути орієнтована на певний сценарій ще до початку планування. Однак, оскільки небезпеки можуть змінюватися швидше, ніж планування, і будівництво може на них відреагувати, архітектори та інженери повинні урахувати найгірший сценарій. Як і у випадку з протипожежним захистом, мета завжди полягає у тому, щоб затримати нещасний випадок або напад і дати тим, хто шукає притулку, якнайбільше часу, щоб врятуватися або сховатися. Однак у випадку війни в Україні дуже мало будівель відповідають вимогам щодо захисту від бомб і ракет. Хоч будівельні норми ще з радянських часів визначають підвали житлових будинків як бомбосховища, люди майже безпорадні у разі раптових ударів. Від ракет захищають лише спеціальні конструкції з броньованої сталі, але навіть вони не витримують прямого влучання. Тому найкращим захистом від ракетної атаки є не максимальне укріплення фасаду, а заходи з уникнення такої атаки – своєчасна втеча або психологічно стресове постійне перебування у підземному бункері відповідної конструкції та глибини.

Формулювання загальноприйнятих керівних принципів або рекомендацій щодо захисту від вибухової зброї – особливо складне завдання. Навіть для будівель однакової конструкції ступінь руйнування залежить від типу зброї, вибухової речовини, кількості влучань і точної точки удару. Додатковим фактором є структурний стан будинку, в який влучає снаряд. Хоч більшу частину житлового фонду України можна звести до десятка типових серій і методів будівництва, досвід одного міста неможливо автоматично перенести в інше. Структурні розрахунки житлового будинку, в кращому випадку, розраховані на несучу здатність у випадку вибуху газу або пожежі. Не існує стандартного моделювання впливу крилатої ракети або авіабомби потужністю 500 кг вибухової сили, що пробиває залізобетонну плиту перекриття завширшки 2,5 м. Ефект зброї не залежить лінійно від її вибухової потужності. Навіть бомба з удвічі меншою вибуховою силою здатна пробити залізобетонну плиту завтовшки два метри. Жодна конструкція цивільної будівлі не витримає такої вибухової хвилі або жару високотемпературної пожежі, спричиненої вибухом. Однак ризик загибелі людей можна зменшити завдяки розумному плануванню та встановленню спеціально захищених компонентів. Про це свідчить порівняння сховищ в ізраїльському житловому будівництві. Якщо після заснування держави бункери для бомбосховищ будували в громадських місцях, то з 1970-х років будівельні норми передбачають, що підвальні поверхи повинні бути спроектовані як бомбосховища. Сьогодні стандартною практикою є виділення місця у власному будинку як сховища, захищеного залізобетонними стінами.

Архітектор Микола Морозов вважає, що таку норму потрібно внести, виправляючи українські будівельні норми: “У майбутньому краще планувати укриття безпосередньо в квартирах людей, а не в підвалах чи підземних паркінгах. Нам потрібно звернути увагу на поведінку людей під час періодичних попереджень про повітряну небезпеку”. □ Як керівник проєкту в київському офісі “Архіматики”, він відповідає за житловий комплекс “Файна Таун”, розташований неподалік від аеропорту “Антонов” на північному заході міста. Вранці 23 березня 2022 року російська ракета зруйнувала три квартири. Через шість місяців пошкодження цього українського житлового комплексу вже не було

видно, але шок досі відчувають його мешканці. Fauna Town – це інвестиційний проєкт для середнього класу, який зростає, з ретельно продуманим благоустроєм, дитячими ігровими та спортивними майданчиками, а також відкритим плавальним басейном. Незважаючи на те, що паркувальні місця в підземному паркінгу під будівлями до 20 поверхів власники забезпечили матрацами, наметами та пляшками з водою, лише кілька людей все ще ночують у підземному сховищі. Люди в Києві не завжди реагують на щоденне попередження про повітряну тривогу. Проте, каже М. Морозов, навіть сховище, розташоване на тому ж поверсі, що і ваша квартира, не може захистити від таких сценаріїв, як пряме попадання ракети, “але наявність такої кімнати у знайомому оточенні допоможе вам спати спокійніше”.

Руйнування залежить від типу будівлі. Ступінь руйнувань унаслідок застосування ідентичної зброї залежить від типу конструкції будівлі. Закономірність така: чим монолітніша будівля, тим міцнішою буде її конструкція перед ударною хвилею та вогнем. Цегляна конструкція здатна витримати менше навантаження від хвилі тиску, ніж бетонна конструкція, що складається із панелей або побудована як монолітна будівля. Те саме стосується і землетрусу: в разі сейсмічної активності в цегляній стіні часто з’являються тріщини, що йдуть під кутом, негативно впливаючи на несучу здатність компонента. Удари більших снарядів або осколків призводять до подібних пошкоджень. Незалежно від типу конструкції будівлі, залишається ризик розбиття скла та уламків унаслідок руйнування будівельних компонентів. Хоча захисна плівка може зменшити ризик поранення гострими осколками, неможливо ані передбачити заздалегідь, ані ефективно захиститися від уламків, що вилітають зі стін чи стелі. Там, де матеріальна безпека не спрацьовує, лише організаційні заходи можуть захистити від травм і смерті. Однак у який момент мешканці повинні покинути свої будинки через загрозу руйнування? Досвід управління безпекою знову і знову показує: приймають рішення і вживають заходів зазвичай лише після того, як відповідна подія сталася – під час війни, як правило, несподівано, а іноді й фатально.

Хоча від часів закінчення холодної війни не було поширеної практики щодо того, як цивільне населення має діяти у випадку нападу із застосуванням важкого озброєння, спеціальні підрозділи цивільної оборони пройшли підготовку для виконання невідкладних робіт. З одного боку, це передбачає швидкий порятунок людей. З іншого боку, мета – запобігання катастрофічним наслідкам аварій і пошкоджень. Для цього потрібно укріплювати, зміцнювати або зносити пошкоджені конструкції, які можуть обвалитися. Одразу після ракетного удару або артилерійського влучання команди із розмінування повинні видалити компоненти, які більше не мають міцного кріплення, і знести пошкоджені будівлі. Основну увагу потрібно приділяти безпеці решти мешканців і перехожих, а не поспішати зробити пошкодження непомітними на тлі міського пейзажу, як, можна припустити, роблять у деяких місцях. Тут знову діє самоочевидний принцип: організаційні заходи мають компенсувати те, чого вже не може забезпечити матеріальна безпека. Український інженер Дмитро Макагон підсумовує: “Старі будівлі, і багато швидкокомонтованих будівель в Україні, зовсім не розраховані на те, щоб витримати хвилі тиску від вибухів бомб або навіть ракетних ударів. Особливо якщо будівля, зібрана з великих панелей, пошкоджена на верхньому поверсі, вага розхитаної бетонної панелі може викликати ефект лавини. Відсутність однієї панелі може призвести до обвалення цілого сегмента. Ми маємо досвід цього на прикладі пошкоджень, спричинених вибухами газу”⁴.

Руйнування, яких зазнають будівлі в Україні, змушують по-новому подивитись на те, чи потрібно проєктувати майбутні житлові будинки для захисту від впливу конкретних видів зброї, і якщо так, то як саме. Правила сейсмостійкого будівництва вздовж узбережжя Чорного моря можуть стати основою для цього. Крім того, необхідно продумати, як прокласти небезпечні газопроводи так, щоб зменшити ризик вибуху в разі аварії. Критерії зміцнення фасадів також повинні залишатися практичними. Саме захист від хвиль тиску призводить до експоненціального зростання витрат.

⁴ texty.org.ua/projects/107697/how-russian-strikes-destroy-high-rise-buildings/; accessed 15 November 2022.

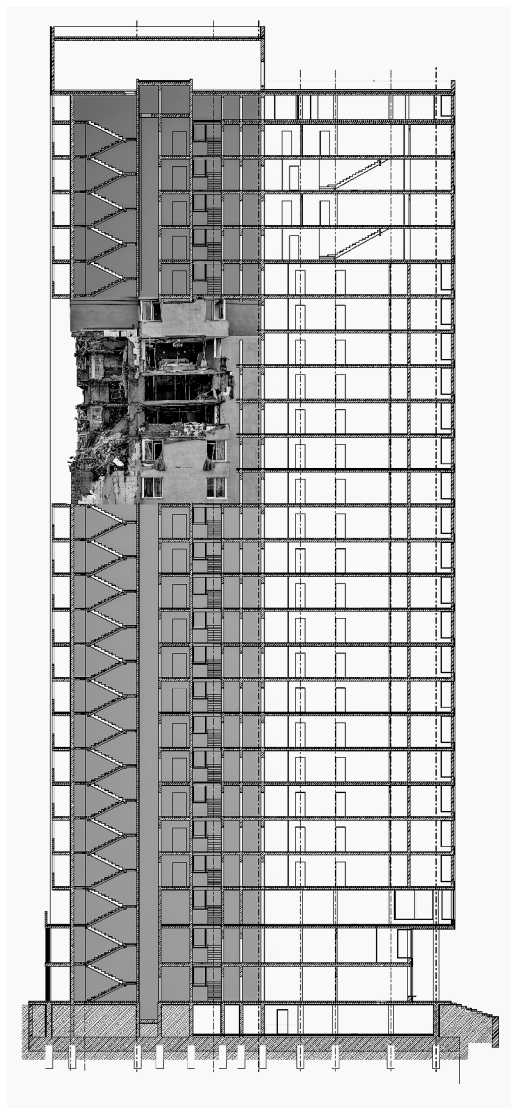


Рис. 6. Жорсткий сердечник із підкріплювальними стіновими панелями. Через влучання ракети, вибуховий заряд якої не здетонував, зруйновано чотириповерховий кут 25-поверхового будинку на вул. Лобановського в Києві. Муніципальні будівельні бригади невідкладно демонтували фасади та ненесучі стіни шести поверхів вище. Ремонтні роботи завершено наприкінці 2022 р.
Джерело: Bauwelt, 22/2022, с. 23

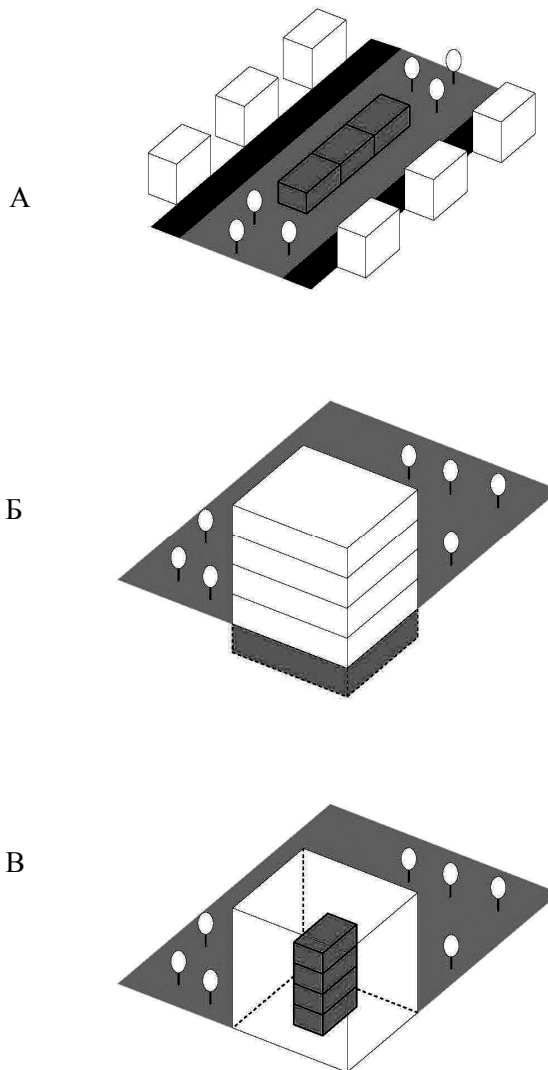


Рис. 7. Схема спеціально захищених компонентів
(А. Укриття у громадському просторі;
Б. Колективне бомбосховище;
В. Притулок у приватній квартирі)
Джерело: Масако Томокіо / Meuser Architekten

Посібники та рекомендації 70-х і 80-х років XX ст. стануть цінними джерелами. Не одне покоління вважало такі публікації реліквіями минулої епохи. Сьогодні, знову розгортаючи їх, ми згадуємо епоху, коли цивільний захист був центральним завданням держави: у кожній із цих публікацій детально розглянуто вплив зброї у міському просторі. Вони містили найпростіші форми укриттів із використанням навісів для захисту від дощу та мішків із піском для захисту від осколків, а також описання руйнівного впливу вибухів атомних бомб, який поширюється у радіусі 100 кілометрів. Хоча підручники вже описували вплив електромагнітних імпульсів, 50 років тому навряд чи можна було уявити їхню силу. Ядерний вибух знищив би всю мережу передавання даних країни і завадив би впорядкованому використанню запасів на випадок надзвичайних ситуацій.

А



Б



В



Рис. 8А. Панельні будівлі. Наслідки ракетного удару залежать від точки влучання і детонації.
Джерело: Микола Кондрашев / Катерина Мала

Рис. 8Б. Цегляні будівлі. Цегляну кладку можна навантажувати лише на стискання. Якщо стіни прогинаються більш ніж на третину, вони втрачають несучу здатність.
Джерело: picture-alliance / Philipp Meuser

Рис. 8В. Залізобетонні каркасні будинки
Джерело: Олександр Бурлака



Рис. 9. Каплиця Боїмів (Львів, Україна), захищена армованим риштуванням, 2022 р.
Джерело: Філіп Мейзер



Рис. 10. Адміністративна будівля у Львові, Україна, захищена мішками з піском, 2022 р.
Джерело: Philipp Meuser

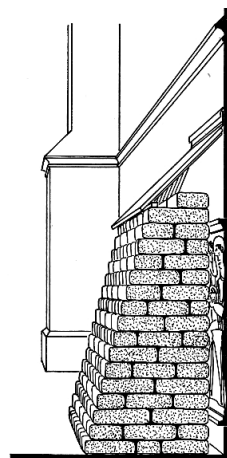


Рис. 11. Концептуальний ескіз захисту будівлі за допомогою мішків із піском
Джерело: Foramitti, Kulturgüterschutz, Відень, 1970

Висновки

Будинки й споруди часто є оболонками складної виробничої технології, яка багато в чому визначає ступінь впливу об'єкта на навколишнє середовище в разі виникнення природних і техногенних аварій і катастроф. Нині проблеми забезпечення комплексної безпеки, поліпшення якості та підвищення надійності, енерго- і ресурсозбереження займають одне з центральних місць у будівельній науці та практиці.

Сьогодні, в умовах російсько-української війни, змінюються підходи до проектування та будівництва житлових, адміністративних, офісних, промислових об'єктів; у кожному новому об'єкті проектують укріптя, які відповідають сучасним вимогам.

Бібліографія

Sokolov V., Sukhov V. (2023). The influence of dangerous geological and technogenic processes during engineering and geological research and environmental safety for construction in the modern period. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*. Vol. 2023, Iss. 58, 111–121. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-09>

Sukach, Y., Babadzhanova O., & Sukach, R. (2017). Захист населення та територій від надзвичайних ситуацій на стадії проектування об'єктів. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 16, 106–111. Retrieved from <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk/article/view/69>

Васильченко О. В. (2010). Безпека експлуатації будівель і споруд та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій: навч. посіб. / О. В. Васильченко, Ю. В. Квітковський, Ю. В. Луценко, О. В. Миргород. Харків: НУЦЗУ. 372 с.

ДБН В.1.2-9-2008. СНББ. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. 21 с.

ДБН В.1.2-14-2009. СНББ. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 30 с.

ДБН В.1.2.2:2006 СНББ. Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ: Мінбуд України, 2006. 75 с.

Голоднов О. І., Отрош Ю. А., Король О. В. (2019). Вимоги до будівельних конструкцій для безпечної експлуатації будівель та споруд. Запобігання надзвичайним ситуаціям і їх ліквідація: матеріали наук.-практ. семінару.

Пахолюк О. А., Самчук В. П., Чапук О. С. (2022). Вплив нехарактерних навантажень на конструкції будівель. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. No. 17. С. 103–110. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-7\(17\)-14](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-7(17)-14)

References

Sokolov V., Sukhov V. (2023). The influence of dangerous geological and technogenic processes during engineering and geological research and environmental safety for construction in the modern period. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, Vol. 2023, Iss. 58, 111–121. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-09>

Sukach, Y., Babadzhanova, O., & Sukach, R. (2017). Protection of the Population and Territories from Emergency Situations at the Design Stage of Facilities. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*, 16, 106–111. Retrieved from <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk/article/view/69>

Vasylchenko O. V. (2010). Safety of buildings and structures operation and their behaviour in emergency situations: a textbook / O. V. Vasylchenko, Y. V. Kvitkovskyi, Y. V. Lutsenko, O. V. Myrhorod. Harkiv: NUCSU. 372 с.

DBN V.1.2-9-2008. Basic requirements for buildings and structures. Safety of operation. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2008. 21 p.

DBN V.1.2-14-2009. SNSS. General principles of ensuring the reliability and structural safety of buildings, structures, building constructions and foundations. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2009. 30 p.

DBN B.1.2.2:2006 SNSS: Loads and impacts. Design standards. Kyiv: Ministry of Construction of Ukraine, 2006. 75 p.

Holodnov O. I., Otrosh Y. A., Korol O. V. (2019). Requirements for building structures for the safe operation of buildings and facilities. Prevention of emergencies and their elimination: proceedings of the scientific and practical seminar.

Pakholiuk O. A., Samchuk V. P., Chapiuk O. S. (2022). Influence of uncharacteristic loads on building structures. *Modern technologies and methods of calculations in construction*, No. 17, 103–110. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-7\(17\)-14](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-7(17)-14)