УДК 623.093 (351.86) DOI: 10.63978/3083-6476.2025.3.3.02

Білик Артем Сергійович
кандидат технічних наук, доцент
Науково-дослідний інститут воєнної розвідки Міністерства оборони України
Київ, Україна
e-mail: artem.bilyk@gmail.com
ORCID: 000-0002-9219-920X

Михайловський Денис Віталійович
доктор технічних наук, професор
Центральне управління військової освіти і науки Генерального штабу Збройних Сил України
Київ, Україна
e-mail: d.mykhailovskyi@mil.ua
ORCID: 0000-0003-3151-8630

Новак Валерій Миколайович
Департамент захисту критичної інфраструктури Адміністрації Державної Служби спеціального зв'язку та захисту інформації України
Київ, Україна
e-mail: info@cip.gov.ua

Коцюруба Володимир Іванович
доктор технічних наук, професор
Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України
Київ, Україна
e-mail: rhbz777@ukr.net
ORCID: 0000-0001-6565-9576

ЕКСПРЕС-ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ СПОРУД ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДРУГОГО РІВНЯ ЗГІДНО З ДЕРЖАВНОЮ КОНЦЕПЦІЄЮ "КРАЇНА-ФОРТЕЦЯ"

Анотація. *В статті описано перспективну методику оцінювання стану споруд інженерного захисту об'єктів критичної інфраструктури 2 рівня відповідно до державної концепції "Країна-Фортеця"; запропоновано інтегральний показник ступеню захищеності критичного елемента, який враховує конструктивні особливості, недоліки та стан реалізації захисту; наведено вичерпну інформацію для проведення його оцінювання, спеціальні формули і таблиці для розрахунків; а також приклади оцінювання для захисних споруд різної конструкції.*

Ключові слова: *інженерний захист, об'єкти критичної інфраструктури, засоби повітряного нападу, ураження, вибух, споруди інженерного захисту, будівельні конструкції, Країна-Фортеця.*

Artem Bilyk
PhD in Engineering, Associate Professor
Defense Intelligence Research Institute,
Ministry of Defense of Ukraine
Kyiv, Ukraine
e-mail: artem.bilyk@gmail.com
ORCID: 0000-0002-9219-920X

Denys Mykhailovskyi
Doctor of Engineering Science, Professor
Central Directorate of Military Education and Science of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
e-mail: d.mykhailovskyi@mil.ua
ORCID: 0000-0003-3151-8630

Valeriy Novak
Department of Critical Infrastructure Protection of the Administration of the State Service for Special Communications and Information Protection of Ukraine
e-mail: info@cip.gov.ua

Volodymyr Kotsiuruba
Doctor of Technical Sciences, Professor
Center for Military and Strategic Studies, National Defence University of Ukraine
Kyiv, Ukraine
e-mail: rhbz777@ukr.net
ORCID: 0000-0001-6565-9576

EXPRESS ASSESSMENT OF THE CONDITION OF ENGINEERING PROTECTION STRUCTURES OF SECOND-LEVEL CRITICAL NATIONAL INFRASTRUCTURE OBJECTS ACCORDING TO THE "FORTRESS COUNTRY" STATE CONCEPT

Abstract. *The State Concept of Engineering Protection of Critical National Infrastructure Objects (hereinafter referred to as CNIO) "Fortress Country" was developed to ensure the protection of CNIO from threats of air attack means (AAM). It approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 04/26/2024 No.471. The Concept provides for three levels of engineering protection of CNIO elements. The first level of protection should ensure the protection of CNIO elements from single indirect hits of strike UAV, as well as anti-fragmentation protection from single indirect hits of a missile at a distance of 15 meters from the engineering protection structure (EPS). The second level of protection should provide protection of CNIO elements from single direct hits of strike UAV, as well as anti-fragmentation protection from single indirect hits of missile at a distance from the EPS. The third level of protection should provide protection of CNI elements from single direct hits of strike UAV, as well as from single direct hits of missile. The article describes a proposed methodology for assessing the condition of EPS of CNI facilities of level 2 in accordance with the "Fortress Country"; an integral indicator of the degree of protection of a critical element is proposed, which takes into account design features, shortcomings and the state of implementation of protection; comprehensive information for its assessment, special formulas and tables for calculations are provided; as well as examples of assessment for protective structures of various designs.*

Keywords: *physical protection, critical national infrastructure, air attack means, damage, explosion, engineering protection structures, building structures, Fortress Country.*

Вступ

Державна концепція інженерного захисту об'єктів критичної інфраструктури (далі – ОКІ) "Країна-Фортеця" (далі – Концепція) розроблена колективом авторів і призначена насамперед забезпечити захист ОКІ від загроз засобів повітряного нападу (далі – ЗПН), схвалена постановою Кабінету Міністрів України від 26.04.2024 № 471 (далі – Постанова). Концепцією передбачено *три рівня* інженерного захисту елементів ОКІ.

Перший рівень захисту повинен забезпечити захист елементів ОКІ від поодиноких непрямих влучань безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА), а також протиосколковий захист від поодиноких непрямих влучань ракети на відстані 15 метрів від споруди інженерного захисту (далі – СІЗ). *Другий* рівень захисту повинен забезпечити захист елементів ОКІ від поодиноких прямих влучань БпЛА, а також протиосколковий захист від поодиноких непрямих влучань ракети на відстані від СІЗ. *Третій* рівень захисту повинен забезпечити захист елементів ОКІ від поодиноких прямих влучань БпЛА, а також від поодиноких прямих влучань ракет.

Під поодиноким прямим (непрямим) влучанням слід розуміти, що в розрахункових сценаріях (сполученнях навантажень) береться одночасна (одномоментна) дія тільки одного фактору ураження у одному, найбільш несприятливому для конструкції місці, що відповідає регламентованим вимогам щодо одиничної живучості згідно з ДБН В.1.2-14 та ДБН В.1.2-2 (п. 4.17).

Відповідно до Постанови, визначено три категорії відповідальності елементів ОКІ. Категорія А – конструкції та елементи ОКІ, відмова яких може призвести до повної непридатності до експлуатації ОКІ або значної його частини, а відновлення триває більш ніж три тижні (головні трансформатори, центри управління, турбіни, генератори тощо). Категорія Б – конструкції та елементи ОКІ, відмова яких може призвести до ускладнення нормальної експлуатації ОКІ або до відмови інших елементів ОКІ, які не належать до категорії А, і їхнє відновлення триває від одного до трьох тижнів (газорозподільчі вузли тощо). Категорія В – конструкції та елементи, відмови яких не призводять до порушення основної функції ОКІ, функціонування інших конструкцій або їхніх елементів, а відновлення триває до одного тижня (другорядні трубопроводи, лінії електроживлення тощо).

Наразі триває реалізація концепції: йде активне будівництво СІЗ усіх трьох рівнів. Практичний досвід використання споруд показав їх високу ефективність при дії факторів ЗПН. В той же час, важливою складовою ефективності СІЗ є правильність їх виконання. Показник відсотка реалізації СІЗ зазвичай не тотожний ступеню захищеності, який досягнуто для конкретного критичного елемента, отже необхідна спеціальна методика оцінювання стану захищеності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методика оцінювання стану інженерного захисту об'єктів критичної інфраструктури, схвалена постановою Кабінету Міністрів України від 26.04.2024 № 471, активно використовується Державною Службою спеціального зв'язку та захисту інформації України (далі – ДССЗЗІ), операторами критичної інфраструктури та іншими залученими інституціями, як для встановлення стану захисту, так і для моделювання, планування дій із покращення СІЗ.

Згідно з концепцією "Країна-фортеця" з 2023 року йде нарощування кількості та типів СІЗ 2 рівня. Вони, на відміну від СІЗ 1 рівня, потребують виконання усіх розрахунків та проєктної документації, що передбачені чинними будівельними нормами та стандартами ДБН та ДСТУ; конструктивна частина та розрахунки на СІЗ 2 рівня мають бути погоджені із Генеральним штабом Збройних Сил України (далі – ГШ ЗС України) та Державною

службою з надзвичайних ситуацій (далі – ДСНС). СІЗ 2 рівня можуть бути реалізовані із різними схемами, матеріалами, практично всі відрізняються між собою через унікальність просторової конфігурації, параметрів критичних елементів (далі – КЕ), які захищаються, інженерно-геологічних, кліматичних умов, технологічних обмежень тощо.

Аналіз матеріалів щодо дій ЗПН противника у другій половині 2025 року свідчить про підвищення точності ураження об'єктів внаслідок удосконалення систем наведення та тактики застосування, що зменшує ефективність застосування інженерного захисту першого рівня. За таких умов можливим варіантом збереження критичних елементів ОКІ є будівництво споруд другого і третього рівнів інженерного захисту з дотриманням вимог Концепції.

Слід відзначити деякі споруди 2 рівня, як такі, що в багатьох випадках витримали по факту неодноразові прямі ураження БпЛА. Фактично, вже спостерігаються непоодинокі випадки ураження СІЗ 2 рівня десятьма БпЛА за одну атаку ЗПН.

Відтоді виникає нагальна потреба оцінювання стану захищеності КЕ ОКІ при виконанні СІЗ 2 рівня. Очевидно, що повне оцінювання стану СІЗ 2 рівня можливе тільки на основі проведення всебічних технічних обстежень і вишукувань згідно з чинними нормативними та іншими документами.

Проте для прийняття швидких управлінських, організаційно-технічних, конструктивних рішень в умовах нагальної необхідності військового часу, достатньо експрес-оцінювання стану інженерного захисту критичних елементів ОКІ 2 рівня. Тому на підставі Закону Україні "Про критичну інфраструктуру" та постанов Кабінету Міністрів України від 09.10.2020 № 1109 "Деякі питання об'єктів критичної інфраструктури" та від 26.04.2024 № 471 "Деякі питання інженерного захисту критичної інфраструктури" авторами було розроблено проект методики експрес-оцінювання стану інженерного захисту ОКІ 2 рівня, що і розглядається у даній статті.

Експрес-оцінювання не замінює визначення технічного стану СІЗ на основі її візуального або/та інструментального обстеження СІЗ, що має виконуватися спеціалізованими експертними організаціями, які мають відповідні сертифікати та ліцензії, із проведенням інструментальних технічних обстежень та відповідних перевірних розрахунків. За результатами експрес-оцінювання може бути визначено узагальнений стан інженерного захисту і обсяги виконання інженерного захисту ОКІ по окремим галузям ОКІ або/та по окремим адміністративним одиницям.

У частині чисельного оцінювання стану інженерного захисту показана нижче методика поширюється тільки на існуючі СІЗ другого рівня. Такі СІЗ другого рівня, які включено до даної методики, улаштовуються на окремо розташованих та прибудованих критичних елементах ОКІ, відповідно до Концепції "Країна-фортеця" та "Типових рішень з інженерного захисту КЕ ОКІ України від ураження ЗПН противника в рамках реалізації Концепції", схвалених постановою Кабінету Міністрів України від 26.04.2024 № 471 "Деякі питання інженерного захисту критичної інфраструктури", у вигляді СІЗ типу "Шелтер".

Експрес-оцінювання стану інженерного захисту не замінює визначення ступеню готовності СІЗ, який зокрема включає етапи виконання і затвердження у встановленому порядку проєктної документації, зведення усіх конструктивних елементів СІЗ, монтаж внутрішнього обладнання та пусконалагоджувальні і прикінцеві захисні роботи. Такому оцінюванню підлягають насамперед три основні складові СІЗ типу "Шелтер": внутрішня захисна оболонка із усіма її елементами, предетонаційний екран та фінішне закриття просвітів.

Метою статті є розгляд пропонованої методики експрес-оцінювання стану інженерного захисту другого рівня та навести особливості і приклади її застосування на реальних СІЗ ОКІ.

Виклад основного матеріалу

Результати оцінювання за описаною нижче методикою можуть бути основою для прийняття відповідного рішення щодо заміни, реконструкції та підсилення СІЗ із підвищенням захисних характеристик до необхідного рівня. При розробленні рішень з інженерного захисту ОКІ має бути попередньо проведено аналіз критичності елементів ОКІ (наприклад за методиками CARVER або TSA, Велика Британія), визначено найбільш відповідальне устаткування, обладнання, споруди та необхідний для них рівень захисту.

При розробленні рішень на основі оцінки стану інженерного захисту ОКІ за описаною нижче методикою, необхідно врахувати технологічні, конструктивні, економічні, інші умови та обмеження ділянки розміщення критичних елементів ОКІ, особливості критичного елементу ОКІ, що захищається та об'єкту в цілому. Розроблені на основі оцінки технічні рішення із вдосконалення СІЗ ОКІ мають бути узгоджені із технологами ОКІ, іншими зацікавленими сторонами і затверджені у встановленому порядку.

Методика обмежено застосовна при оцінюванні стану інженерного захисту СІЗ, які містять пошкодження внаслідок дії факторів ураження ЗПН або дефекти. Наявність пошкоджень або дефектів для встановлення можливості застосовності даної методики – визначається за візуальними ознаками та елементарними обмірами. Якщо СІЗ знаходиться у процесі будівництва, то при оцінюванні враховуються тільки ті конструктиви, які фізично змонтовані та закріплені постійно у проєктному положенні.

Дана методика експрес-оцінювання застосовна при наступних параметрах візуально спостережуваних дефектів та пошкоджень СІЗ КЕ ОКІ 2 рівня:

1. Зовнішні пошкодження бетонної оболонки не повинні містити ознак перебивання основних стержнів арматури.
2. Проникнення осколків не повинне по глибині перевищувати половини товщини стін або перекриттів.
3. СІЗ не повинна містити ознак внутрішнього відколювання, відшарування захисного шару або противідкольних конструкцій внаслідок дії факторів ураження ЗПН.
4. СІЗ не повинна містити ознак, що вона зазнала внутрішньої чи зовнішньої пожежі або внутрішнього вибуху.
5. Викривлення, відхилення головних конструктивних елементів по висоті або/та довжині – не повинні перевищувати 1/50 від найбільшого розміру елементів.

Якщо за візуальними ознаками СІЗ перевищує принаймні один із наведених параметрів, то дана методика не застосовна, а фактичний ступінь захищеності має бути встановлено тільки після інструментального технічного обстеження, відповідних перевірних розрахунків, та виконання робіт із відновлення СІЗ.

Пошкодження елементів предетонаційного екрану від факторів ураження ЗПН противника, може бути наближено враховане за даною методикою через фактичну площу та кількість елементів захисту, наявних на момент оцінювання. Якщо проєктна документація на СІЗ відсутня, або/та відсутні її погодження із ГШ ЗС України, ДСНС, або/та відсутній позитивний висновок щодо проєктної документації від державної експертизи, такі СІЗ також не підлягають оцінюванню за розробленою методикою.

Оцінювання стану інженерного захисту ОКІ за розробленою методикою здійснюється фахівцями, що мають відповідну кваліфікацію та досвід роботи з оцінювання стану інженерного захисту ОКІ. Оцінювання стану інженерного захисту ОКІ здійснюється на основі технічного натурного огляду, візуального обстеження існуючих СІЗ. Натурний технічний огляд конструкцій СІЗ включає обміри, виявлення пошкоджень, дефектів. Керівництвом ОКІ має бути наданий повний доступ до СІЗ критичних елементів ОКІ групі фахівців для огляду. Підготовчі роботи включають отримання та аналіз завдання на проведення оцінювання стану інженерного захисту ОКІ, ознайомлення із проєктною

документацією. Керівництвом ОКІ має бути надана документація із визначення критичності елементів ОКІ, розрахунки, проєктна, вишукувальна архівна та технологічна документація, чек-листи та інші документи, що необхідні для оцінювання (за наявності).

Керівництво ОКІ повинно забезпечити дотримання заходів безпеки, проведення інструктажу з техніки безпеки та забезпечити засобами індивідуального захисту осіб, що здійснюють оцінювання.

Оцінка стану інженерного захисту ОКІ залежить від стану інженерного захисту кожного окремого критичного елементу ОКІ. Оцінювання стану інженерного захисту критичних елементів ОКІ базується на візуальному, технічному натурному огляді та фактичних обмірах СІЗ критичних елементів ОКІ із приділенням показникам ортонормованих значень та їх подальшим узагальненням з використанням відповідних вагових коефіцієнтів.

Таблиця 1

Оцінювання стану інженерного захисту СІЗ ОКІ 2 рівня

№	Найменування етапу, склад	Пара-метр	Діапазон значення у %	Порядок обрахунку параметра
0	**СІЗ в цілому**	$\boldsymbol{S}$	**0..100%**	$\boldsymbol{S = (S_1k_1 + S_2k_2 + S_3k_3)k}$
1	**Внутрішня оболонка шелтеру**	$\boldsymbol{S_1}$	**0..60%**	$\boldsymbol{S_1 = S_{11}k_{11} + S_{12}k_{12} + S_{13}k_{13}}$
1.1.	Виконані стіни	$\boldsymbol{S_{11}}$	0..30%	$\boldsymbol{S_{11}}$=% * Висота стін збудована/ Висота стін проєктна
1.2.	Виконання конструкцій покриття	$\boldsymbol{S_{12}}$	0..20%	$\boldsymbol{S_{12}}$=% * Площа конструкцій покриття збудована/Площа покриття проєктна
1.3.	Виконані навіси над входами або альтернативні конструкції	$\boldsymbol{S_{13}}$	0..10%	$\boldsymbol{S_{13}}$=% * Кількість навісів збудовані до кінця/ Кількість входів проєктна
2	**Предетонаційний екран шелтеру**	$\boldsymbol{S_2}$	**0..25%**	$\boldsymbol{S_2 = S_{21}k_{21}k_{22}}$
2.1.	Виконано підсистему екрану на несучому каркасі	$\boldsymbol{S_{21}}$	0..25%	$\boldsymbol{S_{21}}$ =% * Кількість завершених повністю сторін екрану/ Кількість сторін екрану проєктна
3	**Закриття проходів і завершення захисту**	$\boldsymbol{S_3}$	**0..15%**	$\boldsymbol{S_3 = S_{31}k_{31} + S_{32}k_{32}}$
3.1.	Проходи у оболонці шелтеру закрито змінними захисними конструкціями після монтажу головного обладнання	$\boldsymbol{S_{31}}$	0..10%	$\boldsymbol{S_{31}}$=% * Кількість повністю закритих захисними конструкціями просвітів/Загальна кількість просвітів у оболонці шелтеру
3.2.	Проходи у предетонаційному екрані шелтеру закрито захисними конструкціями після монтажу головного обладнання	$\boldsymbol{S_{32}}$	0..5%	$\boldsymbol{S_{32}}$=% * Кількість повністю закритих захисними конструкціями просвітів/Загальна кількість просвітів у предетонаційному екрані шелтеру

Значення вагових коефіцієнтів приймається згідно з табл. 2 за параметрами збудованості СІЗ.

Таблиця 2

Значення вагових коефіцієнтів

Коефіцієнт	Значення
$\boldsymbol{k}$	Якщо головне обладнання поставлене на майданчик до настання можливості його монтажу всередині СІЗ, воно має бути тимчасово захищеним по 1 рівню, але на термін не довше 2 місяців. При цьому оцінювання захисту С відбувається за методикою із ПКМУ № 471. При цьому $\boldsymbol{k}$ = С якщо обладнання стоїть не довше 2 місяців, $\boldsymbol{k}$ = 0,7С якщо захищене по 1 рівню обладнання стоїть від 2 до 6 місяців, $\boldsymbol{k}$ = 0,5С якщо по 1 рівню обладнання стоїть більше 6 місяців. Якщо тимчасовий захист відсутній, то для захисту 2 рівня приймається k = 0. Якщо головне обладнання не поставлене на майданчик, допускається приймати $\boldsymbol{k}$ = 1. Якщо головне обладнання вже стоїть всередині СІЗ, то $\boldsymbol{k}$ = 1.
$\boldsymbol{k_1}$	Залізобетонні конструкції шелтера виконані: із попередньо- або постнапруженою арматурою то $\boldsymbol{k_1}$ = 0,4 без попередньо- або постнапруженої арматури, то $\boldsymbol{k_1}$ = 1.
$\boldsymbol{k_{11}}$	Якщо товщина залізобетонних стін внутрішньої оболонки шелтеру складає: без наявності противідкольного шару: до 0,4м то $\boldsymbol{k_{11}}$ = 0 0,4м.. до 0,6м то $\boldsymbol{k_{11}}$ = 0,3 0,6м.. до 0,8м то $\boldsymbol{k_{11}}$ = 0,6 0,8м.. до 1м то $\boldsymbol{k_{11}}$ = 0,8 1 м і більше то $\boldsymbol{k_{11}}$ = 0,95; із наявністю противідкольного шару: до 0,4м то $\boldsymbol{k_{11}}$ = 0 0,4м.. до 0,6м то $\boldsymbol{k_{11}}$ = 0,4 0,6м.. до 0,8м то $\boldsymbol{k_{11}}$ = 0,7 0,8м.. до 1м то $\boldsymbol{k_{11}}$ = 0,95 1 м і більше то $\boldsymbol{k_{11}}$ = 1 Якщо стіни відсутні, $\boldsymbol{k_{11}}$ = 0.
$\boldsymbol{k_{12}}$	Якщо товщина залізобетонних плит перекриття складає: без наявності противідкольного шару: до 0,4м то $\boldsymbol{k_{12}}$ = 0 0,4м.. до 0,6 м то $\boldsymbol{k_{12}}$ = 0,8 0,6 м і більше то $\boldsymbol{k_{12}}$ = 0,95; із наявністю противідкольного шару: до 0,4м то $\boldsymbol{k_{12}}$ = 0 0,4м.. до 0,6 м то $\boldsymbol{k_{12}}$ = 0,95 0,6 м і більше то $\boldsymbol{k_{12}}$= 1 Якщо перекриття відсутні, $\boldsymbol{k_{12}}$ = 0.
$\boldsymbol{k_{13}}$	Якщо товщина стін і плит перекриттів залізобетонних навісів із противідколом до 0,4 м, то $\boldsymbol{k_{13}}$ = 0 0,4.. до 0,5 м, то $\boldsymbol{k_{13}}$ = 0,7 більше 0,5м то $\boldsymbol{k_{13}}$ = 0,95. Якщо товщина стін і плит перекриттів залізобетонних навісів без противідколу до 0,4 м, то $\boldsymbol{k_{13}}$ = 0 0,4.. до 0,5 м, то $\boldsymbol{k_{13}}$ = 0,6 більше 0,5м то $\boldsymbol{k_{13}}$ = 0,8. Якщо навіси виконані із бронесталі загальною товщиною 20..до 30 мм то $\boldsymbol{k_{13}}$ = 0,8 30.. до 40 мм то $\boldsymbol{k_{13}}$ = 0,95 40 мм або більше, то $\boldsymbol{k_{13}}$ = 1 Якщо навіси відсутні або із звичайної сталі, або із бронесталі завтовшки менше 20 мм то $\boldsymbol{k_{13}}$ = 0.

Продовження табл. 2

Коефіцієнт	Значення
k_2	Якщо предетонаційний екран знаходиться на відстані 4 м або більше від оболонки шелтера, і за проектом закриває всі 4 сторони та верхню проекцію СІЗ то k_2 = 1. тільки 2 сторони та верхню проекцію СІЗ то k_2 = 0,6. закриває тільки 4 сторони без верхньої проекції СІЗ то k_2 = 0,6. Якщо предетонаційний екран знаходиться на відстані від 1 до 4 м від оболонки шелтера, і за проектом закриває всі 4 сторони та верхню проекцію СІЗ то k_2 = 0,8. тільки 2 сторони та верхню проекцію СІЗ то k_2 = 0,4. закриває тільки 4 сторони без верхньої проекції СІЗ то k_2 = 0,4. Якщо предетонаційний екран відсутній, або відстань до нього від оболонки шелтера менша, ніж 1 м, то k_2 = 0. Спеціальні конструкції СІЗ 2 рівня без предетонаційних екранів, що виходять за межі рекомендацій у Типових рішеннях, мають бути обґрунтовані спеціальними розрахунками і не підлягають оцінюванню за даною Методикою.
k_{21}	Предетонаційний екран шелтера виконано як: жорсткий каркас із профільних сталевих елементів то k_{21} = 1 гнучкий каркас із сталевих канатів то k_{21} = 0,9 гнучкий каркас із кілець то k_{21} = 1 залізобетонний збірний або монолітний каркас k_{21} = 0,8. Якщо предетонаційний екран шелтера відсутній, k_{21} = 0.
k_{22}	Якщо розмір чарунки предетонаційного екрану складає 1,5 м або менше, то k_{22} = 1. Якщо предетонаційний екран шелтера відсутній або розмір його чарунки більше 1,5 м то, k_{22} = 0.
k_3	Якщо проходи у оболонці шелтеру і у предетонаційному екрані не закрито, то k_3 = 0. Якщо закриття присутнє, то k_3 = 1. Якщо проходи закриті тільки у оболонці шелтеру k_3 = 0,7. Якщо проходи закриті тільки у предетонаційному екрані шелтеру k_3 = 0,3.
k_{31}	Якщо закриття проходів у оболонці шелтера виконане із залізобетонних блоків з перев'язкою, противідколом, і підкріплюючою сталевою підконструкцією, то k_{31} = 1 із залізобетонних блоків з перев'язкою, з противідколом, але без підкріплюючої сталевої підконструкції, то k_{31} = 0,6 із залізобетонних блоків з перев'язкою, без противідколу, без підкріплюючої сталевої підконструкції, то k_{31} = 0,3 із залізобетонних блоків без перев'язки, то k_{31} = 0,1 із габіонів стінової будови, то k_{31} = 0,6 із габіонів пірамідальної будови, то k_{31} = 0,9 із бігбегів, то k_{31} = 0,2 Якщо закриття проходів у оболонці шелтера відсутнє, то k_{31} = 0.
k_{32}	Якщо проходи у предетонаційному екрані шелтеру – виконано Г або Т подібні, то k_{32} = 1 – закрито знімними сітчастими конструкціями, то k_{32} = 0,95 – закрито дротами або деталями обладнання, то k_{32} = 0,5 Якщо закриття проходів у предетонаційному екрані шелтеру відсутнє, то k_{32} = 0.

Проміжні значення кількісних оцінок показників допускається при необхідності, прийняті за лінійною інтерполяцією.

Узагальнена оцінка стану інженерного захисту ОКІ таким чином, може бути визначена за формулою:

$$S_{\text{ОКІ}} = \left(\frac{\sum_{e=1}^{m_A} S_e}{m_A}\right) m_{Ae} + \left(\frac{\sum_{e=1}^{m_\text{Б}} S_e}{m_{\text{ББ}}}\right) m_{\text{ББ}e}$$

де m_A – кількість критичних елементів ОКІ категорії відповідальності А;

$m_Б$ – кількість критичних елементів ОКІ категорії відповідальності Б і В;

e – порядковий номер критичного елемента ОКІ;

m_{Ae} – коефіцієнт елементів ОКІ категорії відповідальності А – 0,7;

$m_{ББe}$ – коефіцієнт елементів ОКІ категорії відповідальності Б і В – 0,3.

Примітка. За відсутності на ОКІ елементів категорії відповідальності А або Б і В коефіцієнт m_{Ae} слід приймати таким, що дорівнює 1.

За необхідності та відповідному обґрунтуванні, показники стану інженерного захисту критичного елемента ОКІ можуть бути доповнені показниками, що не враховані у описаній методиці. Кінцеве рішення щодо оцінювання, безперечно завжди лежить на безпосередньому експерті – виконавці перевірки.

За необхідності оцінювання стану інженерного захисту виконаного за допомогою альтернативних способів експерт самостійно приймає рішення щодо кількісної оцінки спеціального показника при відповідному обґрунтуванні (проєктна документація з розрахунками). Альтернативні способи мають відповідати загальним вимогам до другого рівня інженерного захисту.

Оцінювання груп чи систем критичних елементів слід виконувати за даною методикою розглядаючи кожен критичний елемент групи чи системи окремо.

На основі отриманих результатів оцінювання критичного елемента або ОКІ в цілому можливо в подальшому визначити усереднені значення та відносні (відсоткові) показники стану інженерного захисту по групі ОКІ, типах захисних споруд ОКІ тощо.

Категорії стану інженерного захисту СІЗ критичних елементів ОКІ та ОКІ в цілому і типові рекомендації щодо можливого посилення захисних властивостей СІЗ критичних елементів ОКІ наведені у табл. 3. Вони мають відображатися у звітній документації.

Таблиця 3

Категорії стану інженерного захисту СІЗ

Категорія стану захищеності споруди	S	Типові рекомендації щодо можливого посилення захисних властивостей
Нормальний	понад 0,83 до 1	Посилення захисних властивостей не потребується
Задовільний	понад 0,67 до 0,83	Необхідний ремонт та посилення частини конструкцій або їх добудова, слід замінити окремі елементи споруд на такі, що мають кращі захисні властивості
Незадовільний	понад 0,5 до 0,67	Необхідний ремонт, посилення та заміна значної частини конструкцій на такі, що мають кращі захисні властивості, або їх добудова. Окремі конструкції слід терміново підсилити для недопущення їх руйнування
Недопустимий	від 0 до 0,5	Слід терміново встановити додаткові захисні конструкції, можливо демонтувавши існуючі, що мають незадовільний стан або захисні властивості

Розглянемо практичні приклади застосування представленої методики експрес-оцінювання ступеню захищеності СІЗ другого рівня.

Приклад 1. СІЗ 2 рівня, в процесі завершення будівництва, але обладнання вже змонтоване всередині (рис. 1). Виміряні дефекти і пошкодження знаходяться в межах, визначених для можливості застосовності даної методики.

Рис. 1. СІЗ 2 рівня, в процесі завершення будівництва (до прикладу 1)

Визначимо коригувальні вагові коефіцієнти (табл. 4), у табличній формі.

Таблиця 4

Визначення вагових коефіцієнтів для прикладу 1

Головне обладнання (трансформатор) вже стоїть всередині СІЗ	$\boldsymbol{k}$ = 1
Залізобетонні конструкції шелтера виконані без попередньо- або постнапруженої арматури.	$\boldsymbol{k_1}$ = 1
Товщина залізобетонних стін внутрішньої оболонки шелтеру, без противідкольного шару, товщиною 1 м	$\boldsymbol{k_{11}}$ = 0,95
Залізобетонні плити перекриттів із наявністю противідкольного шару, товщиною 0,5 м	$\boldsymbol{k_{12}}$ = 0,95
Стіни і плити перекриттів навісів залізобетонні із противідколом, товщиною 0,4 м	$\boldsymbol{k_{13}}$ = 0,7
Предетонаційний екран знаходиться на відстані 3 м від внутрішньої залізобетонної оболонки шелтера, за проектом закриває всі 4 сторони та верхню проекцію СІЗ, але на час оцінювання одну бічну сторону екрану не виконано	$\boldsymbol{k_2}$ = 0,8
Предетонаційний екран шелтера виконано як гнучкий каркас із сталевих канатів	$\boldsymbol{k_{21}}$ = 0,9
Розмір чарунки предетонаційного екрану складає 1,5 м	$\boldsymbol{k_{22}}$ = 1
Проходи закриті тільки у предетонаційному екрані шелтеру	$\boldsymbol{k_3}$ = 0,3
Закриття проходів у оболонці шелтера відсутнє	$\boldsymbol{k_{31}}$ = 0
Проходи у предетонаційному екрані шелтеру закрито знімними сітчастими конструкціями	$\boldsymbol{k_{32}}$ = 0,95

Визначимо поелементно ступінь захищеності, у табличній формі (табл. 5).

Таблиця 5

Поелементний розрахунок ступеню захищеності для прикладу 1

Найменування етапу, опис	Пара-метр	Діапазон значення у %	Обрахунок параметра
СІЗ в цілому	$\boldsymbol{S}$	**0..100%**	$\boldsymbol{S = (S_1k_1 + S_2k_2 + S_3k_3)k}$ **=** (54,5%*1 + 15,08 %*0,8 + 4,75 % * 0,3)*1 = 68%
Внутрішня оболонка шелтеру	$\boldsymbol{S_1}$	**0..60%**	$\boldsymbol{S_1 = S_{11}k_{11} + S_{12}k_{12} + S_{13}k_{13}}$ = 30%*0,95 + 20%*0,95 + 10%*0,7 = 54,5%
Виконані стіни повною висотою 15 м	$\boldsymbol{S_{11}}$	0..30%	Висота стін збудована/ Висота стін проєктна = 15/ 15 = 1 $\boldsymbol{S_{11}}$=30% *1 = 30%
Конструкції покриття виконані повністю, площею 1196 м.кв.	$\boldsymbol{S_{12}}$	0..20%	Площа конструкцій покриття збудована/Площа покриття проєктна = 1196 м.кв. / 1196 м.кв. = 1 $\boldsymbol{S_{12}}$=20% *1 = 20%
Виконані повністю 2 навіси над входами, за проєктом 2 входи	$\boldsymbol{S_{13}}$	0..10%	Кількість навісів збудовані до кінця/ Кількість входів проєктна = 1 $\boldsymbol{S_{13}}$=10%*1 = 10%
Предетонаційний екран шелтеру	$\boldsymbol{S_2}$	0..25%	$\boldsymbol{S_2 = S_{21}k_{21}k_{22}}$ = 16,75%*0,9*1 = 15,08 %
Виконано підсистему екрану на несучому каркасі	$\boldsymbol{S_{21}}$	0..25%	Кількість завершених повністю сторін екрану/ Кількість сторін екрану проєктна = 3/4 = 0,67 $\boldsymbol{S_{21}}$ =25% *0,67 = 16,75%
Закриття проходів і завершення захисту	$\boldsymbol{S_3}$	**0..15%**	$\boldsymbol{S_3 = S_{31}k_{31} + S_{32}k_{32}}$= 0*0 + 5%*0,95 = 4,75 %
2 проходи у оболонці шелтеру не закрито	$\boldsymbol{S_{31}}$	0..10%	$\boldsymbol{S_{31}}$=0%
2 проходи у предетонаційному екрані шелтеру закрито захисними конструкціями	$\boldsymbol{S_{32}}$	0..5%	Кількість повністю закритих захисними конструкціями просвітів/Загальна кількість просвітів у предетонаційному екрані шелтеру = 2/2 = 1 $\boldsymbol{S_{32}}$=5% *1 = 5%

Результат за прикладом 2: ступінь захищеності критичного елемента, який йому надає СІЗ, внаслідок її незавершеності на момент оцінювання, становить 68%, Категорія стану захищеності споруди може бути визначена, як “Задовільний”. Необхідно добудувати в найкоротші терміни СІЗ до її проектного рівня, посилити закриття проходів у екрані та оболонці шелтера, виконати противідкольний шар стін, збільшити товщину плит перекриттів.

Приклад 2. Споруда 2 рівня, в процесі завершення будівництва, але обладнання вже змонтоване всередині (рис. 2). Виміряні дефекти і пошкодження знаходяться в межах, визначених для можливості застосовності даної методики. Закриття проходів виконане для 1 проходу із двох, із залізобетонних блоків із перев’язкою, але без противідколу і без підкріплюючої сталевої підконструкції.

Рис. 2. СІЗ 2 рівня, в процесі завершення будівництва (до прикладу 2)

Визначимо коригувальні вагові коефіцієнти (табл. 6), у табличній формі.

Таблиця 6

Визначення вагових коефіцієнтів для прикладу 2

Головне обладнання (трансформатор) вже стоїть всередині СІЗ	$\boldsymbol{k}$ = 1
Залізобетонні конструкції шелтера виконані без попередньо- або постнапруженої арматури	$\boldsymbol{k_1}$ = 1
Товщина залізобетонних стін внутрішньої оболонки шелтеру, з противідкольним шаром, товщиною 0,75 м	$\boldsymbol{k_{11}}$ = 0,7
Залізобетонні плити перекриттів без наявності противідкольного шару, товщиною 0,5 м	$\boldsymbol{k_{12}}$ = 0,8
Стіни і плити перекриттів навісів залізобетонні без противідколу, товщиною 0,6 м	$\boldsymbol{k_{13}}$ = 0,8
Предетонаційний екран на час оцінювання відсутній	$\boldsymbol{k_2}$ = $\boldsymbol{k_{21}}$ = $\boldsymbol{k_{22}}$ = $\boldsymbol{k_{32}}$ = 0
Проходи закриті тільки у оболонці шелтеру	$\boldsymbol{k_3}$ = 0,7
Закриття проходів у оболонці шелтера виконане із залізобетонних блоків з перев'язкою, з противідколом, але без підкріплюючої сталевої підконструкції	$\boldsymbol{k_{31}}$ = 0,6

Визначимо поелементно ступінь захищеності, у табличній формі (табл. 7).

Таблиця 7

Поелементний розрахунок ступеню захищеності для прикладу 2

Найменування етапу, опис	Пара-метр	Діапазон значення у %	Обрахунок параметра
СІЗ в цілому	$\boldsymbol{S}$	**0..100%**	$\boldsymbol{S = (S_1k_1 + S_2k_2 + S_3k_3)k}$ = (45%*1 + 0 + 3 % * 0,7)*1 = 47,1 %
Внутрішня оболонка шелтеру	$\boldsymbol{S_1}$	**0..60%**	$\boldsymbol{S_1 = S_{11}k_{11} + S_{12}k_{12} + S_{13}k_{13}}$ = 30%*0,7 + 20%*0,8 + 10%*0,8 = 45%
Виконані стіни повною висотою 14 м	$\boldsymbol{S_{11}}$	0..30%	Висота стін збудована/ Висота стін проєктна = 14/ 14 = 1 $\boldsymbol{S_{11}}$=30% *1 = 30%
Конструкції покриття виконані повністю, площею 1245 м.кв.	$\boldsymbol{S_{12}}$	0..20%	Площа конструкцій покриття збудована/Площа покриття проєктна = 1245 м.кв. / 1245 м.кв. = 1 $\boldsymbol{S_{12}}$=20% *1 = 20%

Продовження табл. 7

Найменування етапу, опис	Пара-метр	Діапазон значення у %	Обрахунок параметра
Виконані повністю 2 навіси над входами, за проєктом 2 входи	$\boldsymbol{S_{13}}$	0..10%	Кількість навісів збудовані до кінця/ Кількість входів проєктна = 1 $\boldsymbol{S_{13}}$=10%*1 = 10%
Предетонаційний екран шелтеру відсутній	$\boldsymbol{S_2}$	0..25%	$\boldsymbol{S_2}$ = 0
Закриття проходів і завершення захисту	$\boldsymbol{S_3}$	**0..15%**	$\boldsymbol{S_3 = S_{31}k_{31} + S_{32}k_{32}}$= 5%*0,6 + 0*0 = 3%
2 проходи у оболонці шелтеру, закрито повністю тільки 1	$\boldsymbol{S_{31}}$	0..10%	Кількість повністю закритих захисними конструкціями просвітів/Загальна кількість просвітів у оболонці шелтеру = ½ = 0,5 $\boldsymbol{S_{31}}$=10%*0,5 = 5%
Предетонаційний екран шелтеру відсутній	$\boldsymbol{S_{32}}$	0..5%	$\boldsymbol{S_{32}}$=0

Результат за прикладом 2: ступінь захищеності критичного елемента, який йому надає СІЗ, внаслідок її незавершеності на момент оцінювання, становить 47,1 %, Категорія стану захищеності споруди може бути визначена, як Недопустимий. Слід_терміново добудувати в найкоротші терміни СІЗ до її проектного рівня, зробити предетонаційний екран виконати закриття проходів у оболонці шелтера і екрана, виконати противідкольний шар плит перекриттів, можливо збільшити їх товщину.

Висновки

В ході оцінювання стану інженерного захисту ОКІ, доцільним є складання при огляді СІЗ спеціального Аркушу експрес-оцінювання стану інженерного захисту критичного елемента ОКІ для СІЗ другого рівня, в якому зокрема пропонується зазначати наступні параметри: найменування об'єкту ОКІ, дата проведення оцінювання, короткий опис критичного елемента ОКІ, технології забезпечення основної функції, габаритні описані розміри (довжина-ширина-висота), категорія відповідальності критичного елемента ОКІ, заповнюється таблиця для заповнення оцінки стану інженерного захисту критичних елементів ОКІ за показниками оцінювання результатів за описом для визначення коефіцієнтів і таблиця для заповнення оцінки стану інженерного захисту критичних елементів ОКІ за показниками оцінювання конструкції захисної споруди типу "Шелтер", визначення параметрів та оцінювання ступеню захищеності; підраховується зведена оцінка $\boldsymbol{S}$ стану споруди інженерного захисту критичного елементу ОКІ та визначається категорія стану споруди інженерного захисту критичного елемента ОКІ. В кінці зазначаються рекомендації щодо можливого посилення інженерного захисту критичного елемента ОКІ.

Наведена у статті методика потребує найшвидшого впровадження для оцінювання стану СІЗ КЕ ОКІ 2 рівня, з метою оперативного розуміння дійсного статусу захищеності і відповідного коригування і вжиття заходів.

У майбутньому слід впровадити постійне вдосконалення СІЗ ОКІ та вимог до них, на основі безперервного збирання і засвоєння досвіду, методологія експрес-оцінювання стану захищеності є однією із вагомих складових цього циклічного процесу.

Список літератури

1. Закон Україні “Про критичну інфраструктуру” № 1882-IX від 16.11.2021.
2. Закон Україні “Про правовий режим воєнного стану” № 389-VIII від 12.05.2015.
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.10.2020 № 1109 “Деякі питання об’єктів критичної інфраструктури”.
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 26 квітня 2024 р. № 471 “Деякі питання інженерного захисту критичної інфраструктури”.
5. Коваль М. В., Коваль В. В., Білик А. С., Коцюруба В. І., Кубраков О. М. Основи інженерного захисту об’єктів критичної інфраструктури енергетичної галузі України від засобів повітряного нападу противника : монографія / під ред. А. С. Білика. Київ : Генеральний штаб Збройних Сил України, 2023. 185 с.
6. Про затвердження Методики та Критеріїв і показників оцінки стану захищеності об’єктів критичної інфраструктури АДСЗІ : наказ від 14.01.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0375-25#Text.
7. Методика оцінювання стану інженерного захисту об’єктів критичної інфраструктури”, затверджена заступником начальника Генерального штабу Збройних Сил України 27.11.2023.
8. ДБН В.1.2-14 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1.
9. ДБН В.1.2-2 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об`єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі Змінами № 1 та № 2.