

DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.203-220>

УДК 69.07

**Гетун Галина В'ячеславівна,**

*к.т.н., професор, професор кафедри архітектурних конструкцій,  
Київський національний університет будівництва і архітектури*

[getun.gv@knuba.edu.ua](mailto:getun.gv@knuba.edu.ua)

<http://orcid.org/0000-0002-3317-3456>

**Безклубенко Ірина Сергіївна,**

*к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних технологій та  
прикладної математики,  
Київський національний університет будівництва і архітектури*

[bezklubenko.is@knuba.edu.ua](mailto:bezklubenko.is@knuba.edu.ua)

<http://orcid.org/0000-0002-9149-4178>

**Соломін Андрій Вячеславович,**

*к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри біобезпеки і здоров'я людини,  
НТТУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського*

[a.solomin@kpi.ua](mailto:a.solomin@kpi.ua)

<http://orcid.org/0000-0002-5226-8813>

**Баліна Олена Іванівна,**

*к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних технологій та  
прикладної математики,  
Київський національний університет будівництва і архітектури*

[balina.oi@knuba.edu.ua](mailto:balina.oi@knuba.edu.ua)

<http://orcid.org/0000-0001-6925-0794>

## **ОСОБЛИВОСТІ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Анотація:** в умовах широкомасштабної війни Росії проти України, що розпочалася 24 лютого 2022 року, актуальною стала проблема захисту населення і працівників підприємств, які продовжують працювати у надскладних та небезпечних умовах можливих ударно-вибухових і вогневих уражень.

Серед способів і засобів захисту населення від надзвичайних ситуацій укриттю населення у захисних спорудах надається важливе значення. Досвідом підтверджено, що укриття людей в захисних спорудах забезпечує ефективне зниження ступеню ураження від можливих уражуючих чинників і зберігає життя і здоров'я людей від надзвичайних ситуацій [8, 16].

Завчасне накопичення фонду захисних споруд в Україні вирішується на підставі будівельних норм ДБН В.2.2.5-97 «Захисні споруди цивільної

оборони» [9] і правил з урахуванням розвитку засобів ураження та економічних можливостей держави [10, 11].

У статті наведена класифікація захисних споруд цивільного захисту, описані їх основні характеристики, проаналізовано їх об'ємно-планувальні рішення та системи життєзабезпечення.

Ключові слова: захисні споруди; цивільний захист; сховище; протирадіаційне укриття; об'ємно-планувальні рішення; тамбур-шлюз; аварійний вихід; системи життєзабезпечення.

**Постановка проблеми.** 29 липня 2022 року Верховна Рада ухвалила, а Президент підписав Закон № 2486-ІХ «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо забезпечення вимог цивільного захисту під час планування та забудови територій», згідно з яким, зокрема:

містобудівна документація на регіональному та місцевому рівнях повинна містити розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту;

проектна документація на будівництво обов'язково має містити розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту, у складі якого може передбачатися будівництво захисних споруд цивільного захисту або споруд подвійного призначення, а також проектні рішення щодо врахування вимог пожежної та техногенної безпеки, для об'єктів будівництва, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, на яких постійно перебуватимуть понад 50 фізичних осіб або періодично перебуватимуть понад 100 фізичних осіб.

**Захисні споруди цивільного захисту** – це інженерні споруди, призначені для захисту населення від впливу небезпечних факторів, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів.

**Засоби колективного захисту** – це будівлі, споруди та спеціальне обладнання, призначені для захисту населення від небезпечних чинників надзвичайної ситуації та дії засобів ураження.

**Засоби ураження** – це засоби масового ураження (ядерна, хімічна, біологічна, бактеріологічна тощо) та звичайні засоби ураження, які можуть бути використані під час воєнних (бойових) дій та терористичних актів.

Захисні споруди цивільного захисту, які повинні мати спеціальне обладнання, системи життєзабезпечення та відповідні захисні властивості, поділяють на **сховища, протирадіаційні укриття, споруди подвійного призначення і швидкоспоруджувані захисні споруди цивільного захисту.**

Захисні споруди класифікуються за такими ознаками [9, 14]:

- за захисними властивостями – сховище, протирадіаційне укриття (ПРУ), споруда подвійного призначення, швидкоспоруджувана захисна споруда модульного типу;
- за призначенням – для захисту населення, для розміщення органів управління;
- за місцем розташування – вбудовані (в підвальному або напівпідвальному приміщенні), окремо розташовані;
- за термінами будівництва – завчасно збудовані (до надзвичайної ситуації); швидко споруджені (під час надзвичайної ситуації).

**Сховище** – герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних чинників надзвичайної ситуації та дії масового ураження.

**Протирадіаційне укриття** – споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості та дії звичайних засобів ураження.

**Споруда подвійного призначення** – наземна або підземна споруда (її окрема частина), що може бути використана за основним функціональним призначенням і для укриття населення та забезпечує відповідно захисні властивості захисної споруди цивільного захисту (сховища, протирадіаційного укриття). До споруд подвійного призначення відносяться метрополітени, тунелі, підземні переходи, паркінги, підземні торговельні центри, підземні гірські виробки тощо.

**Швидкоспоруджувана захисна споруда цивільного захисту модульного типу** – захисна споруда цивільного захисту, що зводиться з конструктивних модулів, у тому числі збірно-розбірних і за сукупністю показників має захисні властивості сховища або протирадіаційного укриття.

#### **Аналіз попередніх досліджень.**

В режимі повсякденного функціонування єдиної системи цивільного захисту захисні споруди цивільного захисту можуть використовуватися для потреб підприємств і організацій, а також для обслуговування населення [3, 4, 13].

Підприємства, установи і організації, незалежно від форм власності, на балансі яких є захисні споруди цивільного захисту, забезпечують охорону конструкцій і обладнання, а також утримання їх в стані, який забезпечує приведення в готовність до використання за призначенням в термін до 12 годин.

У відповідності з нормами проектування інженерно-технічних заходів ДБН [9, 10, 11] до сховищ висувають такі вимоги:

- сховища будуються в межах зони можливих сильних руйнувань;

- радіус захисту людей у сховищі приймається не більше 500 м у разі забудови території одноквартирними житловими будинками і 400 м у разі забудови території житловими будинками з двома і більше квартирами;
- на категорійованих об'єктах сховища повинні будуватись з розрахунку укриття найбільшої працюючої зміни;
- місткість сховища за існуючими нормами приймається не менше 150 чол.;
- обладнання сховища повинно забезпечувати безперервне перебування в них людей не менше 2-х діб.

Забороняється розташовувати сховище:

- під виробничими та складськими приміщеннями, в яких розташовані резервуари з хімічно шкідливими рідинами, печі з розтопленими металами або інші речовини, небезпечні для персоналу, який переховується;
- у приміщеннях, в яких є магістральні транзитні газо-, тепло- та водопроводи, якщо немає можливості двостороннього їх відключення, а також вводи електричної енергії високої напруги;
- на схилах, які піддаються зсувам або іншим геологічним процесам, а також на територіях з виробками;
- ближче 30 м від сховищ або складів з горючими матеріалами; при цьому повинні передбачатись заходи щодо захисту сховища та підходів до нього від затоплення горючою рідиною.

**Сховища** класифікують за захисними властивостями, за місткістю, за місцем розташування, за забезпеченням фільтровентиляційним обладнанням та за часом спорудження.

За захисними властивостям від дії ударної хвилі та ступенем послаблення радіоактивного випромінювання, який оцінюються коефіцієнтом послаблення радіації  $K_{\text{посл}}$ , сховища поділяються на чотири класи: 1 клас  $\Delta P_{\text{ф}} = 500$  кПа,  $K_{\text{посл}} = 5000$ ; 2 клас  $\Delta P_{\text{ф}} = 300$  кПа,  $K_{\text{посл}} = 3000$ ; 3 клас  $\Delta P_{\text{ф}} = 200$  кПа,  $K_{\text{посл}} = 2000$ ; 4 клас  $\Delta P_{\text{ф}} = 100$  кПа,  $K_{\text{посл}} = 1000$ . Коефіцієнт послаблення радіації  $K_{\text{посл}}$  показує у скільки разів рівень радіації на відкритій місцевості на висоті 1 м більше від рівня радіації в укритті.

Надійність захисту сховищ досягається міцністю несучих та огорожувальних конструкцій, а також створенням санітарно-технічних умов, які забезпечують нормальну життєдіяльність укритих в них людей [4, 13, 15].

За місткістю (чисельністю людей, що укриваються) сховища поділяються на: малі – до 600 чол., середні – від 600 до 2000 чол., великі – більше 2000 чол. Місткість сховищ визначається сумою місць для сидіння (на першому ярусі) та лежання (на другому і третьому ярусах). За місцем розташування сховища можуть бути вбудовані та ті, що стоять окремо. До вбудованих відносяться сховища, що розташовані у підвальних приміщеннях будівель, а до тих, що

стоять окремо – ті, що розташовані поза будівлями. У вбудованих сховищах прокладення мереж інженерних комунікацій допускається за умови, встановлення вимикаючих та інших пристроїв, які виключають можливість порушення захисних властивостей сховищ. За часом спорудження сховища бувають: збудовані завчасно ще у мирний час та швидкоспоруджені, які будуються при загрозі надзвичайної ситуації.

**Протирадіаційні укриття (ПРУ)** за ступенем захисту від радіоактивного випромінювання (ступенем послаблення радіоактивного випромінювання) поділяють на групи і оцінюються коефіцієнтом послаблення радіації  $K_{\text{посл}}$  (табл. 1).

ПРУ обладнуються з розрахунком на найменший необхідний коефіцієнт послаблення насамперед у підвальних поверхах будівель і споруд: саме  $K_{\text{посл}}$  має максимальне для всієї споруди значення. Наприклад, підвали дво- і триповерхових кам'яних будівель послаблюють радіацію в 200...300 разів, середня частина підвалу кам'яної будівлі в кілька поверхів – у 500...1000 разів, підвали в дерев'яних будинках – в 7...12 разів.

Під ПРУ можна використовувати і наземні поверхи будівель і споруд. Найбільш придатні для цього кам'яні та цегляні будівлі, які мають капітальні стіни і невеликі площі віконних і дверних прорізів. Перші поверхи багатопверхових кам'яних будинків послаблюють радіацію в 5...7 разів, а верхні (за винятком останнього) – в 50 разів. Завчасно збудовані ПРУ за місткістю не обмежуються, обґрунтована мінімальна місткість – 5 чол.

Таблиця 1

Класифікація ПРУ за ступенем захисту від радіації

Група ПРУ	$K_{\text{посл}}$	$\Delta P_{\text{ф}}$ , кПа
1	200 і більше	20
2	200 і більше	Не розраховується
3	100...200	20
4	100...200	Не розраховується
5	50...100	Не розраховується
6	20...50	Не розраховується
7	10...20	Не розраховується
Зона впливу АЕС		
8	1000	20
9	500	20
10	500	Не розраховується

Для розміщення ПРУ рекомендується використовувати:

- заглиблені приміщення в будівлях і спорудах незалежних від їх розташування (цокольні поверхи кам'яних будівель, підвали, льохи, споруди підземного простору міст);
- окремо розташовані будівлі та споруди найбільш вдало захищені складками місцевості від дії іонізуючого випромінювання.

**Мета публікації** полягає в класифікації та систематизації об'ємно-планувальних рішень захисних споруд цивільного захисту в залежності від конструктивних рішень будівель та їх різних функціональних призначень.

### **Основна частина**

#### **Об'ємно-планувальні рішення захисних споруд**

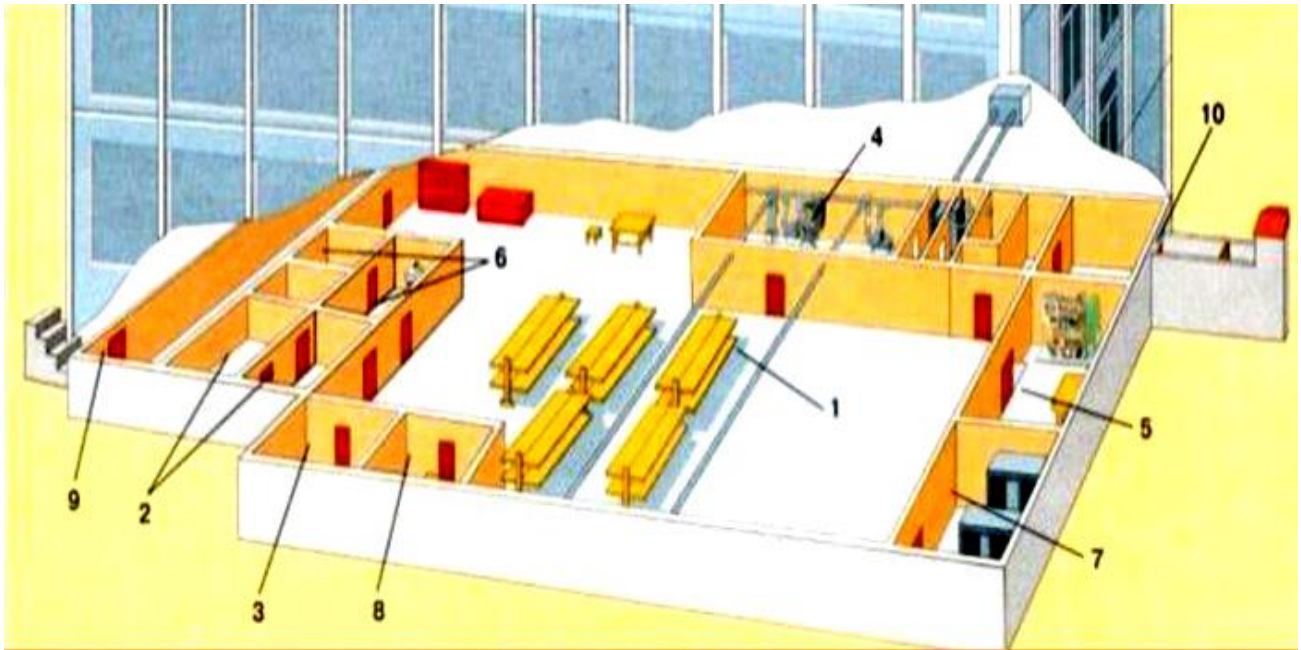
Сховище складається з основних і допоміжних приміщень.

До основних приміщень відносяться: приміщення для укриття людей; медичний пункт; пункт управління.

До допоміжних приміщень відносяться: фільтровентиляційні приміщення (ФВП); приміщення під дизельні електростанції (ДЕС); санітарні вузли; електрощитова; аварійний вихід; приміщення для зберігання продуктів харчування; тамбури і тамбур шлюзи та інші (рис. 1).

#### *Приміщення основного призначення*

1. Приміщення для укриття людей при двоповерховому розміщенні лавок планується з розрахунку  $0,5 \text{ м}^2$  площі підлоги і не менше  $1,5 \text{ м}^3$  внутрішнього об'єму на одну людину (при 3-х поверховому розміщенні –  $0,4 \text{ м}^2$ ). При визначенні об'єму на одну людину враховується об'єм всіх приміщень, як основного, так і допоміжного призначення у зоні герметизації, за винятком ДЕС, тамбурів і розширювальних камер. Двоповерхові лавки ставлять в сховищах з висотою приміщень  $2,2 \dots 2,9 \text{ м}$ . Триповерхові лавки розміщують в сховищах висотою приміщень  $H=2,9 \text{ м}$  і більше. Висота приміщень сховища повинна відповідати вимогам використання в мирний час і приймається не менше  $2,2 \text{ м}$  і не більше  $3,5 \text{ м}$  від підлоги до низу виступаючих конструкцій перекриття. Місця для сидіння  $450 \times 450 \text{ мм}$  на одну людину, для лежання  $550 \times 1800 \text{ мм}$ . Ширина проходу між лавками для сидіння і лежання повинна бути  $700 \dots 850 \text{ мм}$ , а ширина основного проходу в сховищі мусить бути  $900 \dots 1200 \text{ мм}$ . Висота лавок для сидіння  $450 \text{ мм}$ , а місць для лежання на другому поверсі  $1450 \text{ мм}$ , на третьому поверсі –  $2150 \text{ мм}$  від підлоги. Відстань від верхнього поверху до перекриття не менше  $750 \text{ мм}$ . Кількість місць для лежання повинно дорівнювати: 20% місткості споруди за двоярусного розташування нар; 30% місткості споруди за троярусного розташування нар.



**Рис. 1. Об'ємно-планувальне рішення захисної споруди:**

1 – приміщення для укриття людей; 2 – пункт управління; 3 – медичний пункт; 4 – фільтровентиляційна камера (ФВП); 5 – приміщення дизельної електростанції (ДЕС); 6 – санітарні вузли; 7 – приміщення для ПММ і електрощитова; 8 – приміщення для продовольства; 9 – вхід з тамбуром; 10 – аварійний вихід з тамбурами

2. Пункт управління розміщується в одному із сховищ об'єкту. За наявності найбільшої робочої зміни (більше 500 чол.) виділяється окрема кімната з розрахунку  $2 \text{ м}^2$  на кожного працюючого в ній.

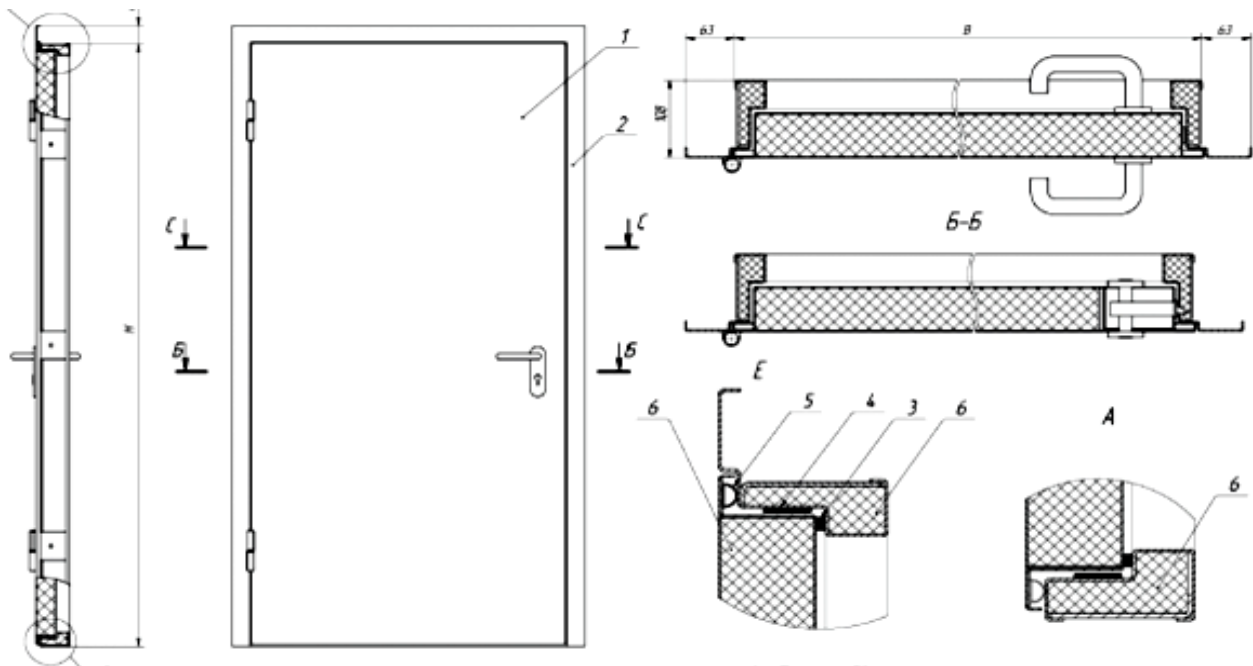
3. Медпункт обладнується в сховищах місткістю 900...1200 чол. площею приміщення  $9 \text{ м}^2$ . На кожні наступні 100 чол. понад 1200 чол. площа збільшується на  $1 \text{ м}^2$ . На кожні 500 чол. передбачено санпости площею  $2 \text{ м}^2$  (не менше 1 поста на сховище).

#### *Приміщення допоміжного призначення*

1. **Входи і виходи.** Кількість входів у захисну споруду повинна бути не менше двох. У вбудованих сховищах, крім цього, повинен бути ще й аварійний вихід. У великих сховищах кількість входів визначається шириною дверного прорізу: за ширини прорізу 0,8 м – один вхід на 200 чол., за ширини прорізу 1,2 м – один вхід на 300 чол. Входи розміщуються на протилежних боках захисних споруд і обладнуються тамбурами, які забезпечують захист від попадання в сховище радіоактивних і отруйних речовин. Зовнішні двері в тамбурах повинні бути захисно-герметичними протипожежними, внутрішні – тільки герметичними.



Зовнішні захисно-герметичні протипожежні двері в тамбурах повинні проектуватися з дотриманням вимог ДСТУ Б В.2.6-77:2009 «Двері металеві протипожежні. Загальні технічні положення» [12, 13]. У зонах можливих руйнувань двері повинні забезпечувати захист від повітряної ударної хвилі з розрахунковим надмірним тиском до 20 кПа ( $0,2 \text{ кгс/см}^2$ ). Конструкція металевих протипожежних дверей складається з: металевієї коробки, дверного полотна (полотен) з двома металевими поверхнями, між якими розташовані теплоізолювальні шари негорючих матеріалів, і ребер жорсткості в місцях установки петель; дверних пристроїв самозачинення, що забезпечує повернення полотна в зачинене положення, координатора і елементів кріплення. Для перешкоджання проникненню диму в приміщення, по периметру дверних полотен протипожежних дверей встановлюють гумовий ущільнювач і терморозширювальну стрічку (рис. 2).

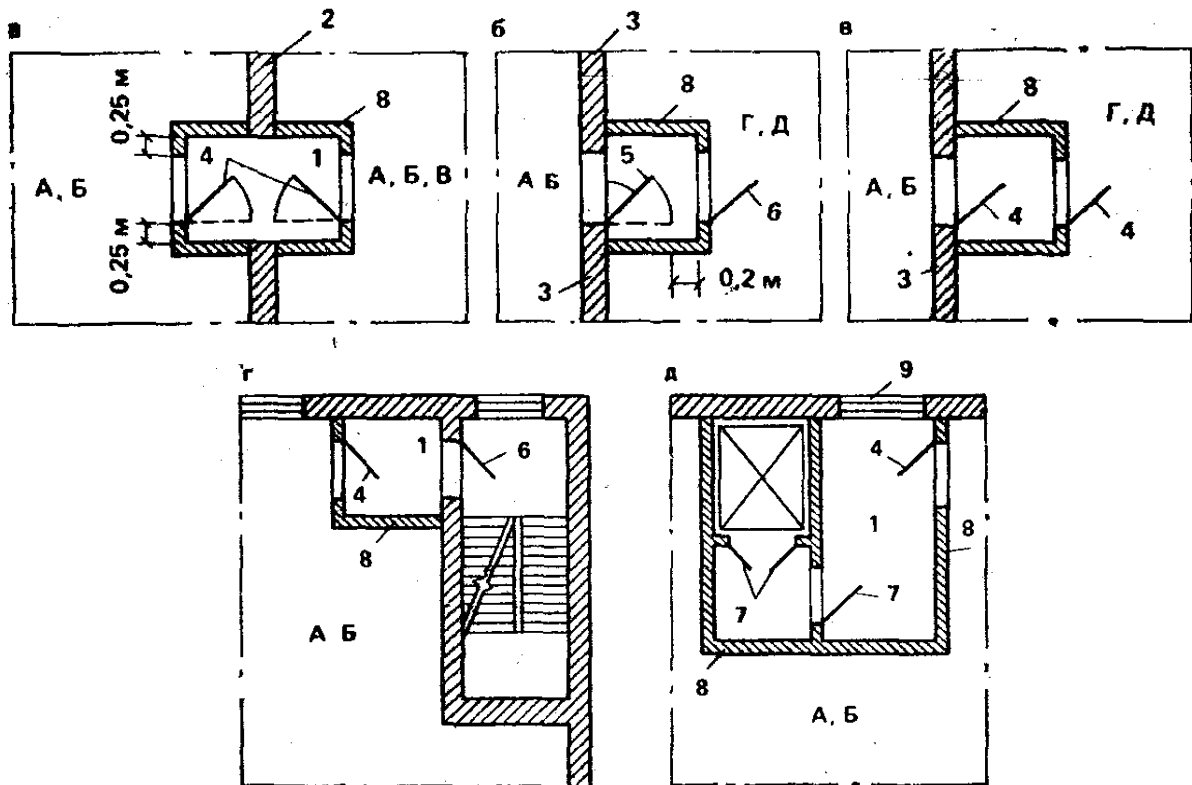


**Рис. 2. Конструктивне рішення захисно-герметичних протипожежних дверей:** 1 – дверне полотно; 2 – дверна коробка; 4 – терморозширювальна стрічка; 3, 5 – гумовий ущільнювач; 6 – теплоізолювальний шар з негорючих плит, 110...190 мм;  $H$  – висота дверної коробки;  $B$  – ширина дверної коробки

2. **Тамбур-шлюз** – призначений для пропуску людей в укриття після команди «Закрити захисні споруди», без порушення захисних властивостей і герметичності сховищ. В захисних спорудах місткістю 300...600 чол. біля входів обладнують однокамерні тамбур-шлюзи (рис. 3), а за місткості понад 600



чол. – двокамерні. Площа камери залежить від ширини входу. За ширини входу 0,8 м площа камери 8 м<sup>2</sup>, а за ширини входу 1,2 м – 10 м<sup>2</sup>. Ширина тамбур-шлюзу повинна бути не менше 2,2 м. Двері тамбур-шлюзу захисно-герметичні, відкриваються назовні (за напрямком евакуації людей).



**Рис. 3. Схеми влаштування олюкамерних тамбур-шлюзів:**

- a* – для розділення приміщень пожежо- і вибухопожежних виробництв;
- б, в* – для захисту дверного прорізу в протипожежній стіні 1-го типу; *г* – біля входу до сходової клітки; *д* – біля входу до ліфта; А, Б, В, Г, Д – категорії приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою; 1 – тамбур-шлюз;
- 2 – протипожежна стіна 1-го і 2-го типів, протипожежна перегородка 1-го типу;
- 3 – протипожежна стіна 1-го типу; 4 – протипожежні двері 2-го типу;
- 5 – протипожежні двері 1-го типу; 6 – дерев'яні двері без порожнин товщиною понад 40 мм; 7 – двері з негорючих матеріалів; 8 – протипожежні перегородки 1-го типу;
- 9 – протипожежні вікна 2-го типу

**Тамбур-шлюз** – об’ємно-планувальний елемент будівлі, відокремлений від інших приміщень протипожежними перешкодами і розташований безпосередньо в місцях входу (виходу) з приміщення, сходової клітки, ліфтової шахти. Призначенням протипожежного тамбуру-шлюзу є запобігання поширення пожежі та її небезпечних факторів за межі або всередину захисної споруди, сходової клітки, ліфтової шахти.

3. **Аварійний вихід** будують у вигляді тунелю з внутрішнім розрізом не менше 900 x 1300 мм. Аварійний вихід повинен виходити на територію, яка не завалюється, через вертикальну шахту, що закінчується оголовком. Вихід у тунель із зовнішнього та внутрішнього боків сховища закривають захисними герметичними ставнями. Оголовок аварійного виходу повинен бути віддалений від оточуючих будівель і споруд на відстані, яка складає не менше половини висоти найближчої будівлі або споруди плюс 3 м.

4. Санвузли розташовуються в ізольованих приміщеннях. Норма: 1 унітаз і 1 пісуар на 150 мужчин, 1 унітаз на 75 жінок, 1 умивальник на 200 чол.

5. Приміщення для ДЕС розміщується біля зовнішньої стінки, відділено від інших приміщень протипожежною перешкодою – стіною типу 1 з мінімальною межею вогнестійкості REI 150 хв. [9, 10]. Вхід в ДЕС із сховища обладнується тамбуром і двома герметичними дверима, які відкриваються в сторону сховища.

6. Приміщення для продуктів площею 5 м<sup>2</sup> обладнується при кількості людей, що укриваються, до 150 чол. і на кожні наступні 100 чол. збільшується на 3 м<sup>2</sup>.

7. Приміщення для вентиляційного обладнання, розміри якого визначаються габаритами обладнання.

#### Системи життєзабезпечення захисних споруд

Для забезпечення тривалого перебування людей у захисній споруді (мінімальний термін 2 доби), останнє обладнується системами життєзабезпечення: повітропостачання, водопостачання, водовідведення (каналізації), опалення, електропостачання та зв’язку. У захисній споруді мають бути дозиметричні та хімічні прилади розвідки, засоби індивідуального захисту, засоби гасіння пожеж, аварійний запас інструментів, засоби аварійного освітлення, запас медичних засобів, продуктів і води [1, 2, 3, 5].

Система вентиляції (повітрозабезпечення) дозволяє забезпечити необхідний температурно-вологісний режим і газовий склад повітря в захисній споруді. Система вентиляції подає в сховище необхідну кількість повітря і забезпечує захист від попадання всередину радіоактивного пилу, хімічно-небезпечних речовин, бактеріологічних речовин і продуктів горіння при пожежі.

Вентиляція захисних споруд застосовується природна і примусова. Природна здійснюється за рахунок різниці температур між зовнішнім повітрям та повітрям яке виділяється за допомогою повітрозабірних і витяжних каналів або коробів. Отвори для подачі припливного повітря розміщуються в нижній зоні приміщень, а витяжні в верхній зоні. При цьому витяжні отвори повинні бути вище припливних не менше ніж на 2 м. Природна вентиляція передбачається в сховищах, які розміщені в цокольних поверхах будівель. Вентиляція з механічним спонуканням передбачається в укриттях місткістю понад 50 чол., які розміщені в підвальних поверхах будівель.

Система повітрозабезпечення складається з: повітрозабірника, протипилових фільтрів, фільтрів-поглиначів, вентиляторів, повітропроводів, повітрорегулюючого обладнання, регенеративного обладнання (в сховищах з режимом повної ізоляції).

Постачання сховища зовнішнім повітрям повинно забезпечуватися у двох режимах: у режимі чистої вентиляції та у режимі фільтровентиляції. У сховищах, розташованих у пожежо-небезпечних районах, у зонах катастрофічного затоплення, на радіаційно- та хімічно-небезпечних об'єктах, передбачається третій режим – режим регенерації повітря, яке міститься усередині сховища, по замкнутому циклу.

Кількість зовнішнього повітря, яке подається в сховище у режимі чистої вентиляції, встановлюється в залежності від температури цього повітря в межах 8...13 м<sup>3</sup>/год на людину. Розрахунковий період роботи системи в цьому режимі 48 годин. У режимі чистої вентиляції зовнішнє повітря очищається від пилу, у тому числі і від радіоактивного, а в режимі фільтровентиляції – від радіоактивного пилу, хімічно-небезпечних речовин (НХР) і біологічних засобів. Норма подачі повітря в цьому режимі 2 м<sup>3</sup>/год на одну людину (5 м<sup>3</sup>/год на одну людину, що знаходиться в пункті управління). Розрахунковий період роботи системи в цьому режимі 12 годин.

Для очищення повітря від радіоактивного пилу використовуються протипилові фільтри різної конструкції, зокрема масляний сітчастий. Він являє собою набір металевих сіток, зібраних у пакет розміром 520 x 520 x 80 мм. Сітки просочуються веретенним маслом. При проходженні повітря через фільтр пил, що міститься в повітрі, прилипає до масляної плівки на сітці. Продуктивність однієї комірки масляного фільтра 1000...1300 м<sup>3</sup>/год при аеродинамічному опорі від 3 до 8 мм водяного стовпчика. Для захисту людей, які укриваються від впливу іонізуючих випромінювань радіоактивних речовин, що накопичуються у фільтрах, протипилові фільтри встановлюють у приміщенні (камері), відділеній від основних приміщень сховища капітальною стіною [6, 7].

Очищення повітря від НХР і бактеріальних засобів здійснюється у фільтрах-поглиначах типу ФП-100, ФП-200, ФП-300 тощо, встановлених у фільтровентиляційній камері. Працює фільтр-поглинач за принципом фільтруючого протигазу. Зовнішнє повітря надходить у фільтр через один з центральних отворів, проходить через картонний фільтр і шар вугілля-катализатора, де очищається від НХР і бактеріальних засобів, та виходить через бічний отвір. Подача зовнішнього повітря в сховище здійснюється з допомогою вентиляторів різних систем – з ручним і (або) з електричним приводом.

Третій режим вентиляції – регенерація внутрішнього повітря в сховищі по замкнутому циклу – може здійснюватись за допомогою регенеративних патронів типу РП-100 або регенеративних установок РУ-150. Розрахунковий період роботи системи в цьому режимі – 6 годин.

Регенеративний патрон РП-100 служить для поглинання вуглекислого газу, який утворився при диханні людей в ізольованому приміщенні і який вступає в реакцію з хімічним поглиначем, що містить гідрат окису кальцію. Реакція відбувається з виділенням водяної пари і тепла. Регенеративні патрони з таким хімічним поглиначем тільки поглинають вуглекислий газ, тому в дихальній суміші з часом буде зменшуватися процентний вміст кисню. Його нестача заповнюється з кисневих балонів через понижуючий редуктор.

Регенеративні патрони монтуються у стовпчики у фільтровентиляційній камері і приєднуються до всмоктувальної магістралі вентиляційної системи. Запасні кисневі балони встановлюються в окремому приміщенні із захисно-герметичними дверима, які відкриваються усередину.

Потужність засобів регенерації визначають, виходячи з тривалості їх роботи протягом розрахункового терміну при нормах витрати кисню 25 л/год і поглинання вуглекислого газу 20 л/год на одну людину.

Більш досконалыми засобами є РУ-150, регенеративна речовина яких забезпечує одночасне поглинання вуглекислого газу і виділення кисню.

При розрахунках системи повітропостачання необхідно врахувати, що одна людина, яка знаходиться у сховищі, за годину видаляє 100 ккал тепла, 80 г вологи, 20 л вуглекислого газу, ( $\text{CO}_2$ ) і поглинає 25 л кисню ( $\text{O}_2$ ).

**Система водопостачання і каналізація сховищ** здійснюються на базі міських і об'єктових водопровідних та каналізаційних мереж. Однак на випадок їх руйнування в сховищі повинні створюватися аварійні запаси води і приймачі фекальних вод.

Для зберігання аварійного запасу води використовуються проточні напірні резервуари або безнапірні баки, обладнані знімними кришками, клапанами і показчиками рівня води. У великих сховищах (або на групі сховищ) може вбудовуватись водопостачання з артезіанських свердловин.

Мінімальний запас води у захисній споруді повинен зберігатися в проточних ємностях, передбачається на весь розрахунковий термін перебування людей у сховищі, повинен складати на одну людину: для пиття – 2 л для санітарно-гігієнічних потреб – 4 л. У сховищах місткістю понад 600 чол. додатково  $4,5 \text{ м}^3$  – для цілей пожежогасіння. Проточні ємності зазвичай встановлюють у санітарних вузлах під стелею, а безнапірні баки у спеціальних приміщеннях. Для знезаражування води в сховищі слід мати запас хлорного вапна чи дві третини основної солі гіпохлориту кальцію (ДТС-ГК). Для хлорування  $1 \text{ м}^3$  води потрібно 8...10 г хлорного вапна або 4...5 г ДТС-ГК.

Санітарний вузол у сховищі влаштовується окремо для чоловіків і жінок з випуском змивних вод в існуючу каналізаційну мережу. Крім того, передбачаються аварійні ємності для збору нечистот. На трубопроводах водопостачання, каналізації та інших систем установлюється запірна арматура (крани, вентиля, засуви) для відключення при ушкодженні зовнішніх мереж.

У сховищі передбачається опалення від загальної опалювальної системи будівлі (теплоцентралі об'єкта). При розрахунку системи опалення температуру приміщень сховищ у холодний час приймають  $+10 \text{ }^\circ\text{C}$ , якщо за умовами експлуатації їх у мирний час не потрібно вищих температур.

**Система електропостачання сховищ** здійснюється від зовнішньої електричної мережі міста (об'єкта). При необхідності в сховищі обладнується дизельна електростанція. В сховищах, які не мають ДЕС необхідно передбачити освітлення від акумуляторних батарей, електричних ліхтарів, велогенераторів.

Кожне сховище обладнується телефонним зв'язком з пунктом управління об'єкта і репродуктором, підключеним до міської та місцевої радіотрансляційної мережі. На пункті управління, крім того, повинні бути засоби сповіщення ЦО об'єкту і радіозв'язок з місцевим штабом ЦО.

Трубопроводи різних систем життєзабезпечення усередині сховища забарвлюються у різні кольори: білий – повітрязабірні труби режиму чистої вентиляції; жовтий – повітрязабірні труби режиму фільтровентиляції; червоний – трубопроводи режиму вентиляції по замкнутому циклу; чорний – труби електропроводки; зелені – водопровідні труби; коричневі – труби системи опалення. На повітрязабірних трубах, на трубах водопроводу і опалення в місцях їх введення стрілками вказують напрямок руху повітря чи води.

**Висновки.** Результатом дослідження є аналіз та систематизація захисних споруд цивільного призначення та їх систем життєзабезпечення. За результатами проведеного дослідження встановлені найбільш доцільні їх форми та об'ємно-планувальні рішення. Захисні споруди цивільного захисту населення рекомендується розміщувати в підвальних і цокольних поверхах

будівель і споруд. Проектування окремо розташованих захисних споруд заглиблених і розташованих із заглибленням підлоги менше 1,5 м від планувальної поверхні землі, допускається, якщо немає можливості запроектувати вбудоване сховище, або об'єкт розташований у складних гідрогеологічних умовах за відповідного обґрунтування.

Проаналізовані авторами об'ємно-планувальні рішення захисних споруд цивільного призначення, умови їх використання та системи життєзабезпечення показують широкі можливості для їх подальшого обов'язкового проектування в будівлях і спорудах, на яких постійно перебуває понад 50 осіб або періодично перебуває понад 100 осіб.

В подальших дослідженнях автори мають намір проаналізувати конструктивні особливості захисних споруд цивільного призначення.

#### Список літератури

1. *Безклубенко І. С.* Методи ранжування критеріїв в задачі оптимізації потокорозподілу інженерної мережі // Управління розвитком складних систем: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2018 – № 34 – с. 111-114.

2. *Безклубенко І.С., Лесько В.І.* Принципи системного підходу – як основа розробки САПР інженерних мереж // «Містобудування і територіальне планування: Наук.-техн. збірник. - К.: КНУБА, 2016 р. – № 62, ч.1 – с. 6-58.

3. *Васійчук В. О., Гончарук В. С., Качан. С. І., Мохняк С. М.* Основи цивільного захисту: Навчальний посібник / Васійчук В. О., Гончарук В. С., Качан. С. І., Мохняк С. М. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2009 р. – 417 с.

4. *Гетун Г. В., Куліков П. М., Плоский В. О., Чернишев Д. О.* Конструкції будівель і споруд. Книга 2. Нежитлові будівлі: Підручник для вищих навчальних закладів. / Гетун Г. В., Куліков П. М., Плоский В. О., Чернишев Д. О. – Кам'янець-Подільський: Видавництво «Рута». 2023 р. – 900 с.: іл.

5. *Гетун Г.В.* Дифузійні процеси з накопичувальними характеристиками при експлуатації будівель / Гетун Г. В., Буценко Ю. П., Баліна О. І., Безклубенко І. С., Соломін А. В. // Опір матеріалів і теорія споруд: Наук.-техн збірник. – К.: КНУБА, 2019. №102. – с. 243-252.

6. *Getun G. V., Balina O. I., Butsenko Y. P., Labzhynsky V. A., Bezklubenko I. S., Solomin A. V.* Situation forecasting and decision-making optimization based on using markov finite chains for areas with industrial polutions // Опір матеріалів та теорія споруд: Наук.-техн. збірник. - К.: КНУБА, 2020. – Вип. 104. – с.164 -175

7. *Гетун Г. В., Лесько В. І., Баліна О. І., Безклубенко І. С., Буценко Ю. П.* Використання стохастичних моделей для забезпечення параметричної



надійності будівельних машин // Опір матеріалів та теорія споруд: Наук.-техн. збірник. - К.: КНУБА, 2021. – Вип. 106. – с. 262 -273.

8. *Гетун Г. В., Колякова В. М., Соломін А. В., Безклубенко І. С.* Особливості проектування сталевих сейсмостійких конструкцій висотних будівель // Будівельні конструкції. Теорія і практика: Наук.–техн. збірник. – К.: КНУБА, 2022. – Вип. 11. – с. 18-32.

9. *ДБН В.2.2.5-97* Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Будинки і споруди. *Захисні споруди цивільної оборони.* – К.: «Держкоммістобудування», 1998. – 80 с.

10. *ДБН В.1.1-7-2016.* Технічні норми, правила і стандарти. Загальнотехнічні вимоги до життєвого середовища та продукції будівельного призначення. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. *Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.* – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 41 с.

11. *ДБН В.1.2-7-2021* Технічні норми, правила і стандарти. Загальнотехнічні вимоги до життєвого середовища та продукції будівельного призначення. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. *Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека.* – К.: Мінрегіонбуд України, 2022. – 13 с.

12. *ДСТУ Б В.2.6-77:2009* Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. *Двері металеві протипожежні. Загальні технічні положення.* – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 16 с.

13. *Куліков П. М., Плоский В. О., Гетун Г. В.* Архітектура будівель та споруд. Книга 5. Промислові будівлі: Підручник для вищих навчальних закладів / Куліков П. М., Плоский В. О., Гетун Г. В. – Кам'янець-Подільський: Видавництво «Рута». 2020 р. – 820 с.: іл.

14. *Куліков П. М., Плоский В. О., Гетун Г. В.* Конструкції будівель і споруд. Книга 1: Підручник для вищих навчальних закладів / Куліков П. М., Плоский В. О., Гетун Г. В. – К.: Видавництво «Ліра-К». 2021 р. – 820 с.: іл.

15. *Плоский В. О., Гетун Г. В.* Архітектура будівель та споруд. Книга 2. Житлові будинки: Підручник для вищих навчальних закладів. – Видання третє, перероблене і доповнене / Плоский В. О., Гетун Г. В. – Кам'янець-Подільський: Видавництво «Рута». 2017 р. – 736 с.: іл.

16. *Нужний В. П.* Перші дослідження ушкодження будівель і споруд внаслідок бойових дій // Будівельні конструкції. Теорія і практика. Наук.–техн. збірник. – К.: КНУБА, 2022. – Вип. 11. – с. 104-114.

## References

1. Bezklubenko, I. S., (2018). Metody ranzhuvaniya kryteriiv v zadachakh optimizastii potokorozpodilu inzhenernoi merezhi. [Methods of ranking criteria in the problem of optimization of flow distribution of the engineering network]. // Management of the development of complex systems: Nauk.-techn. zbirnyk – K.: KNUBA. № 34. – pp. 111-114 (in Ukrainian).
2. Bezklubenko, I. S., Lesko, V. I., (2016). Pryntsypy systemnogo pidkhody- yak osnova SAPR inzhenernykh merezh. [The principles of the system approach – as a basis for CAD development of engineering networks]. Mistobydyvanniya ta teritorial'ne planuvanniya: Nauk.-techn. zbirnyk – K.: KNUBA – № 62, Kniga 1. pp. 56-58 (in Ukrainian).
3. Vasiychuk, V. O., Honcharuk, V. S., Kachan, S. I., Mohnyak, S. M., (2009). Osnovy tsyvil'noho zakhystu. [Basics of civil defense].: Study guide – Lviv: Lviv Polytechnic National University – 410 p. (in Ukrainian).
4. Getun, G. V., Kulikov, P. M., Plosky, V. O., Chernyshev, D. O., (2022). Konstruksiya budivel' i sporud. Kniga 2. Nezhytlovi budivli. [Constructions of buildings and structures. Book 2. Non-residential buildings]. Textbook / Getun G. V., Kulikov P. M., Plosky V. O., Chernyshev D. O. – Kam'yanets-Podil's'kiy: Vidavnistvo «Ruta». 900 p.: il. (in Ukrainian).
5. Getun, G. V., (2019). Difuzijni protsesy z nakopichuval'nimi charakterystykami pry ekspluatatsii budivel'. [Diffusion processes with accumulative characteristics during the operation of buildings]. / Getun G. V., Butsenko Y. P., Balina O. I., Bezklubenko I. S., Solomin A. V. // Opir materialiv ta teoriya sporud: Nauk.-techn. zbirnyk – K.: KNUBA. №. 102. – pp. 243-252 (in Ukrainian).
6. Getun, G. V., Balina, O. I., Butsenko, Y. P., Labzhynsky, V. A., Bezklubenko, I. S., Solomin, A. V. (2020). Situation forecasting and decision-making optimization based on using markov finite chains for areas with industrial pollutions. [Situation forecasting and decision-making optimization based on using finite chains for areas with industrial pollutions.] // Opir materialiv ta teoriya sporud: Nauk.-techn. zbirnyk – K.: KNUBA. Issue 104. – pp.164 -175 (in English).
7. Getun, G. V., Lesko, V. I., Balina, O. I., Bezklubenko, I. S., Butsenko, Y. P., (2021). Vykorystannya stokhastychnykh modeley dlya zabespechennya parametrychnoyi nadiynosti budivel'nykh mashyn. [Vykorystanniya stokhastychnykh modelej dlya parametrychnoi nadiynosti budivel'nykh maszyn]. // Opir materialiv ta teoriya sporud: Nauk.-techn. zbirnyk – K.: KNUBA. № 106. – pp. 262 -273 (in Ukrainian).
8. Getun, G. V., Koliakova, V. M., Solomin, A. V., Bezklubenko, I. S., (2022) Osoblyvosti proektuvanniya stalevykh sejsmostijkykh konstruksij vysotnykh budivel'. [Peculiarities of design of steel earthquake-resistant structures of high-rise

buildings]. / Building structures. Theory and practice. Nauk.-techn. zbirnyk – K.: KNUBA. №. 11. – pp. 18 – 31 (in Ukrainian).

9. DBN B.2.2.5-97 (1998). Zakhysni sporudu tsyvil'noyi oborony. [Technical regulations, rules and standards. Construction objects and industrial products for construction purposes. Buildings and structures]. *Protective structures of civil defense..* – K.: State Committee for Urban Development. 80 p. (in Ukrainian).

10. DBN B.1.1-7-2016 (2017). Pozhezhna bezpeka ob'ektiv budivnytstva. Zahal'ni vymohu. [Technical regulations, rules and standards. General technical requirements for the living environment and construction products. Protection from dangerous geological processes, harmful operational influences, from fire]. *Fire safety of construction sites. General requirements.* – K.: Ministry of Regional Construction of Ukraine. 41 p. (in Ukrainian).

11. DBN B.1.2-7-2021 (2022). Osnovni vymohy do budivel' i sporud. Pozhezhna bezpeka. [Technical regulations, rules and standards. General technical requirements for the living environment and construction products. A system for ensuring the reliability and safety of construction objects. Basic requirements for buildings and structures. Fire Security]. – K.: Ministry of Regional Construction of Ukraine. 13 p. (in Ukrainian).

12. DSTU B V.2.6-77:2009 (2009). Dveri metalevi protyozhezhni. [Technical regulations, rules and standards. Construction objects and industrial products for construction purposes. Structures of buildings and structures. Metal fire doors. / General technical provisions]. – K.: Ministry of Regional Development of Ukraine. Industrial buildings (in Ukrainian).

13. Kulikov, P. M., Ploskiy, V. O., Getun, G. V., (2020). Arkhitektura budivel' ta sporud. Kniga 5. Promislovi budivli. [Architecture of buildings and structures. Book 5. Industrial buildings.] *Pidruchnik dlya vishchikh navchal'nikh zakladiv / Kulikov P. M., Ploskiy V. O., Getun G. V.* – Kam'yanets-Podil's'kiy: Vidavnitstvo «Ruta». 820 p.: il. (in Ukrainian).

14. Kulikov, P. M., Ploskiy, V. O., Getun, G. V., (2021). Konstruktsii budivel' i sporud. Kniga 1. [Constructions of buildings and structures. Book 1. ]: *Pidruchnik dlya vishchikh navchal'nikh zakladiv / Kulikov P. M., Ploskiy V. O., Getun G. V.* – K.: Vidavnitstvo «Lira-K». 820 s.: il. (in Ukrainian).

15. Ploskiy, V. O., Getun, G. V., (2017). Arkhitektura budivel' ta sporud. Kniga 2. Zhitlovi budynky. [Architecture of buildings and structures. Book 2. Residential buildings.]: *Pidruchnik dlya vishchikh navchal'nikh zakladiv.* – Vidannya tretê, pereroblene i dopovnene / Ploskiy V. O., Getun G. V. – Kam'yanets'-Podil's'kiy: Vidavnitstvo «Ruta». 736 s.: il. (in Ukrainian).

16. Nuzhnyy, V. P., (2022). Pershi doslidzhennya ushkodzhennya budivel' i sporud vnaslidok boyovykh diy. [First studies of damage to buildings and structures as a

result of hostilities]. // Building structures. Theory and practice. Nauk.–tekhn. zbirnyk. – K.: KNUBA. Vyp. 11. – p.104 – 114. (in Ukrainian).

#### Abstract

**Galina Getun**, Candidate of Technical Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.), Professor at the Department of Architectural Structures, Kyiv National University of Construction and Architecture.

**Iryna Bezklubenko**, Candidate of Technical Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.), Associate Professor of the Department of the Design Information Technologies and Applied Mathematics Department, Kyiv National University of Construction and Architecture.

**Andrey Solomin**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.), Associate professor of the biosafety and human health department, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Politechnic Institute».

**Olena Balina**, Candidate of Technical Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.), Associate Professor of the Department of the Design Information Technologies and Applied Mathematics Department, Kyiv National University of Construction and Architecture.

#### **Features of volume-planning decisions of civil defense protective structures**

In the conditions of the large-scale war of Russia against Ukraine, which began on February 24, 2022, the problem of protecting the population and employees of enterprises, which continue to work in extremely difficult and dangerous conditions of possible shock, explosive and fire damage, has become urgent.

Among the methods and means of protecting population from emergency situations, sheltering the population in protective structures is of great importance. Experience has confirmed that sheltering people in protective structures effectively reduces the degree of damage from possible damaging factors and preserves people's lives and health from emergency situations [8, 16].

Premature accumulation of the fund of protective structures in Ukraine is decided on the basis of construction standards SBN V.2.2.5-97 «Protective structures of civil defense» [9] and rules taking into account the development of destruction means and the economic capabilities of the state [10, 11].

The article provides a classification of protective structures of civil defense, describes their main characteristics, analyzes their volume-planning solutions and life support systems.

**Keywords:** protective structures; civil protection; storage; anti-radiation shelter; volume-planning solutions; vestibule-sluice; emergency exit; life support systems.