

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

**В. О. МИХАЙЛЮК, В. І. ІЗОТОВ,
О. А. МАРМАЗИНСЬКИЙ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної (курсової) роботи

**"Комплексна оцінка стійкості об'єктів економіки
та адміністративно-територіальних одиниць
у надзвичайних ситуаціях"**

Рекомендовано Методичною радою НУК

Електронне видання на CD-ROM

Миколаїв 2010

УДК 351. 86 (075.8) 614.8

Рецензент канд. техн. наук, доцент В.В. Зайцев

Електронний аналог друкованого видання:

Михайлюк В.О., Ізотов В.І., Мармазинський О.А. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної (курсової) роботи "Комплексна оцінка стійкості об'єктів економіки та адміністративно територіальних одиниць у надзвичайних ситуаціях". – Миколаїв: НУК, 2010. – 61 с.

Кафедра безпеки життєдіяльності та цивільного захисту

Методичні вказівки є організаційно-методичним документом, що визначає порядок та методику виконання розрахунково-графічної (курсової) роботи студентів за темою "Комплексна оцінка стійкості об'єктів економіки та адміністративно територіальних одиниць у надзвичайних ситуаціях". Розрахунково-графічна робота є завершальним етапом вивчення дисципліни "Цивільна оборона" та підґрунтям для розробки питань розділу дипломного проекту (роботи) з питань безпеки життєдіяльності (БЖД) та цивільної оборони (ЦО).

Методичні вказівки створені відповідно до програми підготовки студентів вищих навчальних закладів (ВНЗ) за курсом "Цивільна оборона".

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ

АТО – адміністративно територіальна одиниця
АР та РВР – аварійно-рятувальні та ремонтно-відбудовні роботи
АРіНР – аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи
БЖД – безпека життєдіяльності
БЗ – біологічні засоби
ВНЗ – вищий навчальний заклад
ДБН – державні будівельні норми
ЕМІ – електромагнітний імпульс
ЗІЗ – засоби індивідуального захисту
ЗС – захисні споруди
ІО – інженерна обстановка
НС – надзвичайні ситуації
НФ – невоєнізовані формування
НХР – небезпечні хімічні речовини
ОЕ – об’єкт економіки
ОР – отруйні речовини
ПМР – паливно-мастильні речовини
ПО – пожежна обстановка
ПНО – потенційно – небезпечний об’єкт
ПР – проникна радіація
ПРУ – протирадіаційне укриття
ПУ – пункт управління
РВР – ремонтно-відбудовні роботи
РГЗ – розрахунково-графічна робота
РЗ – радіаційне зараження
РО – радіаційна обстановка
РР – радіоактивні речовини

СВ – світлове випромінювання
УХ – ударна хвиля
ФВК – фільтровентиляційний комплект
ХО – хімічна обстановка
ЦЗ – цивільний захист
ЦО – цивільна оборона
ЯВ – ядерний вибух

ВСТУП

Пріоритетним завданням проголошеної в Україні стратегії гарантування безпеки людини, суспільства та держави є запобігання виникненню надзвичайних ситуацій (НС) і забезпечення стійкості території, адміністративно-територіальних одиниць (АТО) та об'єктів економіки (ОЕ), якщо вони трапляються. Під стійкістю території держави, її регіонів та АТО розуміють їхню здатність в умовах НС підтримувати нормальні умови життєдіяльності населення. Стосовно стійкості роботи ОЕ, її можна визначити як здатність останніх у НС виробляти продукцію в запланованих обсязі та номенклатурі, а при одержанні слабких та середніх руйнувань, або порушенні зв'язків з кооперації та постачання відновлювати своє виробництво в максимально стислий термін. Якщо ж об'єкти безпосередньо не виробляють матеріальні цінності, то це їхня здатність виконувати притаманні функції в умовах НС. Дослідження стійкості роботи ОЕ складається з усебічного вивчення умов, які можуть виникнути на ньому у НС, з визначенням їхнього впливу на виробничу діяльність і життєзабезпечення робітників, службовців та населення, що мешкає поблизу.

Мета дослідження полягає у виявленні вразливих місць у роботі ОЕ у НС та розробленні ефективних рекомендацій щодо підвищення його стійкості. Під час дослідження оцінюється рівень вразливості виробничого комплексу від вражаючих факторів НС, зумовлюється характер можливих пошкоджень від дії вторинних вражаючих факторів та готовність ОЕ до виконання ремонтно-відновлювальних робіт (РВР), захисту робітників та службовців. Також вивчається стійкість системи постачання, кооперативних зв'язків ОЕ з підприємствами – постачальниками та зв'язків з споживачами, виявляються вразливі місця в системі управління виробництвом.

За основу цих розрахунків беруться характеристики руйнування елементів виробничого комплексу, що визначені дослідженням опірності всіх елементів до дії надмірного тиску та інших факторів, за якими ОЕ в цілому завдаються слабкі або середні руйнування. Згідно з результатами дослідження розробляється план заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкта в НС. Визначаються вартість провадження заходів, джерела фінансування, сили та кошти, необхідні матеріали, терміни виконання та відповідальні особи.

Виконання цих завдань вимагає прийняття науково обґрунтованих управлінських рішень при плануванні заходів щодо зниження ризиків виникнення НС та мінімізації можливих наслідків. У зв'язку з цим запровадження комплексної оцінки техногенної безпеки держави, окремих її регіонів, АТО на підставі оцінки безпеки окремих ОЕ набуло важливого значення. Комплексна оцінка техногенної безпеки ОЕ (АТО) здійснюється методом системного аналізу через визначення їхніх інтегральних показників ризику. Це дозволяє визначити характеристики небезпек НС не тільки на рівні ОЕ, АТО, регіонів, але і держави в цілому, провести їхнє ранжування та порівняльний аналіз. Кількісна порівняльна оцінка техногенної небезпеки ОЕ (АТО) необхідна для управління безпекою населення шляхом надання рекомендацій щодо спрямування оптимальної кількості об'єктових, місцевих, регіональних та державних матеріальних і фінансових ресурсів на запобігання НС, зниження ризиків їхнього виникнення, розробки програм, щодо підвищення безпеки працівників ОЕ та населення АТО в найбільш небезпечних місцях.

Особливе місце при забезпеченні стійкості посідає моніторинг НС та превентивні заходи щодо запобігання їхнього виникнення. Тому оперативне визначення даних для прийняття адекватних управлінських рішень є важливою складовою всього процесу ліквідації наслідків НС, особливо у воєнний час, коли обстановка може досить швидко змінюватися.

Студенти, як майбутні фахівці, повинні вміти оцінювати небезпеку, робити відповідні розрахунки та визначати необхідні заходи щодо підвищення стійкості роботи ОЕ, захисту його персоналу та населення, що мешкає поблизу, в умовах загрози або виникнення НС.

1. ОСНОВНІ ВИМОГИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ (КУРСОВОЇ) РОБОТИ

1.1. Навчальна мета та питання, що розв'язують студенти під час роботи

Метою роботи є прищеплення студентам навичок проведення дослідження оцінки стійкості ОЕ, шляхом визначення впливу вражаючих факторів НС на АТО, де розташовано ОЕ, на його персонал та населення, що мешкає поблизу.

До питань, які вирішують студенти при виконанні розрахунково-графічної (курсової) роботи, належать наступні:

- оцінка та аналіз рівня техногенних небезпек ОЕ;
- визначення та оцінка впливу вражаючих факторів НС на людину, будинки, споруди, розрахунок імовірності ураження людей і будівельних конструкцій;
- оцінка ризику виникнення небезпек та розробка рекомендацій щодо його зменшення;

- визначення необхідних сил для виконання аварійно-рятувальних і ремонтно-відбудовних робіт (АР та РВР);
- визначення заходів щодо підвищення стійкості ОЕ, захисту його персоналу та населення, яке мешкає поблизу.

1.2. Організаційно-методичні вказівки до виконання роботи

Завдання на розрахунково-графічну (курсову) роботу видається викладачем кафедри БЖД та ЦЗ. Кожний студент виконує роботу за одним з варіантів вихідних даних. На титульній сторінці пояснювальної записки необхідно вказати: найменування ВНЗ, кафедри; назву теми розрахунково-графічної (урсової) роботи, номери варіанта роботи, навчальної групи; прізвище та ініціали студента і викладача, який керує роботою. Текст пояснювальної записки має бути стислим і чітким.

Зміст пояснювальної записки: вступ; оцінка рівня техногенних небезпек на ОЕ (АТО); вихідні дані; оцінка обстановки, яка може скластися на ОЕ у НС; оцінка інженерного захисту робітників та службовців ОЕ; прогнозування можливих збитків, визначення необхідних сил і засобів для виконання АР та РВР; заходи щодо підвищення стійкості ОЕ, безпеки його персоналу та населення, що мешкає поблизу. Прийняті рішення обґрунтовуються з посиланням на нормативні матеріали.

Робота виконується на засадах самостійної, індивідуальної праці студентів згідно з навчальним планом. Студенти приймають рішення, використовуючи необхідні навчальні та довідкові посібники.

На підготовку роботи та її захист студенту відводиться 3 тижні.

2. ОЦІНКА РІВНЯ ТЕХНОГЕННИХ НЕБЕЗПЕК

2.1. Загальна методика оцінки

Оцінка рівня техногенних НС реалізується за трьома етапами. На першому – відбуваються системний аналіз та структуризація проблем техногенної безпеки. На другому – визначення комплексних показників потенційної небезпеки ОЕ (АТО) щодо виникнення техногенних НС и на третьому – розрахунок інтегральних показників безпеки на основі комплексних показників потенційної небезпеки ОЕ, індивідуального ризику смерті та матеріального збитку.

Для визначення небезпеки ОЕ (АТО) розглядаються показники, що безпосередньо пов'язані з техногенною безпекою.

2.2. Визначення інтегрального показника потенційної небезпеки

На основі вихідних показників (дод. 1, табл. 1) сформувати базу даних ПНО (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. База даних для оцінки рівня небезпек

№ з/п	Показники	об'єкт _	об'єкт _	об'єкт _
1	Площа АТО $S_{\text{АТО}}$, км ²			
2	Чисельність населення АТО $N_{\text{АТО}}$, тис. чол.			
3	Площа об'єкту економіки $S_{\text{ОЕ}}$, км ²			
	d_1			
4	Чисельність виробничого персоналу $N_{\text{ОЕ}}$, тис. чол.			
	d_2			
5	Середньорічна кількість персоналу ОЕ, постраждалого при НС $N_{\text{пер}}$, чол./рік			
	d_3			
6	Середньорічна кількість НС на ОЕ $N_{\text{НС}}$, шт/рік			
	d_4			
7	Найбільш можлива кількість уражених $N_{\text{ур}}$, тис. чол.			
	d_5			
8	Площа зони ураження $S_{\text{ур}}$, км ²			
	d_6			
9	Середньорічна кількість населення АТО постраждалого при НС $N_{\text{нас}}$, тис чол./рік			
	d_7			
10	Збитки від НС $Z_{\text{пр}}$, тис. грн.			
	d_8			
11	Відносна величина постраждалої території P_S , %			
	d_9			
12	Відносний показник постраждалого населення P_N , %			
	d_{10}			

Розрахувати додаткові відносні показники у відсотках (%), а саме:

– відносну величину постраждалої території P_S , яка розраховується за формулою:

$$P_S = \frac{S_{\text{ур}}}{S_{\text{АТО}}} 100 \%,$$

і визначає співвідношення території, яка підпадає під вплив вражаючого фактору НС до загальної території АТО;

– відносний показник постраждалого населення P_N (кількість населення, яке може постраждати внаслідок НС відносно до загальної кількості населення АТО):

$$P_N = \frac{N_{ур}}{N_{АТО}} 100\%.$$

Занести додаткові відносні показники до табл. 2.1 (п.п. 11,12).

За табл. 2.1 визначити індекси значимості та пріоритету d_i для кожного окремого показника, крім $S_{АТО}$ і $N_{АТО}$.

Примітка: Для визначення значимості та пріоритету серед АТО (ОЕ) застосовується індекс d . Найбільше значення індексу $d = 1$. Всі інші показники $d < 1$, розраховуються для кожного окремого показника. Наприклад, на території АТО "К" знаходяться 10 потенційно небезпечних об'єктів, АТО "Л" – 6 ПНО, АТО "М" – 2 ПНО. Відповідно індекс d для АТО "К" дорівнює 1, для АТО "Л" $d = 6/10 = 0,6$, для АТО "М" $d = 2/10 = 0,2$.

Визначити інтегральний коефіцієнт небезпеки $k_{нб}$ для кожного об'єкту:

$$k_{нб} = \sum_{i=1}^m d_i,$$

де m – кількість показників вихідних даних.

Порівнявши отримані коефіцієнти, здійснити ранжування об'єктів за ступенем їхньої небезпеки (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Ранжування ОЕ за ступенем небезпеки

№ з/п	Об'єкт економіки	Показник порівняльного коефіцієнту небезпек	Місце
1	Об'єкт		
2	Об'єкт		
3	Об'єкт		

Зробити висновок, в якому вказати найбільш небезпечний об'єкт.

3. ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МОЖЛИВИХ ВРАЖАЮЧИХ ФАКТОРІВ ЯВ ТА ЇХНЬОГО ВПЛИВУ НА ОЕ

Для комплексної оцінки стійкості ОЕ (АТО) необхідна початкова інформація стосовно виду, потужності застосованого ядерного вибуху (ЯВ), його відстані від епіцентру вибуху та інш. Характер можливих впливів на ОЕ (АТО) і значення параметрів вражаючих факторів відповідних ЯВ визнача-

ються розрахунком за допомогою відповідних таблиць або розрахункових лінійок ЦО.

Початком комплексної оцінки є виконання схеми взаємного розташування міста, об'єкта «Б» та найбільш небезпечного ОЕ (див. табл. 2.2). За умови, що вісь сліду радіоактивної хмари пройде через нього, визначити можливу мінімальну відстань від найбільш небезпечного ОЕ до епіцентру повітряного ЯВ при завданні удару по місту, позначеного на схемі. За точку прицілювання прийняти геометричний центр міста. Мінімальна можлива відстань від ОЕ до епіцентру вибуху складає:

$$R_{\min} = R_{\text{м}} - r_{\text{відх}},$$

де $R_{\text{м}}$ – відстань від геометричного центра міста до ОЕ, км; $r_{\text{відх}}$ – радіус відхилення боєприпасу від точки прицілювання (прийняти $r_{\text{відх}} = 0,6$ км).

3.1. Визначення величини надмірного тиску у фронті УХ

За табл. 3.1 (дод. 3) або розрахунковою лінійкою ЦО визначити можливу максимальну величину надмірного тиску $\Delta P_{\text{ф}}^{\text{ЯВ}}$ на території ОЕ, виходячи з величини потужностей ЯВ ($q_{\text{п}}$, $q_{\text{н}}$) і відстаней від центрів вибухів до ОЕ ($R_{\text{м}}$, $R_{\text{Б}}$); при визначенні $\Delta P_{\text{ф}}^{\text{ЯВ}}$ від наземного ЯВ радіус відхилення боєприпасу $r_{\text{відх}}$ не враховувати.

Визначити в якій зоні руйнувань осередків ядерного ураження від повітряного та наземного вибухів може опинитися ОЕ. Зробити висновок про необхідність оцінки інженерної обстановки на ОЕ.

3.2. Визначення величини світлового імпульсу

За табл. 3.2 (дод. 3) або розрахунковою лінійкою ЦО визначити можливу максимальну величину світлового імпульсу ($U_{\text{св}}$), виходячи зі значень потужностей ЯВ ($q_{\text{п}}$, $q_{\text{н}}$) та відстаней від центрів вибуху до ОЕ ($R_{\text{м}}$, $R_{\text{Б}}$). Зробити висновок про необхідність оцінки пожежної обстановки на ОЕ (див. дод. 3, табл. 3.10).

3.3. Визначення очікуваної дози проникної радіації

Визначити максимальну дозу проникної радіації на ОЕ (АТО) $D_{\text{пр}}$ за допомогою табл. 3.3, дод. 3. Зробити висновок про необхідність захисту працівників ОЕ та населення АТО при роботі в даних умовах.

3.4. Визначення масштабів та ступеня радіоактивного зараження

За табл. 3.4 (дод. 3) або розрахунковою лінійкою ЦО визначити розміри зон РЗ (L – довжину, b – максимальну ширину), виходячи зі значень потужності наземного ЯВ q_n , та швидкості середнього вітру v_b . Нанести на схему у масштабі та відповідному кольорі зони РЗ. Використовуючи табл. 3.5, 3.6 дод. 3 або розрахункову лінійку, визначити можливі рівні радіації на території ОЕ через 1 годину (P_1) та через t годин (P_t) після вибуху. Визначити можливу максимальну дозу опромінення персоналу ОЕ при знаходженні на відкритій місцевості за час від моменту випадання радіоактивних опадів до повного розпаду РР (D_∞):

$$D_\infty = 5 \cdot P_t \cdot t; \quad t = \frac{R_B}{v_b},$$

де P_t – рівень радіації через t годин після вибуху; t – час початку опромінення людей.

Визначити дозу його опромінення за час робочої зміни $D_{зм}$, використовуючи таблиці довідника, або розрахункову лінійку ЦО, або за формулою

$$D_{зм} = k D_\infty,$$

де k – прийняти 0,4 при тривалості робочої зміни 12 годин.

Зробити висновок щодо необхідності захисту людей при роботі в даних умовах. Визначити типовий режим радіаційного захисту за табл. 3.7 дод. 3.

3.5. Визначення параметрів електромагнітного імпульсу

При оцінці впливу ЕМІ на електричні мережі, лінії зв'язку та інші струмопровідні елементи устаткування необхідно враховувати, що ЕМІ характеризується величинами горизонтальної та вертикальної складових напруженості електричного поля.

Визначити максимальні значення напруженостей електричних полів, що виникли при наземному ЯВ (вертикальної та горизонтальної складових):

$$E_b = 5 \cdot 10^3 \cdot \frac{(1 + 2R)}{R^3} \lg(14,5q_n), \quad E_r = 10 \cdot \frac{(1 + 2R)}{R^3} \lg(14,5q_n).$$

Визначити максимальні значення напруженостей електричних полів, що виникли при повітряному ЯВ (вертикальної та горизонтальної складових):

$$E_b = 5 \cdot 10^3 K \cdot \frac{(1 + 2R)}{R^3} \lg(14,5q_n), \quad E_r = 10 K \cdot \frac{(1 + 2R)}{R^3} \lg(14,5q_n),$$

де R – відстань від центра ЯВ, км; q_n – потужність повітряного вибуху, кт; q_n – потужність наземного вибуху, кт; K – коефіцієнт асиметрії, що залежить від висоти вибуху (прийняти 0,5).

Зробити висновок про необхідність захисту виробничого комплексу від ЕМІ. Визначити доцільні заходи захисту від ЕМІ (дод. 6).

3.6. Аналіз параметрів вражаючих факторів ЯВ, які діють на ОЕ

Значення параметрів вражаючих факторів повітряного і наземного ЯВ, отримані при виконанні п.п. 3.1...3.5 занести в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Характеристика вражаючих факторів ЯВ

Вражаючий фактор	Параметри вражаючих факторів			
	Позначення	Одиниці виміру	Повітряний ЯВ	Наземний ЯВ
Ударна хвиля	$\Delta P_{\Phi}^{\text{ЯВ}}$	кПа		
Світлове випромінювання	$U_{\text{св}}$	кДж/м ²		
Радіоактивне зараження	L_A/b_A	км		
	L_B/b_B	км		
	L_V/b_V	км		
	L_{Γ}/b_{Γ}	км		
	P_t	Р/год		
	P_{10}	Р/год		
	t	год		
	D_{∞}	Р		
	$D_{3\text{м}}$	Р		
Проникна радіація	$D_{\text{пр}}$	Р		
Електромагнітний імпульс	$E_{\text{в}}$	В/м		
	E_{Γ}	В/м		

4. ОЦІНКА ОБСТАНОВКИ, ЯКА МОЖЕ СКЛАСТИСЯ НА ОЕ ВНАСЛІДОК ЯВ

4.1. Оцінка можливої інженерної обстановки

Визначити імовірність руйнування виробничих будівель від ЯВ з використанням формул пробіт-функцій і табл. 3.8 (дод. 3):

– слабе руйнування промислових будинків:

$$Pr = 5 - 0,26 \ln[(4,6/\Delta P_{\Phi}^{\text{ЯВ}})^{3,9} + (0,11/I^+)^{5,0}]; \quad (4.1)$$

– середнє руйнування промислових будинків:

$$Pr = 5 - 0,26 \ln[(17,5/\Delta P_{\phi}^{\text{ЯВ}})^{8,4} + (0,29/I^+)^{9,3}]; \quad (4.2)$$

– сильне руйнування промислових будинків:

$$Pr = 5 - 0,22 \ln[(40/\Delta P_{\phi}^{\text{ЯВ}})^{7,4} + (0,26/I^+)^{11,3}], \quad (4.3.)$$

де $\Delta P_{\phi}^{\text{ЯВ}}$ – надмірний тиск у фронті УХ, Па; P_0 – атмосферний тиск, ($P_0 = 101,3$ кПа); I^+ – імпульс фази стиснення, Па·с;

$$I^+ = 0,01323k(k+1)P_0Ra^{-1},$$

де $k = 1,4$ – показник адіабати для повітря; $a = 330$ м/с – швидкість звуку в повітрі, R – відстань від центру вибуху, м.

За допомогою лінійки ЦО та довідкових таблиць (дод. 3, табл. 3.9) визначити можливість виникнення завалів, їхні характеристики. Зробити висновки з ІО, яка створиться на ОЕ, та призначити доцільні заходи для підвищення стійкості будівель та споруд, захисту технологічного обладнання та персоналу, використовуючи дод. 6.

Розрахувати імовірність ураження персоналу при аваріях у виробничому приміщенні ОЕ.

В результаті дії УХ у виробничому приміщенні ОЕ можливе руйнування технологічних систем та агрегатів, в яких використовуються пальні речовини, балони з газами під тиском, або які є джерелом утворення пилу, що може вибухнути. Внаслідок цього можливе виникнення додаткових вибухів (конкретна технологічна система зазначена у варіанті завдання). Визначити:

- величину ΔP_{ϕ} у фронті УХ при вибуху технологічної системи;
- величину імпульсу фази стиснення I^+ при вибуху технологічної системи (рекомендації з розрахунку ΔP_{ϕ} , I^+ при аваріях технологічних систем в дод. 2, п.п.1,2);
- ступінь враження персоналу ОЕ від дії УХ з використанням формул пробіт-функцій та табл. 3.8 (дод. 3):

– розрив барабаних перетинків: $Pr = -12,6 + 1,524 \ln \Delta P_{\phi};$

– тривала втрата керованості: $Pr = 5 - 5,74 \ln(4,2/\bar{p} + 1,3/\bar{i}),$

де $\bar{p} = 1 + \Delta P_{\phi} / P_0$, $\bar{i} = I^+ / (P_0^{1/2} m^{1/3});$

– смертельне враження: $Pr = 5 - 2,44 \ln[7380/\Delta P_{\phi} + 1,38 \cdot 10^9 / (\Delta P_{\phi} I^+)],$

де m прийняти для людини середньої ваги – 70 кг.

Зробити висновки щодо враження персоналу дільниці цеху від баричного впливу та призначити заходи його зменшення (дод. 6).

4.2. Оцінка можливої пожежної обстановки на ОЕ

За довідковою таблицею (дод. 3, табл. 3.10) або розрахунковою лінійкою ЦО за величиною світлового імпульсу, визначити можливість займання наявних матеріалів ОЕ.

Визначити щільність забудови на території ОЕ:

$$\text{Щ} = \frac{S_6}{S_{\text{ОЕ}}} \cdot 100\%,$$

де S_6 , $S_{\text{ОЕ}}$ – відповідна сумарна площа будівель та території ОЕ.

Примітка: якщо $\text{Щ} < 7\%$, пожежі не поширюються (виникають окремі пожежі); якщо $\text{Щ} = 7 \dots 20\%$, можливе перетворення ділянок окремих пожеж у суцільні пожежі; якщо $\text{Щ} > 20\%$, можливе утворення суцільної пожежі на всій території.

Визначити ступінь враження персоналу ОЕ від термічного впливу світлового випромінювання.

Світлове випромінювання, діючи на незахищених людей, викликає опіки відкритих частин тіла. Людина відчуває сильний біль (ледь стерпну), коли температура верхнього шару шкіри перевищує 45°C . Час досягнення «порогу болі» τ , с визначається за формулою

$$\tau = (35/Q)^{1,33}, \quad Q = U_{\text{св}} \cdot t_{\text{с}}, \quad t_{\text{с}} = \sqrt[3]{q},$$

де Q – інтенсивність теплового випромінювання, $\text{кВт/м}^2 \cdot \text{с}$; $U_{\text{св}}$ – величина світлового імпульсу, кДж/м^2 ; $t_{\text{с}}$ – час свічення світлової сфери, с; q – потужність ЯВ, кт.

При інтенсивності теплового потоку, меншої за $1,7 \text{ кВт/м}^2 \cdot \text{с}$, біль не відчувається навіть при тривалому тепловому впливі.

При використанні імовірнісного підходу при визначенні термічного впливу можна застосувати формулу пробіт-функції і табл. 3.8 (дод.к 3):

– для смертельного враження:

$$Pr = -9,5 + 2,56 \ln(q^{1,33} \cdot \tau),$$

де q – потужність ЯВ, кт; τ – час досягнення «порогу болі», с.

Визначити ступінь враження персоналу від токсичного впливу горючих матеріалів, (якщо не указані конкретні матеріали, то від чадного газу) за допомогою формули пробіт-функцій та табл. 3.8, 3.11 (дод. 3):

$$Pr = a - b \ln(c^n \cdot \tau),$$

де c – концентрація токсиканту, ppm (part per million by volume); τ – час впливу, с, (прийняти 3 хвилини); n – показник ступеня, який визначається експериментально.

Концентрація токсиканту c (ppm) пов'язана з концентрацією c (мг/л) наступним співвідношенням:

$$c_{(ppm)} = 10^{-3} c_{(мг/л)} (273,15 + t) / (12,187 \cdot M),$$

де t – температура суміші, °C (прийняти 100°C); M – молярна маса токсиканту, г/моль. Корисним також є співвідношення 1% об = 10000 ppm. Молярна маса M , виражена у г/моль, чисельно дорівнює відносній молекулярній масі M_r для речовин атомної будови – відносній атомній масі A_r .

Наприклад: молярна маса метану CH_4 визначається наступним чином:

$$M_r(CH_4) = A_r(C) + 4A_r(H) = 12 + 4 = 16 \text{ г/моль.}$$

Зробити висновок щодо заходів для зменшення кількості вражених (дод. 6).

4.3. Оцінка впливу ЕМІ на стійкість роботи електричного і електронного обладнання (ЕЕО)

Основну небезпеку при наземних та повітряних ЯВ (до висоти 10 км) представляє вертикальна складова потужності електричного поля, що набагато перевершує горизонтальну. Тому необхідно визначити максимальні очікувані напруги (U_B), які наводяться у вертикальних ділянках електричних ліній, що забезпечують роботу електроустаткування ОЕ:

$$U_B = \frac{E_B \cdot l_B}{rE},$$

де l_B – довжина вертикальної ділянки дроту, м; η – коефіцієнт екранування електричної лінії (кабелю).

Зробити висновок про стійкість роботи ОЕ до впливу ЕМІ, порівнюючи величину очікуваної напруги і максимально допустиму робочу напругу в мережі.

Зробити висновки щодо рівня стійкості роботи ЕЕО та призначити доцільні заходи його підвищення.

4.4. Оцінка інженерного захисту виробничого персоналу об'єкта

Під час виконання цього підрозділу на основі вихідних даних необхідно оцінити: забезпеченість захисту персоналу за місткістю існуючого сховища; системи життєзабезпечення вбудованого сховища виробничої дільниці на відповідність державним будівельним нормам (ДБН); оцінити наявні сховища ОЕ за захисними властивостями. У разі потреби виконати розрахунок об'ємно-планувальних рішень додаткового сховища.

Для оцінки забезпеченості захисту персоналу ОЕ необхідно визначити найбільшу працюючу зміну на виробничій дільниці. Підрахувати місткість наявного сховища виробничої дільниці і зробити висновок про забезпеченість

місцями в ньому найбільшої працюючої зміни. Оцінити сховище за місткістю (методика оцінки надана у дод. 2, п.3.1).

Оцінити сховище за захисними властивостями (дод. 2, п.3.2).

Оцінити сховище за своєчасним укриттям людей за сигналами ЦО (дод. 2, п.3.4).

При недостатній забезпеченості захисту персоналу виробничої ділянки виконати необхідні розрахунки для визначення об'ємно-планувальних рішень додаткового сховища.

4.4.1. Розрахунок площі сховища

У розрахунку вказати: клас сховища, місткість, мінімальну і максимальну відстані від виробничої ділянки, основні та допоміжні приміщення, кількість ярусів лавок-нар для розміщення персоналу та місць для лежання і сидіння.

Площа сховища в загальному випадку визначається за формулами:

$$S_{\text{сх}} = S_{\text{осн}} + S_{\text{доп}},$$

$$S_{\text{осн}} = S_{\text{пер}} + S_{\text{сп}} + S_{\text{мп}} + S_{\text{пу}}, \quad S_{\text{доп}} = S_{\text{пр}} + S_{\text{тш}} + S_{\text{інш}},$$

де – $S_{\text{сх}}$, $S_{\text{осн}}$, $S_{\text{доп}}$, $S_{\text{пер}}$, $S_{\text{сп}}$, $S_{\text{мп}}$, $S_{\text{пу}}$, $S_{\text{пр}}$, $S_{\text{тш}}$, $S_{\text{інш}}$, відповідно – площі сховища, його основних та допоміжних приміщень, відсіку для персоналу, який переходується, санітарних постів, медичного пункту, пункту управління, комори для продуктів, тамбур-шлюзу, інших приміщень.

Площі приміщень визначаються на основі відповідних норм, обумовлених ДБН і зазначених у дод. 4. В окремих випадках, деякі приміщення можуть бути відсутні. Наприклад, тамбур-шлюзи обладнуються у сховищах місткістю 300 і більше людей, при меншій їх кількості – вони не встановлюються.

Для зберігання продуктів передбачається комора площиною:

$$S_{\text{пр}} = 5 + \frac{N_{\text{п}} - 150}{50}, \text{ м}^2,$$

де $N_{\text{п}}$ – кількість людей, що переходуються у сховищі, чол.

Кількість приміщень для продуктів у сховищі повинна бути з розрахунку 1 комора на 600 чол., що вкриваються. Площу інших приміщень в загальному випадку визначають:

$$S_{\text{інш}} = n \cdot N_{\text{п}},$$

де n – норма площі допоміжних приміщень (додаток 4).

Висоту сховища $h_{\text{сх}}$ визначають, виходячи з необхідного об'єму сховища:

$$h_{\text{сх}} = \frac{V_{\text{сх}}}{S_{\text{сх}}},$$

де V_{cx} – необхідний об'єм сховища при нормі $1,5 \text{ м}^3$ на людину:

$$V_{cx} = 1,5 \cdot N_{п}.$$

Основні значення характеристик сховища занести до табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Основні характеристики додаткового сховища

Назва елемента	Умовне позначення	Значення
Клас сховища	—	
Місткість	чол.	
Відстань від виробничої ділянки, м	$L_{\min}$ $L_{\max}$	
Кількість ярусів лавок-нар	—	
Кількість місць для:		
— лежання	—	
— сидіння	—	
Площа сховища, м^2	S_{cx}	
Висота сховища, м	h_{cx}	
Об'єм сховища, м^3	V_{cx}	
Площа допоміжних приміщень:		
— комора для продуктів	$S_{пр}$	
— тамбур-шлюз	$S_{тш}$	
— інші доп. приміщення	$S_{інш}$	
Площа основних приміщень:		
— площа відсіку для персоналу, що переховується	$S_{пер}$	
— площа пункту управління	$S_{пу}$	
— площа медичного пункту	$S_{мп}$	
— площа санітарних постів	$S_{сп}$	

4.4.2. Розрахунок коефіцієнта захисту від дії ПР сховища №2

Визначити реальний коефіцієнт захисту від дії ПР сховища №2 за фор-

мулою:

$$K_3 = K_p \cdot \prod_{i=1}^m 2^{\frac{h_i}{d_i}},$$

де K_3 – коефіцієнт захисту сховища від дії ПР; K_p – коефіцієнт розташування (для сховищ, що стоять окремо в районі забудови $K_p = 2$); h_i – товщина шару матеріалу забудови; d_i – шар половинного ослаблення даного матеріалу (табл.3.12, дод. 3), m – кількість захисних прошарків.

Зробити розрахунок товщини додаткового шару ґрунту $h_{\text{дод}}$ для підвищення коефіцієнта захисту сховища № 2 до 1024. Зробити висновки щодо забезпеченості інженерного захисту персоналу ОЕ та призначити доцільні заходи підвищення його стійкості.

4.4.3. Оцінка систем життєзабезпечення вбудованого сховища

Для забезпечення життєдіяльності людей ЗС обладнуються системами: повітропостачання, водопостачання, електропостачання, опалення, зв'язку, (каналізації та інш.). Найбільш важливими є системи повітря- і водопостачання. Суттєвість оцінки систем полягає у визначенні їх можливостей забезпечення людей, що укриваються, повітрям і водою за існуючими нормами ДБН. Оцінити відповідність систем життєзабезпечення існуючого сховища виробничої ділянки вимогам нормативних документів.

Визначити характеристики систем життєзабезпечення існуючого вбудованого сховища виробничої ділянки та занести їх до табл. 4.2.

Таблиця 4.2. Характеристики системи життєзабезпечення

Система повітропостачання			
Тип	Режими роботи (№)	Продуктивність за режимом	
		Режим 1 (м³/чол)	Режим 2 (м³/чол)
Система водопостачання			
Джерела водопостачання	Глибина магістралей (м)	Аварійний запас води (л)	
Система каналізації			
Типи систем	Глибина магістралей (м)	Аварійні ємності (л)	

На основі оцінки обстановки на ОЕ обґрунтувати необхідні режими роботи **системи вентиляції** сховища та виконати розрахунки потрібної кількості повітря для кожного з них:

– визначити потрібну кількість повітря при роботі системи вентиляції у 2-ому режимі (режим фільтровентиляції):

$$Q_2 = (N_{\text{п}} - N_{\text{пу}} - N_{\text{ерб}})n_n + N_{\text{пу}} \cdot n_{\text{пу}} + N_{\text{ерб}} \cdot n_{\text{ерб}},$$

де Q_2 – кількість повітря, яке потрібно подати в сховище при роботі системи вентиляції у другому режимі, м³/год; $N_{\text{п}}$ – кількість людей, що переховуються у сховищі, чол.; $N_{\text{пу}}$ – кількість працюючих у пункті управління при його наявності, чол.; $N_{\text{ерб}}$ – кількість людей, необхідних для забезпечення роботи всіх вентиляторів у ручному режимі; n_n , $n_{\text{пу}}$, $n_{\text{ерб}}$ – норми подання повітря в другому режимі для відповідних категорій тих, хто переховується (дод. 4);

– визначити потрібну кількість повітря при роботі системи вентиляції у 1-ому режимі (режим чистої вентиляції):

$$Q_1 = N_{\text{п}} \cdot n_{\text{кз}},$$

де $n_{\text{кз}}$ – норма подання повітря на одну людину, що переховується, при роботі системи вентиляції в першому режимі, в залежності від кліматичної зони розташування сховища, м³/год (дод. 4);

– при доцільності 3-го режиму вентиляції (режим ізоляції та регенерації внутрішнього повітря) вжити необхідних заходів для його забезпечення (см. розділ 4.2).

Порівняти можливості системи повітропостачання з розрахунками потреб і зробити висновки про здатність їхнього забезпечення.

У випадку недостатнього обсягу повітря, за режимом 2 розрахувати необхідну кількість фільтровентиляційних комплектів (ФВК):

$$N_{\text{ФВК}} = \frac{Q_2}{Q_{2\text{ФВК}}},$$

де $N_{\text{ФВК}}$ – необхідна кількість ФВК (округляється до цілого числа в більший бік), шт.; $Q_{2\text{ФВК}}$ – продуктивність одного комплекту ФВК у другому режимі, м³/год.

Оцінити достатність подання повітря за режимом 1. У випадку недостачі повітря (тільки в першому режимі), систему повітропостачання доповнити вентиляторами ЕРВ – 72-2 (продуктивність 900...1200 м³/год.).

За необхідністю 3-го режиму вентиляції запропонувати оптимальний варіант його забезпечення (модернізація ФВК-1 регенеративною установкою, заміною ФВК-1 на ФВК-2, доповненням системи вентиляції комплектом ФВК-2).

Розрахувати потрібний **аварійний запас води** в сховищі за формулою:

$$V_{\text{ав}} = N_n \cdot n_{\text{в}} \cdot t,$$

де $V_{\text{ав}}$ – необхідний аварійний запас води, л; $n_{\text{в}}$ – норма аварійного запасу води на одну людину, л/(добу · чол.); t – мінімальний термін перебування людей у сховищі в автономному режимі, діб.

Порівняти потрібний запас води з наявним і оцінити відповідність системи водопостачання вимогам ДБН, зробити висновки про необхідність додаткових заходів.

Визначити необхідний об'єм **аварійної ємності для збирання стоків**:

$$V_{\text{ст}} = N_{\text{п}} \cdot n_{\text{ст}} \cdot t,$$

де $V_{\text{ст}}$ – об'єм аварійного резервуара для збирання стоків, л; $n_{\text{ст}}$ – норма стічних вод на одну людину, л/(добу · чол.), t – мінімальний термін перебування людей у сховищі в автономному режимі, діб.

Зробити висновки щодо відповідності системи каналізації вимогам норм і необхідності додаткових заходів.

Проаналізувати та зробити висновки щодо відповідності систем електропостачання, опалення та зв'язку вимогам норм і необхідності заходів для усунення недоліків. Результати оцінки інженерного захисту ОЕ занести до табл. 4.3.

Таблиця 4.3. Результати оцінки інженерного захисту персоналу ОЕ

Назва і номер захисних споруд	Забезпечується захист, чол.				Відповідність планових рішень
	За місткістю	За захисними властивостями	За життєзабезпеченням	За своєчасним укриттям	
...					
...					
...					
Всього					
Показник	$K_{\text{міст}}$	$K_{\text{зх}}$	$K_{\text{ж.з.}}$	$K_{\text{свуу}}$	

Оцінити інженерний захист ЗС (дод. 2, п.3).

Призначити доцільні заходи, що забезпечують відповідність вбудованого сховища вимогам ДБН (дод. 6).

5. ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНИХ ОБСЯГІВ РОБІТ ТА СИЛ ДЛЯ ВИКОНАННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ТА РЕМОНТНО-ВІДБУДОВНИХ РОБІТ

При плануванні та організації РВР на ОЕ необхідно завчасно визначити види і обсяги робіт, розробити проект відновлення зруйнованих елементів, підготувати персонал та матеріально-технічне забезпечення. РВР належатимуть до середнього відбудовного ремонту й орієнтовно можуть бути проведені протягом одного-чотирьох тижнів. Для цього слід визначити наступне.

Орієнтовний обсяг витрат РВР визначити за формулою:

$$W = G \cdot F,$$

де G – відносна величина збитку в залежності від характеру руйнувань; F – балансова вартість основних виробничих фондів, тис. грн.

Відносну величину збитку G визначити, використовуючи формули (4.1), (4.2), (4.3) розділу 4.1 та табл. 3.8 (дод. 2).

Порахувати кількість робочої сили, необхідної для виконання РВР за залежністю:

$$R = W/N_B,$$

де N_B – норма виробітку на одного працівника за рік, тис. грн.

Визначити мінімальний час T у добах, за який буде виконано ремонтні роботи (R працівників виконають усі ремонтні роботи за рік, а якщо до робіт будуть притягнені всі робітники ($N_{\text{ОЕ}}$), то вони здійснять їх за T діб, (прийняти графік роботи – в дві зміни).

Зробити висновки щодо обсягів та сил, необхідних для виконання аварійно-рятувальних та ремонтно-відбудовних робіт у директивний термін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. "Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения" / *Г.П. Демиденко* и др: Справочник. 2-ое изд. перераб. и доп. Высшая школа. – К.: Главное издательство, 1989. – 287 с.
2. *Мастрюков Б.С.* Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр "Академия", 2003. – 336 с.
3. *Михайлюк В.О., Пінін В.Г., Штейн П.В.* Методичні вказівки до виконання курсової роботи з теми "Дослідження стійкості роботи об'єктів економіки в особливий період". – Миколаїв: Видавництво УДМТУ, 2002. – 39 с.
4. "Управління техногенною безпекою об'єктів підвищеної небезпеки" / *В.Ф. Стосцький* та інш. – Тернопіль: Видавництво "Астон", 2005 – 408 с.
5. Нормы пожарной безопасности (НБП 105-03), приказ МЧС России от 26.06.2003 г. № 07/6463 – ЮД.
6. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (РД 03-409-01). Утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 26.06.01. № 25.

Стисла характеристика ОЕ

ОЕ віднесено до 1 категорії з ЦО, розташовано в АТО першої групи. ОЕ має виробничі приміщення – промислові будівлі з важким металевим каркасом, цегляні двоповерхові споруди, а також дерев'яні одноповерхові приміщення лабораторії, де знаходяться електровимірювальні пристрої. Крім того, на території ОЕ стоїть дерев'яне приміщення для зберігання ганчір'я та мастила.

ОЕ забезпечується електроенергією від ГЕС, резервне електропостачання передбачено від міської ТЕЦ та АЕС. Електромережі – підземні, укладені на глибині 0,7 м, заکільцьовані.

Водопостачання здійснюється від міської мережі. Резервне водопостачання з річки та артезіанської свердловини. Водогінну мережу прокладено на глибині 1,2 м, вона закільцьована.

Газопостачання здійснюється від міської мережі з двох протилежних боків ОЕ. Теплопостачання забезпечується від об'єктової котельної.

Каналізаційна система ОЕ самопливна, складається з двох незалежних систем – господарсько-фекальної та зливної (прокладені на глибині 1,2 м).

На ОЕ розроблено план переведення на режим роботи особливого періоду. Роботу ОЕ в особливий період передбачено у дві зміни (кількість персоналу в I і II змінах однаково).

На ОЕ у попередні роки було побудовано захисні споруди:

- ті, що стоять окремо, класу А-3, на відстані від промислових приміщень $R = 30...50$ м; сховище №2 розташоване у районі забудови на відстані 370 м., має перекриття з бетону та ґрунту, K_3 – не визначений;

- вбудовані класу А-3;

- пристосовані під сховища підвальні приміщення будівель, захисні властивості відповідають класу А-4.

Виробнича дільниця, що розглядається, є кам'яною промисловою спорудою, з важким металевим каркасом. Висота будівлі 25 м. Перекриття залізобетонне. Двері та віконні рами дерев'яні, пофарбовані у білий колір. У приміщенні встановлено важкі металообробні верстати: токарні, фрезерувальні, унікальні внутрішньо шліфувальні та ін. середньої та легкої ваги. У прогонах встановлено крани вантажопід'ємністю 5 т. Подання окремих частин агрегатів до робочих місць виконується електрокарами. У технологічному процесі використовуються балони зі стиснутими газами (паливними та не паливними), а також гас для промивки деталей у спеціальній ванні. Балони зберігаються компактно.

Електропостачання верстатів здійснюється від підстанції, підземний кабель довжиною $l_k = 100$ м. У приміщенні кабель має вертикальні відгалуження до верстатів. Робоча напруга $U_p = 380$ В. Допустимі коливання напруги у мережі $\pm 20\%$.

На території ОЕ зберігається порожня соснова тара, соснова стружка. Діжки з водою та ящики з піском в приміщеннях є. Підвальне приміщення виробничої діяльності пристосовано під вбудоване сховище, в ньому обладнано всі допоміжні приміщення, а з основних – тільки приміщення для тих, що вкриваються. Інших сховищ за виробничою дільницею не закріплено.

В сховищі обладнано систему вентиляції, яку обслуговує один фільтро-вентиляційний комплект ФВК-1.

Систему водопостачання сховища підключено до системи водопостачання ОЕ, на випадок відключення зроблено аварійний запас води в об'ємі 700 л.

Систему каналізації сховища підключено до каналізаційної мережі ОЕ. Аварійний резервуар для збирання стоків та переносні ємності відсутні.

Систему опалення сховища підключено до системи опалення ОЕ у вигляді самостійного відгалуження. Вона має в сховищі вимикаючі органи управління.

Систему електропостачання сховища підключено до мережі ОЕ, резервне електропостачання передбачено від групової захищеної ДЕС, аварійне освітлення відсутнє.

Система зв'язку має телефонний зв'язок із пунктом управління ОЕ та гучномовну трансляційну мережу, підключену до місцевої та міської мережі.

Таблиця 1. База даних досліджуваних ОЕ

№ п/п	Об'єкти економіки	ОЕ “А”	ОЕ “В”	ОЕ “Г”	ОЕ “Д”	ОЕ “Е”	ОЕ “К”	ОЕ “Л”	ОЕ “Н”	ОЕ “С”
	Показники									
1	Площа об'єкту економіки $S_{\text{ОЕ}}, \text{км}^2$	8	4	6	5	7	2	10	9	3
2	Чисельність виробничого персоналу $N_{\text{ОЕ}}, \text{тис.чол.}$	2,0	1,3	1,5	1,1	1,4	0,8	0,7	1,8	0,9
3	Середньорічна кількість персоналу ОЕ постраждалого при НС $N_{\text{пер.}}, \text{чол./рік}$	15	4	31	9	20	13	25	16	7
4	Площа зони ураження $S_{\text{ур.}}, \text{км}^2$	2	0,5	2,7	1,8	3,0	0,2	5,0	4,0	1,0
5	Найбільш можлива кількість уражених $N_{\text{ур.}}, \text{тис. чол.}$	0,7	0,3	0,25	0,4	0,6	0,1	0,9	0,13	0,1
6	Середньорічні збитки від НС ($Z_{\text{пр.}}$), тис. грн	650	920	530	670	900	500	810	740	725
7	Середньорічна кількість НС $N_{\text{НС}}, \text{шт./рік}$	2	1	3	5	4	5	2	4	3
8	Площа АТО $S_{\text{АТО}}, \text{км}^2$	25	25	25	25	25	25	25	25	25
9	Чисельність населення АТО (місто “N”) $N_{\text{АТО}}, \text{тис. чол.}$	710	710	710	710	710	710	710	710	710
10	Середньорічна кількість населення АТО, постраждалого при НС $N_{\text{нас}}, \text{тис. чол.}$	0,5	1,0	0,9	2,0	1,8	1,7	2,1	1,6	1,5
11	Відстань від АТО (міста) до досліджуваних ОЕ $R_{\text{м}}, \text{км}$	10,2	5,6	6,6	4,9	5,0	7,4	8,1	4,0	9,2
12	Відстань від об'єкта “Б” до досліджуваних ОЕ, $R_{\text{Б}}, \text{км}$	50	60	70	55	65	75	50	60	55
13	Напрямок середнього вітру H° та його швидкість $v_{\text{в}}, \text{км/год}$	$\frac{45^\circ}{25}$	$\frac{90^\circ}{50}$	$\frac{165^\circ}{100}$	$\frac{180^\circ}{100}$	$\frac{225^\circ}{50}$	$\frac{270^\circ}{50}$	$\frac{325^\circ}{100}$	$\frac{0^\circ}{50}$	$\frac{110^\circ}{25}$
14	Місткість існуючого сховища вбудованого, чол.	170	100	120	80	110	60	130	160	90
15	Площа будівель $S_{\text{Б}}, \text{м}^2$	50×10^3	100×10^3	150×10^3	200×10^3	350×10^3	500×10^3	750×10^3	1×10^6	$1,5 \times 10^6$
16	$N_{\text{ПУ}}, \text{чол.}$	5	10	15	20	25	20	15	10	5

1. Методика визначення надмірного тиску у фронті ударної хвилі та імпульсу фази стиснення при вибухах технологічних систем

Вибухи технологічних систем з судинами зі стиснутими газами

Ємності (резервуари, газгольдери, балони), які містять під тиском стислі та зріджені гази (як горючі, так і не горючі) широко застосовують у промисловості й побуті.

При вибуху таких ємностей можуть виникати сильні ударні хвилі, утворитися велика кількість уламків, що приведе до серйозних руйнувань і травм.

При вибуху в енергію вибуху переходить не тільки хімічна енергія пального газу, але й потенційна енергія стислого газу.

Енергія вибуху 1 кг газу (як пального так і не пального) визначається за формулою:

$$E = Q_{\text{вг}} + \frac{P_1 - P_0}{\rho_{\text{г}}(k_{\text{г}} - 1)},$$

де $Q_{\text{вг}}$ – енергія вибуху газу (тільки для палих газів), кДж/кг, P_1 – початковий тиск газу в ємності, кПа; $P_0 = 101,3$ кПа – атмосферний тиск; $k_{\text{г}}$ – показник адіабати газу ($k_{\text{г}} = C_p/C_v$; де C_p – питома ємність при постійному тиску, кДж/кг·К; C_v – питома ємність при постійному об'ємі, кДж/кг·К); $\rho_{\text{г}}$ – щільність газу при тиску P_1 .

Щільність газу і тиск пов'язані залежністю:

$$\rho_{\text{г}} = kP_1,$$

де $k = \frac{\rho_0 T_0}{T_{\text{г}} \cdot P_0}$; ρ_0 , P_0 , T_0 – щільність газу, тиск, температура при нормальних умовах (прийняти $T_0 = +20^\circ\text{C}$); $Q_{\text{вг}}$, $k_{\text{г}}$, ρ_0 – визначаються за табл. 1.1.

Отже, загальна енергія вибуху $E_{\text{заг}}$ визначається як:

$$E_{\text{заг}} = \left[Q_{\text{вг}} + \frac{P_1 - P_0}{\rho_{\text{г}}(k_{\text{г}} - 1)} \right] \cdot M,$$

де M – маса газу в ємності, кг.

За розрахункову масу газу $M_{\text{р}}$ приймають 60% масової місткості судини при одиночному зберіганні і 90% – при груповому.

$$E_{\text{заг}} = \left[Q_{\text{вг}} + \frac{P_1 - P_0}{\rho_{\text{г}}(k_{\text{г}} - 1)} \right] \cdot M_{\text{р}}.$$

Таблиця 1.1. Теплофізичні властивості рідин та газів (при $P_0 = 101,3$ кПа)

Речовина	Формула	Q_{IT} , кДж/кг	Показник адіабати для газів, k_T (при +20°C)	Густина ρ_0 , кг/м ³ (при + 20°C)	НКМ, %	НКМ, кг/м ³
Аміак	NH ₃	16600	1,31	681,4	15	0,11
Ацетон	C ₃ H ₆ O	28600	–	790,8	2,2	0,052
Ацетилен	C ₂ H ₂	48300	1,24	1,177	2,0	0,021
Бутан	C ₄ H ₁₀	45800	1,25	2,672	1,9	0,045
Бензол	C ₆ H ₆	40600	–	879,0	1,4	0,045
Бензин	Суміш ізооктанів	43200	–	750,0	1,2	0,04
Водень	H ₂	120000	1,4	0,0899	4	0,0033
Метан	CH ₄	50000	1,32	07166	5	0,033
Метиловий спирт (мета- нол)	CH ₃ OH	20900	–	795,0	5	0,092
Оксис вуглецю (чадний газ)	CO	13000	1,4	1,25	12,5	0,14
Пропан	C ₃ H ₈	46400	1,13	500,5	2,1	0,038
Етилен	C ₂ H ₄	47200	1,25	0,974	3	0,034
Етиловий спирт	C ₂ H ₅ OH	33800	–	789*	3,6	0,068
Азот	N ₂	–	1,4	1,16	–	–
Аргон	Ar	–	1,67	1,66	–	–
Повітря	–	–	1,4	1,204	–	–
Гелій	He	–	1,67	0,166	–	–
Двоокис вугле- цю	CO ₂	–	1,3	1,977	–	–
Кисень	O ₂	–	1,4	1,4	–	–
Дизельне пали- во	–	42624	–	до 860	1,5...2	
Гас	–	43000	–	792,0	1,4...2	
Нафта (легка)	–	43700... ...46200	–	831...860	1,26...6,5	

* – значення при 0°C.

В енергію ударної хвилі E_{yx} переходить тільки 60...40% загальної енергії вибуху, (для розрахунку взяти 55%) а інша енергія витрачається на утворення і розліт уламків $E_{ул}$:

$$E_{yx} = (0,6 - 0,4)E_{заг},$$

$$E_{ул} = (0,4 - 0,6)E_{заг}.$$

Величину тротилового еквіваленту вибуху ємності під тиском визначають за формулою:

$$G_{\text{ТНТ}} = \frac{E_{\text{yx}}}{E_{\text{ТНТ}}},$$

де $E_{\text{ТНТ}}$ – енергія вибуху тротилу ($E_{\text{ТНТ}} = 4520$ кДж/кг).

Визначивши величину тротилового еквіваленту за наступними формулами, визначаємо величину надлишкового тиску (ΔP_{ϕ}) і імпульс фази стиску (I^+):

$$\Delta P_{\phi} = 95 \frac{G_{\text{ТНТ}}^{1/3}}{R} + 390 \frac{G_{\text{ТНТ}}^{2/3}}{R^2} + 1300 \frac{G_{\text{ТНТ}}}{R^3}, \text{ кПа};$$

$$I^+ = 0,4 G_{\text{ТНТ}}^{2/3} \cdot R^{-1/2}, \text{ кПа} \cdot \text{с},$$

де R – відстань від епіцентру вибуху, м.

Вибухи паливно-повітряних сумішей

Паливно-повітряна хмара, що утворюється при різних техногенних аваріях, за наявності джерела займання може загорітися, причому в залежності від розмірів хмари, властивостей суміші, параметрів поверхні розповсюдження, може мати місце як дефлаграційне (швидкість поширення полум'я менше швидкості звуку), так і детонаційне (швидкість поширення полум'я більше швидкості звуку) горіння.

Розрахунок наслідків аварійного вибуху паливно-повітряної суміші (ППС).

Визначити ефективний енергозапас ППС:

$$E_{\text{еф}} = M_{\text{п}} \cdot q_{\text{г}} \quad \text{при } c_{\text{п}} \leq c_{\text{стх}};$$

$$\text{або } E_{\text{еф}} = M_{\text{п}} \cdot q_{\text{г}} \cdot c_{\text{стх}} / c_{\text{п}} \quad \text{при } c_{\text{п}} > c_{\text{стх}},$$

де $E_{\text{еф}}$ – ефективний енергозапас ППС, Дж; $M_{\text{п}}$ – маса пального газу, яка міститься в хмарі, кг; $q_{\text{г}}$ – питома теплота згорання газу, Дж/кг; $c_{\text{п}}$ – концентрація паливної речовини в хмарі ППС, кг/м³; $c_{\text{стх}}$ – стехіометрична концентрація речовини у суміші з повітрям, кг/м³.

При розрахунку параметрів вибуху хмари, що лежить на поверхні землі, величина $E_{\text{еф}}$ подвоюється.

Стехіометрична концентрація пальної речовини в ППС $c_{\text{стх}}$ визначається за допомогою довідкових даних або розраховується за формулою:

$$c_{\text{стх}} = \frac{100}{1 + 4,84\beta},$$

де $\beta = n_{\text{с}} + \frac{n_{\text{н}} - n_{\text{г}}}{4} - \frac{n_{\text{о}}}{2}$ – стехіометричний коефіцієнт кисню в рівнянні реакції горіння ($n_{\text{с}}$, $n_{\text{н}}$, $n_{\text{о}}$, $n_{\text{г}}$ – кількість атомів С, Н, О та галогенів у молекулі пального).

Для переведу концентрації з об'ємних % в $[\text{кг}/\text{м}^3]$ використовують співвідношення: $c [\text{кг}/\text{м}^3] = 0,01 c [\% \text{ об.}] \cdot \rho$, де ρ – густина речовини, $\text{кг}/\text{м}^3$.

У випадку виникнення складнощів при визначенні $c_{\text{п}}$ в якості розрахункової приймається концентрація, відповідна нижній концентраційній межі спалаху пального газу. Береться з довідкових даних.

Питома теплота згорання пального газу $q_{\text{Г}}$ в ППС береться з довідкових даних або розраховується за формулою:

$$q_{\text{Г}} = 44 \beta_{\text{чут}}, \text{ МДж/кг.}$$

Корегуючий параметр $\beta_{\text{чут}}$ визначається за табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Класифікація паливноповітряних сумішей за коефіцієнтом чутливості $\beta_{\text{чут}}$.

Клас 1. Особливо чутливі речовини		Клас 2. Чутливі речовини		Клас 3. Середньо – чутливі речовини		Клас 4. Слабо чутливі речовини	
Речовина	$\beta_{\text{чут}}$	Речовина	$\beta_{\text{чут}}$	Речовина	$\beta_{\text{чут}}$	Речовина	$\beta_{\text{чут}}$
Ацетилен	1,10	Акрилнітрил	–	Ацетальдегід	0,56	Аміак	0,42
Вінілацетилен	1,03	Акролеїн	0,62	Ацетон	0,65	Бензол	0,88
Водень	2,73	Бутан	1,04	Бензин	1,00	Декан	1,00
Гидразін	0,44	Бутилен	1,00	Вінілацетат	0,51	Дизельне паливо	1,00
Ізопропілнітрат	0,41	Бутадиєн	1,00	Вінілхлорид	0,42	О-дихлорбензол	0,42
Метілацетилен	1,05	1,3-пентадиєн	1,00	Гексан	1,00	Бензолдодекан	1,00
Нітрометан	0,25	Пропан	1,05	Ізооктан	1,00	Керосин	1,00
Оксид етилена	0,62	Пропилен	1,04	Металамін	0,70	Метан	1,14
Етилнітрат	0,30	Сірковуглець	0,32	Піридин	0,77	Метилбензол	1,00
		Етан	1,08	Сірководень	0,34	Метилмеркаптан	0,53
		Етилен	1,07	Спирти:		Нафталін	0,91
		Оксид пропілена	0,70	– метиловий	0,52	Оксид вуглецю	0,23
		Ефіри:		– етиловий	0,62	Дихлоретан	0,25
		діметіловий	0,66	– пропиловий	0,69	Трихлоретан	0,14
		дівініловий	0,77	– ізобутиловий	0,79		
		метіл-бутиловий	–	Циклогексан	1,00		
		діетиловий	0,77	СПГ	1,00		
		діізопропіловий	0,83	Кумол	0,84		
				Грубний газ	0,09		
				Циклопропан	1,00		
				Етіламін	0,80		

Визначити клас небезпеки пальної речовини.

ППС, здатні до утворення пальних сумішей з повітрям, за своїми вибухонебезпечними властивостями розділені на чотири класи: особливо чутливі, чутливі, середньо-чутливі та слабо чутливі речовини (табл. 1.2).

У випадку відсутності інформації про властивості речовини в таблиці – відносити її до класу 1, тобто розглядати як найбільш небезпечний випадок.

Визначити швидкість вибухового перетворення хмари ППС.

Швидкість вибухового перетворення в значній мірі залежить від пара-

метрів поверхні розповсюдження, яка класифікується у відповідності зі ступенем захащення.

Вид простору 1. Наявність довгих труб, порожнин, каверн, заповнених пальною сумішшю.

Вид простору 2. Сильно захащений простір: наявність напівзамкнених об'ємів, висока щільність розміщення устаткування, ліс, велика кількість повторюваних перешкод.

Вид простору 3. Середньо захащений простір: окремо розташовані технологічні установки, резервуарний парк.

Вид простору 4. Слабко захащений простір.

У залежності від класу суміші і виду простору можна чекати наступні діапазони швидкості вибухового перетворення (табл. 1.3).

Таблиця 1.3. Експертна таблиця для визначення очікуваного діапазону швидкості вибухового перетворення

Клас небезпеки ППС	Вид навколишнього простору			
	1	2	3	4
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	2	3	4	5
4	3	4	5	6

Наведені в табл. 1.3 діапазони швидкості вибухового перетворення відповідають наступним значенням:

1 – детонація горіння зі швидкістю фронту полум'я більше 500 м/с; 2 – детонація, швидкість фронту полум'я 300...500 м/с; 3 – дефлаграція, швидкість фронту полум'я 200...300 м/с; 4 – дефлаграція, швидкість фронту полум'я 150...200 м/с; 5 – дефлаграція, швидкість фронту полум'я визначається співвідношенням: $v_{\phi} = 43M_{\text{п}}^{1/6}$; 6 – дефлаграція, швидкість фронту полум'я визначається співвідношенням $v_{\phi} = 26M_{\text{п}}^{1/6}$; де $M_{\text{п}}$ – маса пального газу, яка міститься в хмарі, кг; v_{ϕ} – швидкість фронту полум'я, м/с.

Оцінка агрегатного стану ППС.

Утворені з ППС хмари можуть бути гетерогенними (більше 50 % палива міститься у вигляді крапель) і газовими (у вигляді крапель міститься менше 50 % палива). До гетерогенних хмар можна віднести хмари речовин з низьким тиском насиченої пари, до газових – хмари летючих речовин.

Розрахунок максимального надмірного тиску та імпульсу фази стиснення УХ.

Нижче наведено два варіанти розрахунків надмірного тиску ΔP_{ϕ} та імпульсу фази стиснення I^{+} в залежності від відстані до центра вибуху: при детонації та дефлагації газових і гетерогенних ППС.

Попередньо розраховується приведена (безрозмірна) відстань:

$$R^* = R / (E_{\text{эф}} / P_0)^{1/3},$$

де R^* – приведена відстань; $E_{\text{эф}}$ – ефективний енергозапас ППС, Дж; P_0 – нормальний атмосферний тиск, Па.

Спочатку розраховуються безрозмірні величини надмірного тиску P^* та імпульсу фази стиснення I^* .

а) Детонація газових ППС.

У випадку детонації газової хмари розрахунки безрозмірного тиску P^* і безрозмірного імпульсу I^* УХ здійснюються за формулами:

$$\ln P^* = -1,124 - 1,66 \ln R^* + 0,26 (\ln R^*)^2; \quad (1)$$

$$\ln I^* = -3,4217 - 0,898 \ln R^* - 0,0096 (\ln R^*)^2. \quad (2)$$

Формули (1) і (2) справедливі для значень $0,2 \leq R^* < 24$. Якщо R^* виходить за межі цього діапазону, то приймається, що $P^* = 18$, а у формулу (2) підставляється значення $R^* = 0,142$.

б) Детонація гетерогенної ППС:

$$P^* = 0,125 / R^* + 0,137 / (R^*)^2 + 0,023 / (R^*)^3; \quad (3)$$

$$I^* = 0,022 / R^*. \quad (4)$$

Формули (3) і (4) справедливі для значень $R^* \geq 0,25$. У протилежному випадку величина $P^* = 18$, а величина $I^* = 0,16$.

в) Дефлаграція газових та гетерогенних ППС.

У випадку дефлаграції газової та гетерогенної ППС розрахунок безрозмірного тиску P_1^* й безрозмірного імпульсу I_1^* УХ розраховується за формулами:

$$P_1^* = \left(\frac{v_{\text{ф}}}{a} \right)^2 \cdot \frac{(\sigma - 1)}{\sigma} \cdot \left(\frac{0,83}{R^*} - \frac{0,14}{(R^*)^2} \right); \quad (5)$$

$$I_1^* = \left(\frac{v_{\text{ф}}}{a} \right) \cdot \frac{(\sigma - 1)}{\sigma} \cdot \frac{[1 - 0,4(\sigma - 1) \cdot v_{\text{ф}}]}{\sigma a} \cdot \left(\frac{0,06}{R^*} + \frac{0,01}{(R^*)^2} - \frac{0,0025}{(R^*)^3} \right), \quad (6)$$

де a – швидкість звука в повітрі ($a = 330$ м/с); σ – ступінь розширення продуктів згорання, ($\sigma = 7$ для газових сумішей, $\sigma = 4$ для гетерогенних сумішей); $v_{\text{ф}}$ – швидкість фронту полум'я, м/с.

Формули (5) і (6) справедливі для значень $R^* > 0,34$. У протилежному випадку в останні формули замість R^* варто підставляти величину 0,34.

Далі обчислюються величини P_2^* та I_2^* , які відповідають режиму детонації та для випадку детонації газової суміші розраховується за формулами (1), (2), а для детонації гетерогенної суміші – за формулами (3), (4).

Остаточне значення P^* та I^* обирається з умов:

$$P^* = \min(P_1^*, P_2^*); I^* = \min(I_1^*, I_2^*).$$

Після визначення безрозмірних величин тиску та імпульсу фази стиснення обчислюються відповідні їм розмірні величини за співвідношеннями:

$$\Delta P_\phi = P^* P_0, \text{ кПа};$$

$$I^+ = I^* (P_0)^{2/3} E_{\text{сф}}^{1/3} / a, \text{ кПа}\cdot\text{с},$$

де $P_0 = 101,3$ кПа – атмосферний тиск.

2. Методика визначення надмірного тиску у фронті УХ та імпульсу фази стиснення при вибуху палих пилов

Надлишковий тиск ΔP для палих пилов розраховується наступним чином:

а) визначають приведену масу пального пилов $m_{\text{пр}}$ за формулою:

$$m_{\text{пр}} = M \cdot Z \cdot Q_m / Q_{m0}, \text{ кг},$$

де M – маса пального пилов, що надійшла в результаті аварії у навколишній простір, кг; Z – коефіцієнт участі пилов в горінні (максимальне значення для герметичних приміщень – 0,5, для інших випадків – 0,02...0,1); Q_m – теплота згорання пилов, МДж/кг (табл. 2.1); Q_{m0} – константа, яка приймається рівною 4,6 МДж/кг.

б) визначають розрахунковий надлишковий тиск ΔP , кПа, за формулою

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(\frac{0,8m_{\text{пр}}^{0.33}}{R} + \frac{3m_{\text{пр}}^{0.66}}{R^2} + \frac{5m_{\text{пр}}}{R^3} \right),$$

де R – відстань від центру пилоповітряної хмари, м. Допускається відрхувати величину R від геометричного центру технологічної установки; P_0 – атмосферний тиск, кПа.

Таблиця 2.1. Характеристики вибуху деяких пилоповітряних сумішей

Найменування пилов	P_{max} , кПа	Q_m , МДж/кг	НКП, кг/м ³
Антрацитовий	620	32...36	0,023
Торф'яний	500	10,5	0,08
Пічний (сажа)	480	15,7...28,4	0,04
Борошняний	710	16,8	0,047
Сосновий	620	15,4	0,053
Ялиновий	620	20,4	0,038
Сірковий	540	111	0,007
Цукровий	640	80	0,01

Величину імпульсу хвилі тиску I^+ , Па·с, розраховують за формулою

$$I^+ = 123 \cdot m_{\text{нр}}^{0.66} / R.$$

3. Методика оцінки інженерного захисту

Оцінка інженерного захисту персоналу ОЕ починається з визначення характеристик ЗС, вихідних даних для розрахунків параметрів можливих вражаючих факторів на території об'єкта.

3.1. Оцінка ЗС за місткістю

Вимірюється, або виявляється із технічних характеристик сховища: площа S (м²), висота h (м) основних і допоміжних приміщень.

Розраховується кількість місць M_n за площиною відсіку для укриття людей:

$$M_n = \frac{S_n}{S_1}.$$

Розраховується кількість місць за об'ємом приміщень M_0 (перевіряють відповідність об'єму повітря приміщень на одну людину – не менше 1,5 м³. Ця кількість повітря передбачається для забезпечення життєдіяльності людей протягом 3...4 годин на випадок, коли буде порушено повітряпостачання. Для цього визначається об'єм всіх приміщень в зоні герметизації основних і допоміжних приміщень (окрім приміщень для дизельних аварійних електростанцій, тамбурів):

$$M_0 = \frac{(S_n + S_d) \cdot h}{1,5},$$

де S_n – площа приміщень для людей, м²; S_d – загальна площа допоміжних приміщень, м²; h – висота приміщень, м.

Порівнюється M_n та M_0 (кількість місць за об'ємом) і визначається фактична місткість сховища M_1 (менша числом), $M_2, \dots, M_n$.

Розраховується загальна місткість усіх ЗС об'єкта

$$M_3 = M_1 + M_2 + \dots + M_n.$$

Визначається коефіцієнт місткості захисних споруд об'єкта:

$$K_{\text{міст}} = \frac{M_3}{N},$$

де N – чисельність найбільшої працюючої зміни, чол.

Робиться висновок: якщо $K_{\text{вм}} \geq 1$ – ЗС дозволяють розмістити всіх робітників найбільшої зміни та більше.

3.2. Оцінка ЗС за захисними властивостями

За радіоактивним забрудненням $K_{\text{осл.п.тр.}}$ – потрібний коефіцієнт ослаблення радіації розраховується за формулами:

– від радіоактивного зараження:

$$K_{\text{осл.рз.потр.}} = \frac{D_{\text{р.з. max}}}{D_{\text{д}}} \quad \text{або} \quad K_{\text{осл.рз.потр.}} = 5P_{1\text{max}} \frac{(t_{\text{п}}^{-0,2} - t_{\text{к}}^{-0,2})}{D_{\text{д}}},$$

де $D_{\text{р.з. max}}$ – максимальна доза радіації; $D_{\text{д}}$ – допустима доза радіації для людини за термін 4 доби (96 год), $D_{\text{д}} = 50 \text{ Р}$; $P_{1\text{max}}$ – максимальний рівень радіації, очікуваний на об'єкті (визначається в табл. 3.5 додаток 3 на відстані R_{min} для заданої потужності вибуху q та швидкості середнього вітру $v_{\text{в}}$); $t_{\text{п}}$ – початок опромінювання (зараження об'єкта) відносно вибуху; $t_{\text{к}}$ – кінець опромінювання, год.

$$t_{\text{п}} = \frac{R_{\text{min}}}{v_{\text{в}}} + 1, \quad t_{\text{к}} = t_{\text{п}} + 96;$$

– від проникної радіації:

$$K_{\text{осл.рз.потр.}} = \frac{D_{\text{пр max}}}{D_{\text{д}}},$$

де $D_{\text{пр max}}$ – доза ПР на відстані R_{min} для заданої потужності вибуху q , кт.

Порівнюються захисні властивості споруди з потрібними і робляться висновки: якщо $\Delta P_{\text{ф.зах}} < P_{\text{ф.потр.}}$, або $K_{\text{осл.зах}} < K_{\text{осл.потр.}}$, то захисна споруда не забезпечує потрібного захисту і з подальшої оцінки виключається.

Визначається показник, який характеризує інженерний захист робітників і службовців за захисними властивостями споруд:

$$K_{\text{ЗХ}} = \frac{M_1 + M_2 \dots + M_n}{N},$$

де $M_1, M_2, \dots, M_n$ – місткість споруд 1, 2, 3... n , захисні властивості яких відповідають потрібним, тобто забезпечують надійний захист людей від вражаючих факторів (УХ і РЗ).

3.3. Оцінка систем життєзабезпечення ЗС

Здійснюється шляхом визначення можливості останньої забезпечити повітрям людей, що знаходяться у сховищі.

Оцінка системи повітряпостачання

Визначаються режими роботи, які повинна забезпечити система (дод. 4).

За технічними характеристиками визначаються можливості наявного обладнання щодо забезпечення повітрям.

В режимі 1 – можливості системи по забезпеченню повітрям людей розраховуються за формулою:

$$N_1 = \frac{nV_1}{n_{\text{кз}}} \text{ чол.},$$

де n – кількість комплектів ФВК установлених у сховищі; V_1 – продуктивність одного комплекту ФВК в режимі 1 ($1200 \text{ м}^3 / \text{год.}$); $n_{\text{кз}}$ – норма подавання повітря за годину на одну людину в режимі 1 (в залежності від кліматичної зони).

Оцінка системи водопостачання

Визначити можливості системи щодо забезпечення водою в аварійній ситуації (яка кількість людей в сховищі забезпечується аварійним запасом води):

$$N_{\text{вод}} = \frac{W_0}{W_1 t}, \text{ чол.},$$

де W_0 – місткість ємкостей аварійного запасу води в сховищі, л; n_v – норма запасу питної води (л/добу·чол); t – тривалість укриття людей, діб.

Визначити показник життєзабезпечення водою:

$$K_{\text{ж.з.вод.}} = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{N},$$

де $N_1, N_2, \dots, N_n$ – можливості водозабезпечення в сховищах 1, 2, ..., n .

Визначити додаткові ємкості запасу води (при $K_{\text{ж.з.вод.}} < 1$), які необхідні для нормального забезпечення людей водою:

$$W_{\text{доп}} = (N - N_{\text{вод}})W_1 T.$$

Загальний показник по життєзабезпеченню $K_{\text{ж.з.}}$ визначається за меншим значенням показників по забезпеченню повітрям і водою.

3.4. Оцінка ЗС за своєчасним укриттям персоналу ОЕ

Оцінка зводиться до визначення потрібного часу на укриття працівників ОЕ за сигналами ЦО ($t_{\text{укр}}$) і порівняння його з встановленим часом укриття людей ($t_{\text{вст}}$). Встановлений час на укриття визначається тривалістю настання дії вражаючих факторів НС:

$$t_{\text{вст}} = \frac{R}{v_v \cdot 60} \text{ хв},$$

де R – відстань від міста аварії до об'єкту, м; v_v – швидкість переміщення хмари зараженого повітря (швидкість вітру), м/с.

Вихідні дані для визначення потрібного часу на укриття ($t_{\text{укр}}$):

– відстань від місця роботи до сховища (l), м.; час на безаварійну зупинку виробництва ($t_{\text{зуп}}$), хв; час для заповнення сховища t_3 , (в середньому 2 хв); швидкість руху людей в укриття $v_{\text{руху}}$ (в середньому 80 м/хв).

На заключному етапі аналізуються результати оцінки інженерного захисту ОЕ, робляться висновки та пропозиції, в яких визначається надійність інженерного захисту (коефіцієнт надійного захисту $K_{\text{НЗ}}$ – за мінімальним значенням з окремих показників $K_{\text{МІСТ}}, K_{\text{ЗХ}}, K_{\text{Ж.З}}, K_{\text{СВУ}}$), слабкі місця в інженерному захисті, намічаються заходи щодо вдосконалення інженерного захисту персоналу ОЕ.

Таблиця 3.1. Надмірний тиск УХ при різних потужностях ядерних босприпасів і відстанях до центру вибуху

Потужність боєприпа- су, кг	Надмірний тиск ΔP _Ф , кПа																
	2000	1000	500	250	200	150	100	90	80	70	60	50	40	30	20	15	10
	Відстань до центру (епіцентру) вибуху, км																
1	$\frac{0,05}{0,08}$	$\frac{0,07}{0,1}$	$\frac{0,09}{0,13}$	$\frac{0,13}{0,18}$	$\frac{0,15}{0,2}$	$\frac{0,17}{0,23}$	$\frac{0,21}{0,27}$	$\frac{0,23}{0,28}$	$\frac{0,26}{0,3}$	$\frac{0,29}{0,33}$	$\frac{0,32}{0,36}$	$\frac{0,36}{0,4}$	$\frac{0,45}{0,47}$	$\frac{0,54}{0,54}$	$\frac{0,75}{0,69}$	$\frac{0,95}{0,84}$	$\frac{1,4}{1,1}$
2	$\frac{0,07}{0,1}$	$\frac{0,09}{0,13}$	$\frac{0,11}{0,17}$	$\frac{0,16}{0,23}$	$\frac{0,18}{0,25}$	$\frac{0,21}{0,29}$	$\frac{0,27}{0,35}$	$\frac{0,28}{0,36}$	$\frac{0,31}{0,4}$	$\frac{0,34}{0,44}$	$\frac{0,38}{0,49}$	$\frac{0,45}{0,5}$	$\frac{0,57}{0,59}$	$\frac{0,68}{0,68}$	$\frac{0,95}{0,87}$	$\frac{1,2}{1,05}$	$\frac{1,75}{1,4}$
3	$\frac{0,08}{0,11}$	$\frac{0,1}{0,14}$	$\frac{0,13}{0,19}$	$\frac{0,18}{0,26}$	$\frac{0,21}{0,29}$	$\frac{0,24}{0,33}$	$\frac{0,31}{0,4}$	$\frac{0,32}{0,42}$	$\frac{0,36}{0,44}$	$\frac{0,41}{0,48}$	$\frac{0,47}{0,52}$	$\frac{0,52}{0,57}$	$\frac{0,65}{0,68}$	$\frac{0,78}{0,78}$	$\frac{1,1}{1}$	$\frac{1,35}{1,2}$	$\frac{2}{1,6}$
5	$\frac{0,09}{0,13}$	$\frac{0,12}{0,17}$	$\frac{0,15}{0,23}$	$\frac{0,22}{0,31}$	$\frac{0,25}{0,34}$	$\frac{0,28}{0,29}$	$\frac{0,37}{0,47}$	$\frac{0,41}{0,5}$	$\frac{0,45}{0,54}$	$\frac{0,5}{0,58}$	$\frac{0,55}{0,63}$	$\frac{0,61}{0,68}$	$\frac{0,77}{0,8}$	$\frac{0,92}{0,92}$	$\frac{1,3}{1,2}$	$\frac{1,6}{1,45}$	$\frac{2,4}{1,9}$
10	$\frac{0,11}{0,17}$	$\frac{0,15}{0,22}$	$\frac{0,18}{0,29}$	$\frac{0,27}{0,39}$	$\frac{0,32}{0,43}$	$\frac{0,36}{0,49}$	$\frac{0,46}{0,59}$	$\frac{0,5}{0,64}$	$\frac{0,55}{0,69}$	$\frac{0,61}{0,74}$	$\frac{0,67}{0,8}$	$\frac{0,77}{0,85}$	$\frac{0,96}{1}$	$\frac{1,15}{1,15}$	$\frac{1,6}{1,5}$	$\frac{2}{1,8}$	$\frac{3}{2,4}$
20	$\frac{0,15}{0,21}$	$\frac{0,18}{0,27}$	$\frac{0,24}{0,37}$	$\frac{0,35}{0,49}$	$\frac{0,4}{0,54}$	$\frac{0,45}{0,62}$	$\frac{0,6}{0,7}$	$\frac{0,7}{0,8}$	$\frac{0,8}{0,9}$	$\frac{0,85}{0,97}$	$\frac{0,9}{1}$	$\frac{1}{1,1}$	$\frac{1,1}{1,2}$	$\frac{1,5}{1,5}$	$\frac{2}{1,9}$	$\frac{2,6}{2,3}$	$\frac{3,2}{3}$
30	$\frac{0,17}{0,24}$	$\frac{0,21}{0,31}$	$\frac{0,27}{0,42}$	$\frac{0,4}{0,56}$	$\frac{0,46}{0,62}$	$\frac{0,52}{0,7}$	$\frac{0,7}{0,8}$	$\frac{0,8}{0,9}$	$\frac{0,9}{1}$	$\frac{0,93}{1,05}$	$\frac{1}{1,1}$	$\frac{1,1}{1,2}$	$\frac{1,2}{1,3}$	$\frac{1,35}{1,35}$	$\frac{2,23}{2,13}$	$\frac{3}{2,6}$	$\frac{3,65}{3,4}$
50	$\frac{0,2}{0,28}$	$\frac{0,25}{0,37}$	$\frac{0,32}{0,5}$	$\frac{0,47}{0,66}$	$\frac{0,54}{0,75}$	$\frac{0,61}{0,84}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{0,9}{1,1}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{1,11}{25}$	$\frac{1,2}{1,3}$	$\frac{1,3}{1,4}$	$\frac{1,4}{1,5}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2,7}{2,6}$	$\frac{3,5}{3,1}$	$\frac{4,5}{4,2}$
100	$\frac{0,23}{0,36}$	$\frac{0,32}{0,46}$	$\frac{0,4}{0,62}$	$\frac{0,59}{0,83}$	$\frac{0,68}{0,92}$	$\frac{0,77}{1,05}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{1,2}{1,3}$	$\frac{1,3}{1,4}$	$\frac{1,4}{1,5}$	$\frac{1,6}{1,7}$	$\frac{1,7}{1,9}$	$\frac{2,1}{2,2}$	$\frac{2,6}{2,5}$	$\frac{3,8}{3,2}$	$\frac{4,4}{3,9}$	$\frac{6,5}{5,2}$
200	$\frac{0,32}{0,45}$	$\frac{0,4}{0,58}$	$\frac{0,51}{0,79}$	$\frac{0,74}{1,052}$	$\frac{0,86}{1,15}$	$\frac{0,97}{1,35}$	$\frac{1,2}{1,5}$	$\frac{1,4}{1,6}$	$\frac{1,5}{1,7}$	$\frac{1,6}{1,8}$	$\frac{1,8}{2}$	$\frac{1,8}{2,2}$	$\frac{2,5}{2,6}$	$\frac{2,9}{3}$	$\frac{4,4}{3,8}$	$\frac{5,5}{4,9}$	$\frac{7,9}{6,4}$
300	$\frac{0,36}{0,52}$	$\frac{0,46}{0,67}$	$\frac{0,58}{0,9}$	$\frac{0,85}{1,2}$	$\frac{0,98}{1,35}$	$\frac{1,1}{1,5}$	$\frac{1,37}{1,7}$	$\frac{1,57}{1,83}$	$\frac{1,67}{1,93}$	$\frac{1,85}{2,1}$	$\frac{2,07}{2,3}$	$\frac{2,27}{2,55}$	$\frac{2,8}{2,93}$	$\frac{3,35}{3,6}$	$\frac{4,95}{4,4}$	$\frac{6,35}{5,65}$	$\frac{9,1}{7,3}$
500	$\frac{0,43}{0,61}$	$\frac{0,54}{0,79}$	$\frac{0,69}{1,05}$	$\frac{1}{1,45}$	$\frac{1,15}{1,6}$	$\frac{1,13}{1,8}$	$\frac{1,7}{2,1}$	$\frac{1,9}{2,3}$	$\frac{2}{2,4}$	$\frac{2,3}{2,6}$	$\frac{2,6}{2,8}$	$\frac{3}{3,2}$	$\frac{3,4}{3,6}$	$\frac{4,2}{4,4}$	$\frac{6}{5,5}$	$\frac{7,55}{5,7}$	$\frac{11,5}{9}$

Продовж. табл. 3.1

Потужність боєприпасів, кг	Надмірний тиск ΔP_{Φ} , кПа													
	2000	1000	500	250	200	150	100	90	80	70	60	50	40	30
	Відстань до центру (епіцентру) вибуху, км													
1000	$\frac{0,5}{0,77}$	$\frac{0,7}{1}$	$\frac{0,9}{1,35}$	$\frac{1,3}{1,8}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,7}{2,3}$	$\frac{2,2}{2,9}$	$\frac{2,4}{3}$	$\frac{2,7}{3,4}$	$\frac{3}{3,5}$	$\frac{3,3}{3,6}$	$\frac{3,6}{4}$	$\frac{4,3}{4,5}$	$\frac{5}{5,4}$
2000	$\frac{0,65}{1}$	$\frac{0,9}{1,3}$	$\frac{1,2}{1,7}$	$\frac{1,1}{2,1}$	$\frac{1,8}{2,5}$	$\frac{2,2}{2,9}$	$\frac{2,7}{3,4}$	$\frac{3}{3,7}$	$\frac{3,3}{3,9}$	$\frac{3,6}{4,2}$	$\frac{4,2}{4,6}$	$\frac{4,6}{5,1}$	$\frac{5,6}{5,7}$	$\frac{6,8}{7}$
5000	$\frac{0,85}{1,3}$	$\frac{1,3}{1,8}$	$\frac{1,6}{2,4}$	$\frac{2}{2,9}$	$\frac{2,5}{3,4}$	$\frac{3,1}{4}$	$\frac{3,7}{4,7}$	$\frac{4,2}{5}$	$\frac{4,4}{5,4}$	$\frac{5}{5,7}$	$\frac{5,6}{6,2}$	$\frac{6,5}{6,8}$	$\frac{7,6}{7,8}$	$\frac{9,2}{9,3}$
10 000	$\frac{1,25}{1,7}$	$\frac{1,6}{2,2}$	$\frac{2}{2,9}$	$\frac{2,5}{3,6}$	$\frac{3,1}{4,2}$	$\frac{3,8}{5,2}$	$\frac{4,8}{6}$	$\frac{5,3}{6,3}$	$\frac{5,6}{6,7}$	$\frac{6,3}{7,2}$	$\frac{7}{7,7}$	$\frac{7,9}{8,5}$	$\frac{9,3}{9,6}$	$\frac{11,4}{11,6}$

Примітка: над рискою – для повітряного вибуху, під рискою – для наземного вибуху.

Таблиця 3.2. Світлові імпульси при різних потужностях ядерних боєприпасів і відстанях до центру вибуху (при слабкому серпанку)

Потужність боєприпасів, кг	Світлові імпульси, кДж/м ²													
	4200	2900	1700	1200	1000	800	720	640	600	560	480	400	320	240
	Відстань до центру вибуху, км													
1	$\frac{0,15}{0,1}$	$\frac{0,19}{0,12}$	$\frac{0,24}{0,16}$	$\frac{0,29}{0,18}$	$\frac{0,31}{0,2}$	$\frac{0,36}{0,23}$	$\frac{0,39}{0,24}$	$\frac{0,41}{0,25}$	$\frac{0,42}{0,26}$	$\frac{0,44}{0,27}$	$\frac{0,47}{0,31}$	$\frac{0,51}{0,32}$	$\frac{0,56}{0,36}$	$\frac{0,65}{0,41}$
2	$\frac{0,2}{0,13}$	$\frac{0,24}{0,15}$	$\frac{0,31}{0,2}$	$\frac{0,37}{0,24}$	$\frac{0,41}{0,26}$	$\frac{0,45}{0,29}$	$\frac{0,49}{0,31}$	$\frac{0,51}{0,33}$	$\frac{0,52}{0,34}$	$\frac{0,54}{0,35}$	$\frac{0,59}{0,38}$	$\frac{0,64}{0,41}$	$\frac{0,72}{0,46}$	$\frac{0,83}{0,53}$
3	$\frac{0,24}{0,16}$	$\frac{0,29}{0,19}$	$\frac{0,38}{0,24}$	$\frac{0,45}{0,29}$	$\frac{0,49}{0,32}$	$\frac{0,55}{0,36}$	$\frac{0,58}{0,38}$	$\frac{0,62}{0,4}$	$\frac{0,64}{0,41}$	$\frac{0,66}{0,43}$	$\frac{0,71}{0,46}$	$\frac{0,78}{0,5}$	$\frac{0,87}{0,56}$	$\frac{1,01}{0,65}$
5	$\frac{0,31}{0,2}$	$\frac{0,37}{0,24}$	$\frac{0,49}{0,31}$	$\frac{0,58}{0,37}$	$\frac{0,64}{0,41}$	$\frac{0,71}{0,45}$	$\frac{0,75}{0,48}$	$\frac{0,8}{0,51}$	$\frac{0,82}{0,52}$	$\frac{0,85}{0,54}$	$\frac{0,92}{0,59}$	$\frac{1,01}{0,64}$	$\frac{1,13}{0,72}$	$\frac{1,3}{0,83}$

1,01
1,28
0,82
1,56
1,01
2,02
1,28

Продовж. табл. 3.2

Потужність боєприпасів, кг	Світлові імпульси, кДж/м²																	
	4200	2900	1700	1200	1000	800	720	640	600	560	480	400	320	240	200	160	100	
Відстань до центру вибуху, км																		
10	$\frac{0,42}{0,28}$	$\frac{0,51}{0,34}$	$\frac{0,67}{0,44}$	$\frac{0,79}{0,55}$	$\frac{0,87}{0,58}$	$\frac{0,97}{0,65}$	$\frac{1,02}{0,68}$	$\frac{1,09}{0,72}$	$\frac{1,12}{0,75}$	$\frac{1,16}{0,81}$	$\frac{1,25}{0,84}$	$\frac{1,37}{0,97}$	$\frac{1,54}{1,02}$	$\frac{1,77}{1,18}$	$\frac{1,94}{1,3}$	$\frac{2,17}{1,45}$	$\frac{2,75}{1,83}$	
20	$\frac{0,6}{0,4}$	$\frac{0,7}{0,5}$	$\frac{0,9}{0,6}$	$\frac{1,1}{0,7}$	$\frac{1,15}{0,75}$	$\frac{1,25}{0,8}$	$\frac{1,3}{0,85}$	$\frac{1,35}{0,9}$	$\frac{1,5}{0,95}$	$\frac{1,6}{1}$	$\frac{1,7}{1,1}$	$\frac{1,8}{1,2}$	$\frac{2}{1,3}$	$\frac{2,4}{1,4}$	$\frac{2,5}{1,7}$	$\frac{2,8}{1,9}$	$\frac{3,6}{2,4}$	
30	$\frac{0,6}{0,4}$	$\frac{0,8}{0,55}$	$\frac{1}{0,7}$	$\frac{1,2}{0,8}$	$\frac{1,3}{0,9}$	$\frac{1,5}{1}$	$\frac{1,5}{1}$	$\frac{1,6}{1,1}$	$\frac{1,7}{1,1}$	$\frac{1,8}{1,2}$	$\frac{1,9}{1,3}$	$\frac{2,1}{1,4}$	$\frac{2,3}{1,5}$	$\frac{2,7}{1,8}$	$\frac{2,9}{1,9}$	$\frac{3,3}{2,2}$	$\frac{4,1}{2,7}$	
50	$\frac{1}{0,5}$	$\frac{1,2}{0,7}$	$\frac{1,5}{0,9}$	$\frac{1,8}{1}$	$\frac{2}{1,1}$	$\frac{2,2}{1,2}$	$\frac{2,3}{1,3}$	$\frac{2,5}{1,4}$	$\frac{2,6}{1,4}$	$\frac{2,7}{1,5}$	$\frac{3}{1,6}$	$\frac{3,2}{1,7}$	$\frac{3,5}{2}$	$\frac{4,2}{2,2}$	$\frac{4,6}{2,4}$	$\frac{5}{2,7}$	$\frac{6,3}{3,4}$	
100	$\frac{1,4}{0,8}$	$\frac{1,2}{1,7}$	$\frac{2,3}{1,3}$	$\frac{2,7}{1,5}$	$\frac{2,8}{1,6}$	$\frac{3,1}{1,9}$	$\frac{3,3}{2}$	$\frac{3,6}{2,1}$	$\frac{3,7}{2,2}$	$\frac{3,9}{2,2}$	$\frac{4,2}{2,4}$	$\frac{4,6}{2,7}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{6}{3,4}$	$\frac{6,5}{3,8}$	$\frac{7}{4,2}$	$\frac{8,2}{5,4}$	
200	$\frac{1,7}{1}$	$\frac{2,1}{1,2}$	$\frac{2,7}{1,5}$	$\frac{3,2}{1,8}$	$\frac{3,4}{2}$	$\frac{3,7}{2,2}$	$\frac{4}{2,4}$	$\frac{4,3}{2,5}$	$\frac{4,5}{2,6}$	$\frac{4,7}{2,7}$	$\frac{5,8}{2,9}$	$\frac{6,9}{3,2}$	$\frac{8}{3,6}$	$\frac{9}{4,1}$	$\frac{9,5}{4,6}$	$\frac{10}{5,2}$	$\frac{10,6}{6,6}$	
300	$\frac{2,1}{1,2}$	$\frac{2,5}{1,4}$	$\frac{3,3}{1,8}$	$\frac{3,9}{2,2}$	$\frac{4,2}{2,4}$	$\frac{4,5}{2,6}$	$\frac{4,9}{2,9}$	$\frac{5,2}{3}$	$\frac{5,4}{3,1}$	$\frac{5,6}{3,3}$	$\frac{6,4}{3,5}$	$\frac{7,7}{3,7}$	$\frac{9,1}{4,3}$	$\frac{10,5}{4,9}$	$\frac{11,2}{5,6}$	$\frac{11,9}{6,4}$	$\frac{12,7}{7,8}$	
500	$\frac{2,7}{1,5}$	$\frac{3,3}{1,8}$	$\frac{4,4}{2,4}$	$\frac{5,2}{2,8}$	$\frac{5,5}{3}$	$\frac{5,9}{3,2}$	$\frac{6,3}{3,6}$	$\frac{6,6}{3,8}$	$\frac{6,8}{3,9}$	$\frac{7}{4,1}$	$\frac{8}{4,4}$	$\frac{9}{4,8}$	$\frac{11}{5,4}$	$\frac{13}{6,1}$	$\frac{14}{7}$	$\frac{15}{8,1}$	$\frac{16,4}{9,6}$	
1000	$\frac{4,1}{2,6}$	$\frac{5}{31}$	$\frac{6,4}{4}$	$\frac{7,7}{4,8}$	$\frac{8,6}{4,9}$	$\frac{8,8}{5,1}$	$\frac{9}{5,6}$	$\frac{10}{6,2}$	$\frac{10,6}{6,6}$	$\frac{11,2}{6,8}$	$\frac{13,6}{7,2}$	$\frac{14,8}{7,8}$	$\frac{15,8}{8,6}$	$\frac{16,6}{10,1}$	$\frac{17,6}{12,4}$	$\frac{18,6}{14}$	$\frac{24}{16}$	
2000	$\frac{4,8}{2,8}$	$\frac{5,8}{3,4}$	$\frac{7,6}{4,5}$	$\frac{9}{5,3}$	$\frac{9,5}{5,7}$	$\frac{9,7}{5,9}$	$\frac{10,5}{6,4}$	$\frac{11}{7}$	$\frac{11,6}{7,2}$	$\frac{12,5}{7,5}$	$\frac{15}{8,4}$	$\frac{18}{8,7}$	$\frac{20,5}{10}$	$\frac{23}{11,3}$	$\frac{24,2}{12,7}$	$\frac{26}{14,7}$	$\frac{28}{17,2}$	
5000	$\frac{6,9}{4,2}$	$\frac{8,4}{5,1}$	$\frac{11}{6,6}$	$\frac{13}{7,9}$	$\frac{13,8}{8,4}$	$\frac{14,5}{8,8}$	$\frac{15,5}{9,3}$	$\frac{16,5}{10}$	$\frac{16,9}{10,4}$	$\frac{17,5}{11}$	$\frac{20}{11,5}$	$\frac{23}{12,2}$	$\frac{26}{14,5}$	$\frac{29,5}{17}$	$\frac{31,2}{18,3}$	$\frac{33}{19,7}$	$\frac{36}{23,8}$	
10 000	$\frac{11}{6,8}$	$\frac{13,3}{8,2}$	$\frac{17,3}{10,8}$	$\frac{20,6}{12,8}$	$\frac{21}{13,2}$	$\frac{22}{14}$	$\frac{24,6}{15}$	$\frac{26}{16}$	$\frac{27}{16,5}$	$\frac{28}{17}$	$\frac{29}{18}$	$\frac{30,5}{19}$	$\frac{33}{25}$	$\frac{37}{27}$	$\frac{38,8}{27,8}$	$\frac{41}{29}$	$\frac{48}{35}$	

Примітка: 1. Над рискою – для повітряного вибуху, під рискою – для наземного вибуху.

2. Відстані, на яких можливі світлові імпульси, дані для умов: слабкий серпанок, видимість до 10 км. Для інших умов вводяться коефіцієнти К: повітря дуже прозоре, видимість до 100 км – К = 1,5; повітря дуже прозоре, видимість до 50 км – К = 1,4; середня прозорість, видимість до 20 км – К = 1,2; сильний серпанок, видимість до 5 км – К = 0,5; дуже сильний серпанок, видимість до 1 км – К = 0,2.

Таблиця 3.3. Доза проникної радіації при різних потужностях ядерного боєприпасу та відстанях від центру вибуху

Потужність вибуху, кт	Дози проникної радіації, Р													
	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000	2000	5000	10000	15000
	Відстань до центру вибуху, км													
1	1,6	1,45	1,3	1,25	1,1	1	0,9	0,83	0,76	0,66	0,4	0,2	0,1	–
2	1,8	1,6	1,45	1,4	1,3	1,15	1	0,95	0,85	0,73	0,45	0,25	0,15	–
3	1,85	1,65	1,55	1,5	1,4	1,2	1,05	1	0,9	0,8	0,55	0,3	0,2	–
5	2	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1	0,88	0,6	0,45	0,3	0,1
10	2,2	2,05	1,85	1,75	1,65	1,5	1,35	1,25	1,15	1,05	0,95	0,6	0,45	0,3
20	2,4	2,3	2	1,95	1,85	1,6	1,45	1,4	1,3	1,15	1	0,75	0,55	0,4
30	2,5	2,4	2,2	2	1,95	1,75	1,6	1,5	1,4	1,2	1,15	1	0,75	0,6
50	2,6	2,5	2,3	2,2	2,05	1,8	1,7	1,6	1,5	1,35	1,25	1,1	0,85	0,7
100	2,8	2,7	2,5	2,4	2,25	2,1	1,9	1,8	1,7	1,55	1,4	1,15	1	0,9
200	3,1	3	2,7	2,6	2,5	2,3	2,1	2	1,85	1,75	1,6	1,35	1,15	1
300	3,2	3,1	2,8	2,7	2,6	2,5	2,3	2,2	2	1,85	1,75	1,5	1,35	1,1
500	3,4	3,2	3	2,9	2,75	2,6	2,4	2,3	2,2	2	1,95	1,6	1,45	1,3
1000	3,65	3,45	3,25	3,1	3	2,8	2,65	2,55	2,4	2,25	2,15	1,9	1,65	1,6
2000	4	3,8	3,6	3,45	3,25	3,15	2,95	2,8	2,7	2,5	2,3	2,1	1,8	1,65
5000	4,25	4,15	4	3,85	3,65	3,5	3,3	3,2	3,1	2,8	2,6	2,4	2,2	2
10000	4,5	4,35	4,15	4,05	3,95	3,75	3,55	3,4	3,25	3,1	2,9	2,6	2,4	2,2

Примітка: $1\text{Р} = 0,93 \cdot 10^{-2}$ Зв.

Таблиця 3.4. Розміри зон зараження на сліді радіоактивної хмари наземного ЯВ, км, залежно від потужності вибуху та швидкості вітру

Потужність вибуху, кт	Швидкість середнього	Розміри зон зараження, км									
		А		Б		В		Г			
		L	b	L	b	L	b	L	b		
100	10	83	10	36	5,1	24	3,6	15	—	2,2	—
	25	116	12	49	6,1	31	4	18	—	2,2	—
	50	150	14	60	6,4	35	3,9	17	—	2	—
	75	175	15	64	6,3	35	3,8	17	—	1,9	—
	100	188	16	65	6,3	34	3,6	15	—	1,8	—
200	25	157	15	67	7,8	43	5,3	26	—	2,8	—
	50	200	18	83	8,4	50	5,3	26	—	2,7	—
	75	233	20	90	8,4	50	5,3	25	—	2,6	—
	100	255	21	94	8,4	50	5	24	—	2,5	—
	25	190	18	80	8,3	62	6	—	—	—	—
300	50	240	21	98	9,6	60	6,2	—	—	—	—
	75	275	23	108	9,8	60	6	—	—	—	—
	100	310	24	115	9,9	60	5,8	—	—	—	—
	25	321	21	100	10	65	7,4	41	—	4,3	—
	50	300	25	125	12	78	7,7	42	—	4,3	—
500	75	346	27	140	12	86	7,7	39	—	4	—
	100	382	29	149	12	86	7,7	41	—	3,8	—

Примітка: L – довжина зони зараження; b – максимальна ширина зони зараження

Таблиця 3.5. Рівні радіації на вісі сліду хмари наземного ядерного вибуху на 1 годину після вибуху, Р/год

Відстань від центру вибуху, км	Потужність боєприпасів				
	100	200	300	500	2000
	Швидкість вітру 25 км/год.				
2	14000	25000	35700	57000	100 000
4	5700	10000	14300	44000	44000
6	3600	6800	9200	14000	28000
8	2400	4700	6800	11000	19 000
10	1500	3200	4800	8000	15000
12	1200	2500	3600	5600	11000
14	960	2000	2900	4600	9700
16	800	1700	2400	3600	8100
20	590	1200	1600	2300	5500
25	400	830	1200	1900	4900
30	270	570	880	1500	3700
40	150	380	600	1000	2400
50	90	190	360	530	1100
60	47	120	200	370	750
80	30	75	130	240	500
100	16	37	70	110	230
150	6,3	13	22	38	86
200	3	6	10	18	41
Швидкість вітру 50 км/год					
2	9350	17100	26800	37100	69 200
4	4000	7500	10700	17000	31 000
6	2613	4750	6700	10500	20800
8	1740	3010	4800	6900	13000
10	1260	2400	3500	5300	9900
12	1030	1900	2880	4300	8800
14	880	1580	2400	3680	6500

12100

Продовж. табл. 3.5.

Відстань від центру вибуху, км	Потужність боєприпасів					
	100	200	300	500	1000	2000
	Швидкість вітру 50 км/год.					
16	680	1350	1920	3000	5900	10500
20	440	960	1440	2400	4500	9100
25	360	640	960	1600	3200	6080
30	270	510	720	1100	2400	4800
40	180	380	560	900	1800	3000
50	120	240	360	600	1100	2100
60	75	160	300	480	850	1750
80	45	110	180	290	600	1100
100	27	57	96	160	329	700
150	10	22	38	64	144	300
200	5	11	18	31	70	158
Швидкість вітру 100 км/год.						
2	6100	10880	16000	23680	41 600	70080
4	2160	7000	10200	15400	34000	49600
6	1760	3200	4500	7200	12800	24000
8	1200	2240	3360	5 120	9440	17280
10	960	1680	2700	3840	7200	13300
12	800	1 440	2 100	3200	5900	10900
14	590	1 120	1680	2400	4840	8700
16	530	960	1440	2240	3300	7680
20	400	700	1 120	1 600	2880	5440
25	260	560	800	1280	2400	4300
30	240	450	640	960	1 760	3360
40	170	320	480	720	1360	2640
50	104	190	320	480	960	1900
60	90	170	280	420	830	1660

Відстань від центру вибуху, км	Потужність боєприпасів					
	100	200	300	500	1000	2000
	Швидкість вітру 100 км/год.					
80	76	144	240	360	700	1400
100	35	72	112	180	320	640
150	16	32	53	86	260	350
250	8	16	26	48	100	200

Примітка: 1Р/год = 2,58·10⁻³ мЗв/с.

Таблиця 3.6. Коефіцієнт перерахунку рівнів радіації на будь-який час t, що минув після вибуху

t, годин	0,25	0,3	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5
$K = P_1/P_t$	0,19	0,24	0,43	0,71	1	1,31	1,63	1,66	2,3	2,65	3	3,37	3,74	4,11	4,5
t, годин	3,75	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	
$K = P_1/P_t$	4,88	5,28	6,08	6,9	7,73	8,59	9,45	10,33	11,22	12,13	13,04	13,96	14,9	15,85	

Таблиця 3.7. Типові режими №7 радіаційного захисту робітників та службовців на об'єктах ОЕ, що проживають в кам'яних будівлях с $K_{\text{осл}} = 10$ та використовують сховища с $K_{\text{осл}} = 1000$ та більше

Зона радіаційного зараження	Рівні радіації на 1 год після вибуху, Р/год.	Умове найменування режиму захисту	Загальна тривалість дотримання захисту, діб	Послідовність дотримання режиму захисту		
				I. Час безперервного перебування в ПРУ (тривалість припинення роботи об'єкту)	II. Тривалість роботи об'єкту з використанням для відпочинку ПРУ, діб.	III. Тривалість роботи об'єкту з обмеженням перебування людей на відкритій місцевості протягом кожної доби до 1-2 годин, діб
1	2	3	4	5	6	7
A	25	7-A-1	0,5	2 год.	-	0,5
	50	7-A-2	1	3 год	-	0,9
	80	7-A-3	2	4 год.	-	1,6
Б	100	7-B-1	3	5 год.	-	2,6
	140	7-B-2	5	6 год.	-	4,8
	180	7-B-3	7	7 год.	-	6,7
	240	7-B-4	10	8 год.	1	8,6
В	300	7-B-1	15	12 год.	1,5	13
	400	7-B-2	25	18 год.	2	22
	500	7-B-3	35	1 доба	2,5	31,5
	600	7-B-4	45	1,5 доби	3	40,5
	800	7-B-5	60	2 доби	4	54
Г	1000	7-Г-1	75	3 доби	5	67
	1500	7-Г-2	100	5 діб	8	87
	2000	7-Г-3	125	8 діб	10	107
	3000	7-Г-4	180	12 діб	15	153

Примітка: $1\text{Р/год} = 2,58 \cdot 10^{-3} \text{ мЗв/с}$

Таблиця 3.8. Залежність ступеня враження (руйнування) $P_{вр}$, %, від пробіт-функції

$P_{пор}$, %	Пробіт-функція									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,38	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,014	4,054	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,82
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Таблиця 3.9. Розміри завалів при впливі на будівлю ударної хвилі

Кількість поверхів	Середня висота будівлі, м	Розміри та об'єм завалу				
		Висота завалу, м		Середній радіус розкидання основної маси уламків, м	Об'єм завалів на 1 пог.м довжини будівлі (споруди), м ³	
		у найвищій точці	біля стіни будівлі		загальний	поза контуром будівлі
2	9	3,3	1,5	4,5	33	3,4
3	13	4	2,2	6,5	48	7,2
4	17	4,4	2,7	8,5	62	11,5
5	21	4,8	3,1	10	77	16,5
6	25	5	3,5	12,5	90	22

Примітки: 1. При дії ударної хвилі на коротку сторону будівель висота завалів збільшується в 1,5...2 рази в залежності від поверховості.

2. При збільшенні тиску у фронті ударної хвилі від 50 до 120 кПа дальність розльоту може збільшитися в 2...3 рази, а висота завалів – зменшитися.

3. При тиску більше 120 кПа, як правило, утворюються суцільні завали.

Таблиця 3.10. Світлові імпульси, кДж/м², що викликають займання деяких матеріалів при різних потужностях ЯВ

Найменування матеріалів	Потужність вибуху, кт			
	20	100	1000	10000
Деревина соснова свіжостругана, суха	580	670	880	1000
Дошки соснові (ялинові) після розпилювання	1670	1760	1880	2100
Дошки, пофарбовані в білий колір	1590	1670	1760	1880
Дошки, пофарбовані в темний колір	210	250	330	420
Покрівля м'яка (тюль, руберойд)	540	590	670	840
Черепиця червона (розплавлення)	840	1050	1260	1670
Соснова стружка світла	210	300	420	500
Стружка потемніла суха, солома, сіно, папір темний	120	180	210	250
Уривки газетного паперу	80	110	130	170
Папір обгортковий коричневий (листи)	290	330	420	580
Суха деревина потемніла, обтиральні матеріали, сухе опале листя, суха рослинність	240	330	460	580
Дерматин	210	250	290	330
Тканина віскозна підкладкова чорна	40.	50	75	90
Штори бавовняні сірі, тканина бавовняна груба коричнева	290	330	420	500
Муслін бавовняний, штори віконні зеленню, парусина для тентів зелена бавовняна, тканина бавовняна темно-синя	210	250	330	420
Спецодяг новий із бавовняної тканини (синя)	370	460	500	580
Тканина бавовняна кольору хаки, спецодяг бавовняний поношений синій, чохли бавовняні і віскозні для сидінь автомобіля	330	370	460	540
Парусина брезентова, сукно чорне, віскозний габардин золотистий	420	460	580	660
Матеріал бавовняний оббивний щільний коричневий, сукно шинельне сіре, брезент прогумований, шкіра тонка коричнева	620	700	840	1260
Тканина бавовняна для матраців сіра	330	420	500	660

Таблиця 3.11. Значення коефіцієнтів a , b і n

Речовина	a	b	n
Чадний газ	-37,980	3,700	1,000
Формальдегід	-12,240	1,300	2,000
Соляна кислота	-16,850	2,000	2,000
Ціанистоводнева кислота	-29,420	3,008	1,430
Фтористоводнева кислота	-35,870	3,354	1,000
Фосген	-19,270	3,686	1,000

Примітка: Наведені в табл. 3.11 значення коефіцієнтів a , b і n є усередненими, оскільки результати токсикологічного впливу суттєво залежать від стану людини, її віку, фізичних даних.

Таблиця 3.12. Значення товщини прошарку половинного ослаблення радіації для різноманітних матеріалів d , см

Речовина або матеріал	Густина ρ , г/см ³	γ – випромінювання		Нейтронне випромінювання
		Проникна радіація	радіоактивне зараження	
Вода	1	23	13	2,7
Деревина	0,7	33	18,5	9,7
Ґрунт	1,6	14,4	8,1	12,0
Цегла	1,6	14,4	8,1	9,1
Бетон	2,3	10	5,7	12,0
Кладка цегляна	1,5	15	8,7	10,0
Кладка бутова	2,4	9,6	5,4	11,0
Глина утрамбована	2,06	11,0	6,3	8,3
Вапняк	2,7	8,5	4,8	6,1
Поліетилен	0,95	24,0	14,0	2,7
Склопластик	1,7	12,0	8,0	4,0
Лід	0,9	26,0	14,5	3,0
Сталь, залізо, броня	7,8	3,0	1,7	11,5
Свинець	11,3	2,0	1,2	12,0

Примітка: Для інших матеріалів, які не ввійшли в таблицю, прошарок половинного ослаблення дорівнює відношенню прошарку половинного ослаблення води до густини застосовуваного матеріалу; від дії ПР – $d_{\text{пр}} = 23/\rho$; від дії РЗ – $d_{\text{рз}} = 13/\rho$; густину матеріалу знаходять за довідниками.

Норми проектування та комплектації сховищ

Сховища повинні надійно захищати людей, що там знаходяться, для чого необхідно мати: надійну герметизацію зовнішнього контуру; захищені входи-тамбури або тамбур-шлюзи та аварійний вихід; вільні підходи та під'їзди; системи життєзабезпечення; можливість безперервного перебування в них протягом не менше **2-х діб**.

В кожному сховищі повинні бути *основні та допоміжні* приміщення.

До **основних приміщень** належать: приміщення (відсіки) для тих, хто вкривається; пункти управління; медичні пункти.

До **допоміжних приміщень** належать: приміщення для ФВО; приміщення для ДЕС; розширювальні камери, тамбур-шлюзи та тамбури; санітарні вузли; комора для продуктів; приміщення для ємностей з водою; електрощитові; балонна. Всі ці приміщення знаходяться в зоні герметизації сховища. Деякі допоміжні приміщення розміщуються за межами зони герметизації, наприклад: склад ПММ, станція перекачування стічних вод.

Приміщення основного призначення визначають основні розміри, об'єм та місткість сховища. Місткість приміщень сховища визначається на підставі норм площі на людину, що укривається. Норми площі приміщення (відсіку) для тих, хто вкривається:

- **0,5 м²/чол.** при двоярусних лавках;
- **0,4 м²/чол.** при триярусних лавках.

Якщо не оговорено інакше, при розрахунках брати норму **0,5 м²/чол.**

За нормою внутрішній об'єм сховища на 1 людину повинен бути не менш ніж **1,5 м³**. В цю норму не входять приміщення ДЕС, тамбури.

Приміщення сховищ повинні бути висотою не меншою **2,15 м**. Для встановлення двоярусних лавок висота сховища повинна бути до **2,9 м**, а для триярусних лавок – **2,9...3,5 м**. Висота лавок від підлоги до нижньої лавки – 0,45 м, до 2-го ярусу – 1,4 м, до 3-го ярусу – 2,15 м. Кількість місць для сидіння при 2-х ярусах складає 80%, при 3-х ярусах – 70%.

Сховища на ОЕ повинні мати у своєму складі **пункт управління** для розміщення органів керування об'єкту. ПУ розташовуються поблизу від входу в сховище і, як правило, при наявності ДЕС. На 1 працюючого в ПУ норма площі складає **2 м²/чол.**

Медичний пункт розташовується на певній відстані від приміщення для ФВО і ДЕС в сховищах місткістю від 900 до 1200 чол. – площею 9 м². На кожні 100 чол. понад 1200 площа МП збільшується на 1 м². Крім того, у кожному сховищі повинні бути **санітарні пости** з розрахунку 1 пост на 500 чол. площею 2 м², але не менш одного посту на сховище.

Площа допоміжних приміщень розраховується в залежності від кількості вкриваємих, наявності ДЕС та іншого обладнання. Норми площі визначаються

ДБН у залежності від загальної місткості сховища і наявності певного технічного обладнання (ДЕС, установки для регенерації повітря і т.п.): від **0,14 м²/чол.** до **0,4 м²/чол.**

При вході повинен бути **тамбур (тамбур-шлюз** із двома захисно-герметичними дверима – у сховищах місткістю 300 чол. і більше), що забезпечує вхід у споруду без порушення її захисних властивостей. При місткості сховища до 300 чол. обладнується один вхід, при цьому другим входом повинен бути аварійний (евакуаційний) вихід у вигляді тунелі з внутрішніми розмірами 1,2×2 м.

Для сховищ місткістю від 300 до 600 чол. включно обладнується однокамерний, а у сховищах більшої місткості – двошкамерний тамбур-шлюз. Площа кожної камери тамбур-шлюзу при ширині дверей 0,8 м повинна бути **8 м²**, а при ширині 1,2 м – **10 м²**.

Кількість входів визначається за шириною дверей з розрахунку: 1 вхід при 0,8 м – на 200 чол.; при ширині дверей 1,2 м – на 300 чол., але не менше 2-х входів з протилежних сторін.

Системи життєзабезпечення сховищ

Тривале перебування у сховищі забезпечується обладнанням його наступними системами життєзабезпечення: *повітропостачання, водопостачання, каналізації, електропостачання, опалення, зв'язку.*

Системи повітропостачання сховищ, як правило, забезпечують 3 режими роботи: **чистої вентиляції** (1 режим), **фільтровентиляції** (2 режим) та **режим ізоляції та регенерації внутрішнього повітря** (3 режим) – у випадку можливих наземних пожеж, сильної загазованості повітря шкідливими речовинами і продуктами горіння.

Кількість зовнішнього повітря, що подається у сховище, залежить від кліматичної зони і приймається згідно з ДБН (табл. 2 і 3).

Таблиця 2. Норми подання повітря для 1 режиму

1 клімат. зона (до 20°C)	8 м ³ /год·чол.
2 клімат. зона (20...25°C)	10 м ³ /год·чол.
3 клімат. зона (25...30°C)	11 м ³ /год·чол.
4 клімат. зона (більше 30°C)	13 м ³ /год·чол.

Таблиця 3. Норми подання повітря для 2 режиму в 1 та 2 клімат. зонах

для вкриваємих	2 м ³ /год·чол.
для працюючих в ПУ	5 м ³ /год·чол.
для працюючих на ЕРВ	10 м ³ /год·чол.

Примітки: 1. На одному ЕРВ працює 2 чол.

2. Якщо повітроохолоджувачі у сховищі відсутні, для режиму 2 в 3-й та 4-й кліматичних зонах необхідно збільшити подання повітря до 10 м³/год·чол. Для забезпечення повітрям сховищ використовують фільтровентиляційні комплекти ФВК-1 та ФВК-2.

ФВК-1 забезпечує тільки I та II режими вентиляції. До складу комплекту входять: 2 протипилових фільтри ПФП-1000; 3 фільтри-поглиначі ФПУ-200 (кожен пропускає 100 м³/год); 2 електроручних вентилятори ЕРВ-600/300; герметичний клапан ГК-200; дросельний пристрій ДУ-100; тягонапоромір ТНЖ-1; трубопроводи.

ФВК-2 забезпечує всі три режими вентиляції. До складу комплекту, крім зазначених у складі ФВК-1, входять: регенеративна установка РУ-150/6 (забезпечує 150 чол. протягом 6 годин); фільтр ФГ-70 для очищення від угарного газу (СО) зовнішнього повітря і створення підпору більше 50 Па; повітроохолоджувач на виході з РУ-150/6 та ФГ-70; електронагрівачі перед ФГ-70.

В **режимі 1** ФВК-1 забезпечує подання **1200 м³/год** при роботі 2-х ЕРВ-600/300, а в **режимі 2** – **300 м³/год** при будь-якій кількості ЕРВ.

Водопостачання передбачається від внутрішньої та зовнішньої мережі ОЕ. Крім того, передбачається запас в резервуарах: з розрахунку – 5 л на добу на 1 людину.

Каналізація споруди повинна мати випуск у зовнішню каналізаційну мережу чи з'єднуватися з нею за допомогою станції перекачування стічних вод, крім того, передбачаються запасні ємності для відходів і нечистот. Об'єм резервуару для стоків необхідно приймати з розрахунку 2 л/добу на 1 людину.

Електропостачання сховищ передбачається: постійне – від мережі ОЕ (міста); аварійне – від власної ДЕС чи групової захищеної ДЕС. Обов'язково треба передбачити місцеві (аварійні) засоби освітлення (переносні електричні ліхтарі, акумуляторні світильники та ін.)

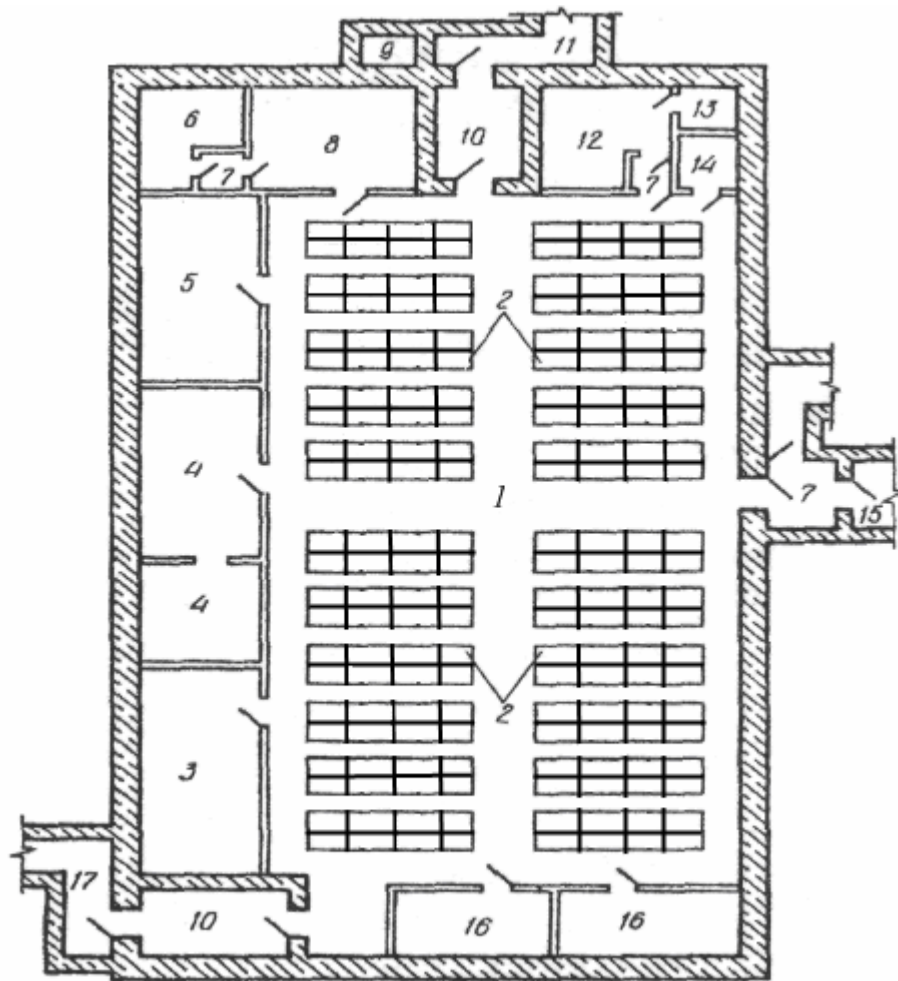
Опалення сховищ обладнують у вигляді відгалуження від централізованої опалювальної мережі ОЕ.

Система зв'язку. Кожне сховище повинно мати *телефонний зв'язок* з ПУ ОЕ та *гучномовці* у відсіках, підключені до міської та місцевої радіотрансляційних мереж. У випадку розташування у сховищі ПУ – обов'язковий *радіо-зв'язок*.

Сховища, що стоять окремо, зверху накриваються шарами бетону та ґрунту.

Сховища та ПРУ, як правило, розміщуються в межах радіуса збору $R_{зб} = 400...500$ м.

Схема сховища



1 – приміщення для тих, що переховуються; 2 – лавки-нари; 3 – медичний пункт; 4 – пункт управління; 5 – приміщення для зберігання продуктів; 6 – балонна; 7 – тамбур; 8 – фільтровентиляційна камера; 9 – розширювальна камера; 10 – тамбур-шлюз; 11 – вхід № 1; 12 – приміщення ДЕС; 13 – склад пального і мастильних матеріалів; 14 – електрощитова; 15 – вхід № 3 та аварійний вихід; 16 – санітарні вузли; 17 – вхід № 2

Перелік основних заходів ЦО, що виконуються на ОЕ для забезпечення стійкості роботи в умовах НС

Загальні положення

На всіх ОЕ, що знаходяться в експлуатації, з метою забезпечення та підвищення стійкості їх роботи в умовах НС мирного часу та у воєнний час проводять певний комплекс інженерно-технічних, технологічних та організаційних заходів, особливо на ОЕ, які продовжують роботу у воєнний час.

Установлено обов'язковий перелік основних заходів ЦО, що повинні бути сплановані та виконані згідно із Законом "Про Цивільну оборону України" на будь-якому підприємстві (в установі, організації) незалежно від форм Власності та господарювання.

На кожному підприємстві, виходячи з його призначення, специфіки виробництва, розміщення, кількості персоналу, заходи можуть бути різними. Ці заходи плануються завчасно та виконуються (здійснюються): більша, основна частина – у процесі звичайного функціонування ОЕ (в мирний час); друга частина – при загрозі впливу НС (при загрозі нападу противника), оскільки виконання їх у повсякденних умовах (у мирний час) недоцільне; третя частина – тільки за сигналами оповіщення про безпосередній вплив НС (за сигналом "Увага всім!" або "Повітряна тривога").

При виконанні дослідження та оцінювання стійкості ОЕ в умовах НС мирного та воєнного часу "Перелік основних заходів ЦО" використовується для: виявлення окремих заходів, що на ОЕ з будь-яких причин не були виконані раніше; вироблення заходів, які підлягають виконанню на підставі висновків та пропозицій за результатами розрахунків та досліджень; визначення заходів відповідно до характеристик об'єкта (цеху), які необхідно виконати при загрозі НС (загрозі нападу противника), а також за сигналами оповіщення про НС; розробки "Загального плану заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкта або його конкретного цеху в умовах НС мирного та воєнного часу" на підґрунті зазначених заходів ЦО.

1. Захист робітників та службовців і членів їх сімей

Для захисту робітників, службовців та членів їх сімей здійснюються наступні заходи: забезпечення найбільшої робочої зміни сховищами та персоналу, що обслуговує установки з безперервним технологічним процесом, індивідуальними захисними спорудами на території об'єкта; забезпечення зміни, що відпочиває, та членів сімей робітників і службовців ПРУ в замиській зоні; планування та підготовка евакозаходів; забезпечення ЗІЗ робітників, службовців та членів їх сімей; навчання застосуванню ЗКЗ та діям в НС усіх робітників, службовців та членів їх сімей; навчання та підготовка керівників та сил ЦО об'єкта до проведення АРiНР; обладнання робочих приміщень системами оповіщення, аварійної сигналізації та підтримання їх у постійній готовності до

дії; підготовка конструкцій, елементів та необхідних матеріалів для будівництва швидко зведених ЗС; оповіщення про загрозу і виникнення НС та постійне інформування про стан, що складається; будівництва швидко зведених сховищ та ПРУ; пристосування під сховище підвалів, льохів та інших заглиблених споруд; надання робітникам та службовцям (членам їх родин за місцем проживання) ЗІЗ та виготовлення простіших засобів захисту; приведення до готовності сховищ (ПРУ); розосередження робітників і службовців та евакуація членів їх сімей у заміську зону; герметизація приміщень цехів та інших споруд (зачинення дверей, вікон, вентиляційних шахт та ін.); укриття робітників та службовців у сховище (ПРУ); визначення і введення режиму радіаційного захисту персоналу та об'єктів виробничої діяльності (цеху).

2. Підвищення стійкості управління виробництвом та ЦО об'єкта

До переліку заходів входять: підготовка взаємозамінності керівного складу; створення двох груп керівного складу (по змінах); обладнання стаціонарного ПУ в одному зі сховищ об'єкта та рухомого ПУ (автобус або автомобіль зі закритим кузовом); створення надійних систем оповіщення, зв'язку та підтримка їх у готовності; прокладання підземних кабельних ліній зв'язку; дублювання телефонного зв'язку радіозв'язком і підготовка резервних та рухомих засобів зв'язку; забезпечення надійності зв'язку з місцевими органами влади, вищими штабами ЦО та підрозділами об'єкта в заміській зоні; розміщення диспетчерських пунктів, АТС та радіовузла в найбільш міцних спорудах; розробка надійних основних та дублюючих засобів оповіщення посадових осіб та всього персоналу об'єкта; зберігання всієї технічної, виробничої, технологічної та іншої необхідної документації на мікроносіях у сейфах на ПУ; організація управління виробництвом та ЦО об'єкта з ПУ в сховищі.

3. Підвищення стійкості будівель та споруд

Перелік заходів містить: підсилення окремих елементів та конструкцій будівель (споруд) шляхом використання нових більш міцних та легких матеріалів; зменшення прогонів несучих конструкцій встановленням додаткових опор, колон та ін.; підсилення елементів несучих конструкцій та їх зв'язків установленням каркасів, підкосів та ін.; обвалування ємностей, установлення на них ребер жорсткості, заглиблення їх у ґрунт; часткове обсіпання ґрунтом низьких споруд та їх елементів; закріплення додатковими відтяжками високих споруд (труб, веж, вишок та ін.).

4. Захист технологічного обладнання

Перелік заходів містить: розміщення важкого обладнання на нижніх цокольних поверххах будівель та споруд; розміщення нестійкого до ударних впливів цінного та унікального обладнання в міцних, заглиблених або підземних спорудах; розміщення міцного обладнання в будівлях павільйонного типу, що стоять окремо або під навісом (якщо це дозволяють умови експлуатації); розміщення в простінках будівель або на достатньо безпечній відстані від

віконних та дверних прорізів; міцне закріплення на фундаментах; захист екранами, відбивачами, заземленням та встановленням на амортизатори; забезпечення обладнання вимикаючими автоматами, контрольними, сигнальними та запобіжними приладами; улаштування стопорних (закріплюючих) засобів для цехового підйомно-кранового обладнання; установа над обладнанням навісів, сіток, козирків для захисту від пошкоджень при порушенні конструкції будівлі; виготовлення для цінного та унікального обладнання переносних індивідуальних захисних пристроїв (ІЗП) у вигляді кожухів, наметів, камер; підготовку ІЗП до використання (розміщення їх біля цінного та унікального обладнання); створення необхідних запасів найбільш уразливих деталей, вузлів агрегатів тощо; укриття унікального та цінного обладнання з використанням ІЗП.

5. Підвищення стійкості комунально-енергетичних мереж

Загальні заходи: прокладання всіх основних КЕМ під землею: кабельних ліній на глибині не менше 0,7 м, трубопроводів не менше 1,2 м; розміщення окремих ділянок КЕМ на низьких та міцних естакадах, що обваловані ґрунтом; збільшення міцності трубопроводів установа ребер жорсткості, хомутів, що з'єднують їх в один пучок, та інші; дублювання введів основних КЕМ підведенням їх до об'єкта (міста) з двох напрямків; обладнання КЕМ пристроями автоматичного або ручного вимикання будь-якої ділянки або всієї мережі цілком; з'єднання перемичками з вимикальною арматурою, паралельних ділянок основних КЕМ та закілювання розподільних мереж.

Система електропостачання: забезпечення електропостачання не менше ніж від двох різнорідних джерел енергії (основного та резервного), якими можуть бути АЕС, ГЕС, ТЕС (теплові) та ін.; створення автономних (аварійних) джерел енергії у вигляді стаціонарних або рухомих електростанцій (ПЕС), що будуть резервними, якщо забезпечення від двох зовнішніх джерел буде неможливе; забезпечення автоматичного переходу постачання від основного на аварійне без припинення надання електроенергії споживачам; установа пристроїв автоматичного вимикання електричних мереж при виникненні перенапруг (короткі замикання, грозові розряди, ЕМІ ядерного вибуху); обладнання берегових пристроїв для прийняття енергії від суднових (корабельних) електростанцій; створення автономних (дублюючих) ліній постачання електроенергії до установок із безперервним технологічним процесом, водогінним станціям, вузлам зв'язку, пунктам управління та іншим об'єктам, що продовжують роботу при НС та у воєнний час; обладнання прихованої прокладки електричних мереж, що проходять по стінах (перекрыттях) будівель та споруд; переведення повітряних ліній електропередачі (ЛЕП) на підземні або розміщення їх поза зоною можливих сильних зруйнувань.

Система водопостачання: забезпечення водопостачання не менше ніж від двох різнорідних джерел – основного та резервного (при одному підземному),

якими можуть бути міський водопровід, річка, озеро, водосховище, артезіанська свердловина, шахтний колодязь та ін.; при одному джерелі водопостачання (наприклад, річка) встановлення двох водозабірних споруд та розташування одного з них поза зоною можливих сильних руйнувань; спорудження на території об'єкта водоймищ та резервуарів з запасом чистої води; зберігання існуючих систем водопостачання як резервних при будівництві нових мереж; створення замкнених систем (зворотного) використання води в технологічному процесі; забезпечення можливості герметизації артезіанських свердловин, шахтних колодязів та резервуарів з водою; обладнання під'їздів до водозабірних споруд, резервуарів тощо та пристосування їх до подання води в рухомому тару; обладнання системи водопостачання вимикальними засувками та пожежними гідрантами на території, що не завалюється уламками будівель; забезпечення можливості передачі води з промислових до комунальних систем із дотриманням установлених санітарних норм.

Система газопостачання: забезпечення газопостачання об'єкта (міста) від двох незалежних газопроводів з дублюванням вводів; розміщення газорозподільних станцій на вводах системи з різних боків об'єкта (міста) поза зонами можливих сильних руйнувань; обладнання наземних частин газорозподільних станцій підземними обводами та вимикальною арматурою; спорудження в районі розміщення газорозподільних станцій газгольдерів постійного тиску для створення запасів газу у підземних резервуарах; установа на газових мережах запірної арматури з дистанційним управлінням та кранів, що автоматично перемикають потік газу при розривах труб; підготовка об'єкта до роботи на інших видах пального при зруйнуванні газопроводів (джерел газопостачання).

Система теплопостачання: забезпечення теплопостачання (гаряча вода, пара) не менше ніж від двох джерел: зовнішнього (міська ТЕЦ) та внутрішнього (об'єктова котельня); прокладання трубопроводів у спеціально обладнаних траншеях, запірно-регулюючої арматури в оглядових колодязях на території, що не завалюється уламками будівель; розміщення об'єктових котелень у підвальних приміщеннях або в окремо розташованих захищених спорудах.

Система каналізації: забезпечення каналізації об'єкта обладнанням двох окремих систем каналізації: однієї для зливних (дощових) вод і другої для промислових та господарських (фекальних) вод; обладнання в системі промислової та господарської каналізації не менше двох випусків у міські каналізаційні колектори; обладнання виведення для аварійних скидань неочищених вод у прилеглі до об'єкта яри та інші природні й штучні заглиблення або у зливну мережу (у разі виходу з ладу об'єктових або міських систем каналізації); будівництво для скидання неочищених вод спеціальних колодязів з аварійними засувками, розміщених на території, що не завалена.

6. Забезпечення надійності матеріально-технічного постачання

Перелік заходів містить: установлення стійких зв'язків з підприємствами-постачальниками пального, сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, обладнання та інших засобів, необхідних для функціонування ОЕ; підготовку запасних варіантів виробничих зв'язків з підприємствами; дублювання залізничного транспорту автомобільним, річним, морським (або навпаки) для доставки необхідних засобів та вивозу готової продукції; будівництво резервних складів для зберігання не вивезеної готової продукції; будівництво за межами великих міст самостійних філій ОЕ; розробку дублюючої документації для кооперативних поставок на підприємствах аналогічного профілю; створення гарантійних (що забезпечують роботу об'єкта при частковому порушенні постачання) та аварійних запасів (що використовуються при повному порушенні постачання та загрозі зупинки виробництва); створення запасів для виробництва продукції воєнного часу; зберігання гарантійних запасів, розміщених у захищених місцях на об'єкті, аварійних та воєнного часу – за зоною можливих руйнувань (ЗМР) на спеціальних базах у міцних спорудах, підземних вмістищах; створення необхідних запасів табельної техніки і майна для обладнання невоєнізованих формувань (НФ) ЦО та забезпечення їх дій при проведенні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт (АРiНР); організацію маневру запасами в межах об'єднання або галузі; використання місцевих джерел сировини і пального, виробництво комплектуючих та інших виробів на місці; організацію кооперативного постачання.

7. Підвищення стійкості роботи об'єкта в умовах впливу РР, ОР, НХР та БЗ

Перелік заходів містить: забезпечення можливості герметизації основних виробничих будівель та споруд (обладнання тамбурів, укріплення дверей, вікон); обладнання в цехах фільтровентиляційної системи; підготовку приладів для знезаражування води, що подається на виробничі, господарські та побутові потреби; створення запасів дезактивуючих, дегазуючих та дезінфекційних речовин і підготовка технічних засобів для їх використання; забезпечення можливості пристосування душових (на 10 та більше кабін) для санітарної обробки людей, пралень для спеціальної обробки одягу персоналу, станцій технічного обслуговування та гаражів для спеціальної обробки техніки; своєчасне оповіщення про загрозу впливу РР, ОР, НХР та БЗ; переведення душових (пралень, бань) в режим пункту спеціальної обробки; виконання заходів захисту виробничого персоналу.

8. Виключення або обмеження впливу інших вражаючих факторів

Перелік заходів містить: вивезення та зберігання наднормативних запасів речовин, що викликають повторні враження (вибухо- і пожежонебезпечні речовини, НХР, ПМР), на безпечній відстані від об'єкта; заміну технологічного процесу з метою виключення виникнення повторних вражаючих факторів; установлення у вибухонебезпечних приміщеннях пристроїв, що локалі-

зують дію вибуху (вікна, що відкриваються самі, повторні панелі, противибухові клапани); полегшення перекриттів та стінового заповнення виробничих будівель; захист вмістищ для зберігання ПМР, НХР та інших агресивних рідин (газів) шляхом їх зміцнення, заглиблення та обвалування ґрунтом; будівництво під сховищем НХР підземних резервуарів з водою для швидкого спуску та розчинення цих речовин; обладнання систем та установок з НХР автоматично діючими нейтралізаторами та створення запасу нейтралізуючих речовин; обладнання в цехах об'єкта автоматичної аварійної сигналізації (пожежної, виявлення газу, диму, НХР, надходження води); улаштування захисних дамб, запруд, протипожежних смуг; проведення протипожежних заходів, враховуючи, що одним з основних вторинних факторів є пожежі; виконання ряду основних заходів, спрямованих на захист від первинних вражаючих факторів.

9. Підвищення протипожежної стійкості

Перелік заходів містить: обладнання в системі водопостачання пожежних гідрантів та розміщення їх на території, що не завалюється; спорудження пожежних водоймищ та резервуарів на території об'єкта, майданчиків та пірсів для встановлення насосів на берегах річок (озер), а також обладнання під'їздів до цих споруд; створення протипожежних сил та засобів, підтримання їх у постійній готовності до дії; регулярне очищення території від предметів, що легко спалахують, та відходів; зберігання ПМР та інших вибухо- і пожежонебезпечних речовин на відокремленій території в підземних сховищах; обладнання спеціальних заглиблених вмістищ для швидкого спуску в них палих речовин із технологічних систем та установок; зруйнування малоцінних споруд, що легко спалахують (при необхідності заміна їх на ті, що не горять); заміну дерев'яних конструкцій будівель та споруд (двері, віконні рами) на ті, що не горять (металеві), або вогнезахисне пофарбування та обмазування при неможливості швидкої їх заміни; обладнання цехів (приміщень) пожежною сигналізацією та автоматичними лініями і засобами гасіння пожеж; максимальне усунення умов, що створюють вибухо- та пожежонебезпечні газові суміші в будівлях (цехах); підвищення межі вогнестійкості будівельних конструкцій будівель та встановлення брендмауерів (протипожежних стін); проведення заходів для захисту виробничого персоналу та протипожежної безпеки (обладнання запасних виходів, розробка плану евакуації, встановлення показників маршруту, визначення місць для паління, заходів при роботі з відкритим вогнем); проведення спецзаходів при загрозі нападу та у воєнний час (при загрозі впливу НС); зменшення в цехах до технологічно обґрунтованого мінімуму палих речовин (мастил, гасу, бензину, фарб тощо); захист від світлового (теплого) випромінювання відкритих технологічних установок, балонів та інших апаратів із палими рідинами та газами; заміну (якщо можливо) палих рідин у технологічному процесі на непалкі (гасу для промивання деталей, наприклад на водний розчин

хромпіку); підготовку до негайного спуску з технологічних мереж та установок палких рідин у заглиблені вмістища; усунення палких матеріалів від віконних прорізів.

10. Світломаскування об'єкта у воєнний час

Перелік заходів містить: розробку плану заходів для режимів часткового та повного затемнення об'єкта; обладнання системи окремого вимикання (вмикання) зовнішнього та внутрішнього освітлення та силової електромережі; обладнання центрального диспетчерського пункту (ЦДП) та пункту централізованого вимикання зовнішнього освітлення; створення та підготовку спеціальних підрозділів ЦО по світломаскуванню; обладнання та підготовку світломаскування внутрішнього освітлення в будівлях (штор, щитів, віконниць, жалюзі); при загрозі нападу противника організацію постійного чергування на ЦДП та введення режиму часткового затемнення (зниження загального освітлювання об'єкта, підготовка заходів маскування виробничого та транспортного світла), контроль його ефективності; за сигналом "Увага всім!" введення режиму повного затемнення (вимикання зовнішнього та маскування внутрішнього освітлення, маскування освітлення місць невідкладних робіт, маршрутів руху людей, виробничого та транспортного світла), контроль ефективності світломаскування в цілому.

11. Підготовка об'єкта до переведення на режим роботи воєнного часу

Перелік заходів містить: розробку в мирний час плану переведення об'єкта на режим роботи воєнного часу та плану-графіка проведення (нарощування) заходів для підвищення стійкості роботи об'єкта; перехід на режим роботи воєнного часу та нарощування заходів згідно з планом-графіком; перебудову виробництва для випуску продукції воєнного часу; перехід на двозмінну цілодобову роботу та новий розпорядок за пливким графіком роботи змін; організацію цілодобового керування з ПУ (у сховищі) виробничими підрозділами на об'єкті та в заміській зоні; вивіз (вивід) у заміську зону (з початком загальних евакуаційних заходів) зміни, що не працює, членів сімей робітників та службовців, а також відділів та підрозділів, знаходження яких на об'єкті у воєнний час недоцільне; перерахунок по цехах (змінах) згідно з новим технологічним процесом робітників та службовців, що лишилися на об'єкті після призову їх до армії; підготовку виробництва до безаварійної зупинки за сигналом "Повітряна тривога" та при раптовому вимиканні електроенергії; виконання інших необхідних заходів.

12. Забезпечення безаварійної зупинки виробництва за сигналом "Повітряна тривога" (у воєнний час) або "Увага всім!" (у мирний час)

Перелік заходів містить: припинення роботи всіх видів обладнання або переведення на знижений режим роботи агрегатів та установок з безперервним технологічним процесом; підтримку в робочому стані водогінних станцій та підвищення тиску в системі водопостачання (пожежних гідрантах); укриття унікального та цінного обладнання; виведення з будівель та укриття внут-

рішньоцехового транспорту; винос із цехів та укриття балонів із газами та агресивними рідинами; швидкий спуск із технологічних систем та установок палких рідин у заглиблені вмістища; розміщення та закріплення цехових кранів по краях прогонів будівель; припинення подачі електроенергії, води, газу, пари тощо до будівель та споруд, робота яких припиняється; після повної зупинки виробництва негайне укриття людей (або евакуація при НС мирного часу).

13. Підготовка об'єкта до роботи в умовах НС мирного часу (додаткові специфічні заходи)

При загрозі повені (затоплення): своєчасне оповіщення та постійне інформування про стан, що складається; закріплення тих, що є, та будівництво додаткових дамб, запруд, водовідвідних каналів та стоків; підготовка технічних засобів для відкачування води; надійне кріплення та захист обладнання від потоків води; консервування (змазування) відкритих металевих частин обладнання; герметизація приміщень підвальних, цокольних та перших поверхів будівель та споруд; обладнання причалів та місць для посадки (висадки) людей; підготовка необхідних рятівних засобів (поясів, жилетів, кругів); приведення до готовності сил та засобів для проведення АРiНР та ліквідації наслідків повені; приведення до готовності гелікоптерів, катерів, човнів та інших плавзасобів; приведення до готовності необхідних КЕМ та консервування решти; вивезення матеріальних цінностей із зон можливого затоплення; відключення струму в електромережах та обладнанні при загрозі без посереднього затоплення; евакуація населення та сільськогосподарських тварин із небезпечних районів; при безпосередньому впливі повені (затоплення) без аварійної зупинки виробництва негайна евакуація персоналу.

При загрозі впливу урагану (смерчу, бурі, тайфуну): своєчасне оповіщення та постійне інформування про обставини, що складаються; підготовка місць для укриття людей; додаткове підкріплення конструкцій будівель та споруд, зачинення вікон, дверей; надійне кріплення та захист обладнання, різноманітних предметів від швидкого напору повітря; підготовка заходів для забезпечення безпеки людей та відключення повітряних ЛЕП при їх зриві; підготовка заходів щодо організації життєзабезпечення населення та роботи об'єктів у разі зруйнування КЕМ; приведення до готовності сил та засобів проведення АРiНР та ліквідації наслідків НС; при безпосередньому впливі урагану – безаварійна зупинка виробництва та укриття людей.

При загрозі впливу землетрусу: завчасне проведення, враховуючи сили можливих землетрусів, необхідних заходів для забезпечення стійкості роботи ОЕ в умовах НС (див. всі попередні розділи, окрім 10 та 12); негайне оповіщення при перших підземних поштовхах та інформування про стан, що склався; швидкий (за 15...20 с від моменту перших сильних поштовхів) вихід усього виробничого персоналу з будівель та споруд крізь усі виходи та вікна нижніх поверхів (без користування ліфтами); після виходу з будівель зна-

ходження людей на відкритому місці на безпечній відстані від ЛЕП, будівель, споруд; укриття персоналу у завчасно визначених, відносно безпечних місцях. Якщо неможливо швидко залишити приміщення, укриття біля віддалених від застелених прорізів зовнішніх та внутрішніх стін (в районі балок каркасу будівлі, колон, прорізах внутрішніх капітальних стін); надання необхідної допомоги потерпілим та тим, що знаходяться в легко усувних завалах; централізоване відключення подачі електроенергії, газу, води, пари до всіх будівель та споруд; якщо є можливість, виконання заходів для безаварійної зупинки виробництва.

14. Підготовка до відновлення порушеного виробництва

Перелік заходів містить: розробку планів та проектів відновлення інженерно-технічного комплексу за різними варіантами можливого зруйнування при НС; створення ремонтно-відновлювальних бригад з фахівців та кваліфікованих робітників і підготовку під керівництвом головних фахівців об'єкта; створення рухомої бази та запасів відновлювальних матеріалів та комунікацій; створення резервів особливо важливих вузлів та вузлів, що легко пошкоджуються, деталей, обладнання верстатів, установок, а також необхідних будівельних матеріалів, інструменту; розробку та надійне зберігання всієї необхідної технічної документації.

ЗМІСТ

Перелік використаних скорочень.....	3
Вступ.....	4
1. Основні вимоги та рекомендації до виконання розрахунково-графічної (курсової) роботи.....	5
1.1. Навчальна мета та питання, що розв'язують студенти під час роботи.....	5
1.2. Організаційно-методичні вказівки до виконання роботи.....	6
2. Оцінка рівня техногенних небезпек.....	6
2.1. Загальна методика оцінки.....	6
2.2. Визначення інтегрального показника потенційної небезпеки.....	7
3. Визначення характеристик можливих вражаючих факторів ЯВ та їхнього впливу на ОЕ.....	8
3.1. Визначення величини надмірного тиску у фронті УХ.....	9
3.2. Визначення величини світлового імпульсу.....	9
3.3. Визначення очікуваної дози проникної радіації.....	9
3.4. Визначення масштабів та ступеня радіоактивного зараження.....	10
3.5. Визначення параметрів електромагнітного імпульсу.....	10
3.6. Аналіз параметрів вражаючих факторів ЯВ, які діють на ОЕ.....	11
4. Оцінка обстановки, яка може скластися на ОЕ внаслідок ЯВ.....	11
4.1. Оцінка можливої інженерної обстановки.....	11
4.2. Оцінка можливої пожежної обстановки на ОЕ.....	13
4.3. Оцінка впливу ЕМІ на стійкість роботи електричного і електронного обладнання (ЕЕО).....	14
4.4. Оцінка інженерного захисту виробничого персоналу об'єкта.....	14
5. Визначення необхідних обсягів робіт та сил для виконання аварійно-рятувальних та ремонтно-відбудовних робіт.....	19
Список використаної літератури.....	20
Додатки.....	21

Навчальне видання

**МИХАЙЛЮК Валерій Олександрович
ІЗОТОВ Валерій Ізмаїлович
ШТЕЙН Олег Андрійович**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної (курсової) роботи

**"Комплексна оцінка стійкості об'єктів економіки
та адміністративно-територіальних одиниць
у надзвичайних ситуаціях"**

(українською мовою)

Комп'ютерна верстка *Мазанко В.Г.*
Коректор *Паненко М.О.*

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

Підписано до друку 08.07.10. Папір офсетний. Формат 60×84/16.
Друк офсетний. Гарнітура "Таймс". Ум. друк.арк. 3,5. Обл.-вид. арк. 3,8.
Тираж 100 прим. Вид. 12. Зам. № 166. Ціна договірна.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування,
54002, м. Миколаїв, вул. Скороходова, 5