

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ЕКОЛОГІЧНА ТА ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Практикум

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньою програмою «Інтегровані інформаційні системи»
спеціальності 126 «Інженерія програмного забезпечення»

Електронне мережеве навчальне видання

Київ
КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО
2024

УДК 628.5 (076)

Е 45

Укладачі: *Качинська Наталія Федорівна,
Праховнік Наталія Артурівна, канд. техн. наук, доц.
Полукаров Юрій Олексійович, канд. техн. наук.
Землянська Олена Василівна*

Рецензент *Писаренко Андрій Володимирович, к.т.н., доц.,
каф. інформаційних систем та технологій НТУУ «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Відповідальний редактор *Ковтун А. І., к.т.н.*

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 7 від 09.05.2024 р.)
за поданням вченої ради Навчально-наукового інституту
енергозбереження та енергоменеджменту
(протокол № 11 від 29.04.2024 р.)*

Е 45 Екологічна та природно-техногенна безпека. [Електронне видання] : практикум : для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інтегровані інформаційні системи» спец. 126 Інформаційні системи та технології / КПІ ім.Ігоря Сікорського ; уклад.: Н. Ф. Качинська, Н. А. Праховнік, Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська – Електрон. текст. дані (1 файл). - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 152 с.

Навчальний посібник містить методичні матеріали по виконанню запланованих робочою програмою дисципліни «Екологічна та природно-техногенна» 9 практичних робіт, які мають короткі теоретичні відомості, хід виконання робіт та пояснення щодо оформлення та презентації результатів. Навчальний посібник призначений для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології.

УДК 628.5 (076)

Реєстр. № НП 23/24-492. Обсяг 6,28 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Берестейський, 37, м. Київ, 03056

<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024

Зміст

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1 «Засвоєння поняття "ризик" в різних життєвих ситуаціях».....	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2 «Безпека під час техногенних та інших надзвичайних ситуацій (НС). Засвоєння алгоритму дій, рятувальні та невідкладні роботи (РНР) при руйнуваннях будівель та пожежах, що виникли внаслідок вибуху».....	28
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3 «Особиста безпека людини в замкненому просторі під час НС. Безпека пересування в натовпі. Шляхи евакуації. Розрахунок часу евакуації»	40
ПРАКТИЧНА РОБОТА №4 "Безпека під час техногенних та інших НС. Характеристика хімічних забруднень (неорганічні, органічні). Аналіз ситуації та визначення дій внаслідок аварії з викидом (вилитом) хімічних речовин"	60
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5 «Безпека під час техногенних та інших НС. Радіоактивне забруднення та його вплив на здоров'я людини. Прогнозування й оцінка радіаційної обстановки внаслідок аварії на радіаційно небезпечному об'єкті. РНР і заходи безпеки»	70
ПРАКТИЧНА РОБОТА №6 «Безпека під час техногенних та інших НС. Захисні споруди, засоби та заходи захисту»	86
ПРАКТИЧНА РОБОТА №7 «Фізичні забруднення та їх вплив на здоров'я людини. Шумове забруднення. Заходи та засоби захисту»	122
ПРАКТИЧНА РОБОТА №8 «Вплив на людину реалізованих небезпек. Надання першої домедичної допомоги»	134
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9 «Негативний вплив діяльності людей на екологічну безпеку. Засоби і заходи захисту від забруднень»	150

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1 «Засвоєння поняття "ризик" в різних життєвих ситуаціях»

Мета роботи: опанування студентами методиками розрахунку ризику небезпек, визначення відносної частки джерел небезпек та формування загального індивідуального ризику.

Загальні відомості

1. Ризик та його характеристики

Важливою характеристикою небезпеки є шкода — якісна або кількісна оцінка збитків, заподіяних небезпекою.

Кожний окремий елемент *шкоди* має своє кількісне вираження: чисельність загиблих, кількість поранених чи хворих, площа ураженої території, вартість пошкоджених транспортних засобів тощо. Універсальною одиницею виміру шкоди є збитки у грошовому еквіваленті.

Небезпека сама по собі вказує лише на потенційну можливість спричинення шкоди. Для оцінки її *ймовірності* та *тяжкості* прояву застосовують поняття ризику.

Згідно з ДСТУ 2293:2014 «ризик – це ймовірність заподіяння шкоди з урахуванням її тяжкості». Чисельно ризик визначається за формулою

$$R = P \cdot A ,$$

де *P* - ймовірність виникнення небезпеки;

A - очікуваний розмір шкоди (збитку), що може завдати реалізована небезпека.

Оскільки ймовірність - величина безрозмірна, ризик має вимірюватися в одиницях шкоди (збитку), заподіяної небезпекою.

Ризик *смертельної* небезпеки (коли шкода є найтяжчою - смерть людини) розраховується як частота за формулою

$$R = \frac{n}{N},$$

де *n* — кількість подій із смертельними наслідками;

N — максимально можлива кількість цих подій (кількості подій *n* і *N* обов'язково визначаються за однаковий інтервал часу, найчастіше – за один рік).

При розрахунку загального ризику величина N у формулі $R = \frac{n}{N}$ є максимальною кількістю **всіх без винятку** подій; при розрахунку групового ризику величина N — це максимально можлива кількість подій **у певній групі** населення (виокремлена із загальної кількості людей за певною ознакою, наприклад, за віком, професією, місцем проживання тощо).

Як правило, ризик R подається у вигляді числа, записаного у стандартному вигляді

$$R = a \cdot 10^n,$$

де $1 < a < 10$, а n — будь-яке ціле число (від'ємне). При цьому пам'ятають, що $10^0 = 1$, тобто 100% настання небажаної події.

Приклад. За даними статистичної звітності у місті протягом року від нещасних випадків, отруень і травм у побуті загинуло 434 особи, серед яких 11 дітей віком від 0 до 14 років. Знаючи, що загальна кількість жителів міста 310 тисяч, у тому числі дітей до 14 років – 15 тисяч, визначимо загальний і груповий ризик загибелі людини:

$$R_{\text{заг}} = \frac{434}{310 \cdot 10^3} = 1,40 \cdot 10^{-3} \text{ смертей/рік,}$$

$$R_{\text{гр діти}} = \frac{11}{15 \cdot 10^3} = 0,73 \cdot 10^{-3} \text{ смертей/рік,}$$

$$R_{\text{гр дорос}} = \frac{434 - 11}{(310 - 15) \cdot 10^3} = 1,43 \cdot 10^{-3} \text{ смертей/рік.}$$

Отже, ризик загибелі дорослого вдвічі вищий, ніж дитини.

В охороні праці замість **ризик** R прийнято використовувати **коефіцієнт $K_{\text{ч}}$** – частоту травматизму. Ця величина дорівнює кількості травмованих (або загиблих) на 1000 працюючих. За аналогією, можна сказати, що в Полтаві коефіцієнт частоти побутового травматизму становить для дітей - 0,73, а для дорослих - 1,43.

Метод, що ґрунтується на розрахунку ризику за статистичними даними прояву небезпек, називається **інженерним методом**.

Економічний аспект ризику полягає в тому, що він визначає кількісну міру (ймовірність) нанесення шкоди (збитку) внаслідок прояву певних небезпек.

Чим більша ймовірність прояву небезпеки, тим менші збитки вона має спричиняти (загальний принцип організації захисту від **ризик** **зазнати збитків**).

Крім інженерного методу, для розрахунку ризику застосовують також **модельний, експертний, соціологічний** методи. їх бажано використовувати комплексно, одночасно.

За ступенем допустимості ризик буває: **а)** знехтуваним, **б)** прийнятним, **в)** гранично допустимим, **г)** надмірним.

При **знехтуваному ризику** частота, з якою проявляє себе небезпека, є настільки малою, що не перевищує природний (фоновий) рівень.

При **прийнятному ризику** частота, з якою проявляє себе небезпека, вважається суспільством прийнятною (при цьому беруться до уваги досягнуті рівні життя, економічного та соціально-політичного розвитку, а також стан науки і техніки).

При **гранично допустимому ризику** частота, з якою проявляє себе небезпека, вважається суспільством найвищою з тих, що можна дозволити з урахуванням досягнутих рівнів життя, економічного та соціально-політичного розвитку, а також стану науки і техніки.

При **надмірному ризику** частота, з якою проявляє себе небезпека, вважається суспільством занадто високою, щоб її дозволити, виходячи з досягнутих рівнів життя, економічного та соціально-політичного розвитку, а також стану науки і техніки.

Суть **концепції прийнятного ризику** полягає в тому, що для досягнення бажаного, прийнятного для суспільства ризику необхідно знайти баланс і підтримувати відповідне співвідношення між витратами суспільства (як правило, обмеженими), здійсненими у природну, техногенну й соціальну сфери.

Оцінюючи ризик небезпеки, одночасно враховують як серйозність імовірних наслідків прояву небезпек, так і ймовірність того, що такі прояви матимуть місце.

Важливим критерієм класифікації небезпек є **ймовірність** (частота) їх прояву.

Небезпека, спричинена подією, що майже обов'язково (з великою ймовірністю) відбудеться, має бути класифікована за **рівнем А** (частота її прояву є **великою**).

Небезпека, спричинена подією, що може відбутися декілька разів протягом життєвого циклу, класифікується за **рівнем В** і означена як **небезпека можлива**.

Небезпека, спричинена подією, що може відбутися один-два рази протягом життєвого циклу, має бути класифікована за **рівнем С** і означена як **небезпека випадкова**.

Небезпеку, спричинену подією, що скоріш за все не відбудеться протягом життєвого циклу (ймовірність її прояву є близькою до нуля), класифікують за **рівнем D** і позначають як **небезпеку віддалену**.

Небезпека, спричинена подією, що майже ніколи не відбудеться (ймовірність її прояву практично дорівнює нулю), має бути класифікована за **рівнем Е** і позначена як **небезпека неймовірна**.

Установлено **буквено-цифрову систему** оцінювання ризику подій Ризику 1А, 1В, 1С, 2А, 2В, 3А - вважаються **надмірними**; 1D, 2С, 2D, 3В, 3С - **гранично допустимими**; 1Е, 2Е, 3Е, 3D, 4А, 4В - **прийнятними**; 4С, 4D, 4Е - **знехтуваними**.

Надмірний – виключно високий рівень ризику, який у переважній більшості випадків викликає негативні наслідки.

Гранично допустимий – це максимальний рівень ризику, який не повинен перевищуватись, незважаючи на очікуваний результат.

Прийнятний – це той рівень ризику, який суспільство може прийняти (допустити), враховуючи техніко-економічні та соціальні можливості на даному етапі свого розвитку.

Знехтуваний (0-рівень) – це настільки малий рівень ризику, що він перебуває в межах допустимих відхилень від природного (фонового) рівня.

На практиці 0-рівень є неможливим. Знехтуваний ризик неможливо забезпечити з огляду на відсутність технічних та економічних умов для цього.

Таблиця 1.1. Матриця оцінки ризику

Очікувана частота небезпеки	Серйозність небезпеки			
	1 Катастрофічна	2 Критична	3 Гранична	4 Незначна
Часта (А)	1А	2А	3А	4А
Можлива (В)	1В	2В	3В	4В
Випадкова (С)	1С	2С	3С	4С
Віддалена (D)	1D	2D	3D	4D
Неймовірна (Е)	1Е	2Е	3Е	4Е

- 1А,1В,1С,2А,2В,1С неприпустимий (надмірний)
- 1D,2С,2D,3В,3С небажаний (гранично допустимий)
- 1Е,2Е,3D,3Е,4А,4В припустимий з перевіркою (прийнятний)
- 4С,4В,4Е припустимий без перевірки (знехтуваний)

2. Ризик-орієнтований підхід і класифікація ризиків

Ризик-орієнтований підхід (РОП) у галузі безпеки ґрунтується на положенні, що будь-які небезпеки (у виробничій сфері, у повсякденному житті й побуті), незважаючи на їх різноманіття, мають *однакову природу виникнення і однакову логіку розвитку подій*.

Основними завданнями РОП є створення наукових основ забезпечення надійності складних технічних систем для безпеки людей і довкілля, розроблення

методів оцінювання ступеня небезпеки промислових об'єктів та наукових засад концепції прийняттого ризику.

Зниження ризику наразитися на небезпеку потребує певних витрат і пов'язане з інвестуванням природної, техногенної та соціальної сфер.

Залежність сумарного (технічний плюс соціально-економічний) ризику від загальних витрат суспільства на безпеку описується кривою, яка має мінімум у разі досягнення оптимального співвідношення між інвестиціями у природну, технічну й соціальну сфери.

Зона прийняттого ризику знаходиться в межах мінімуму залежності сумарного ризику наразитися на небезпеку від загальних витрат суспільства, спрямованих на безпеку.

Управління ризиком полягає у пошуку компромісу між витратами на зменшення імовірності виникнення небезпечної події або збитку від неї і тією вигодою, яку приносить використання небезпечних технологій, матеріалів, продуктів тощо.

Очікуване значення результату небезпечної (ризикованої) діяльності є середньовиваженим усіх можливих результатів і розраховується за формулою

$$E = \sum_{i=1}^n P_i \cdot X_i,$$

де P, X , - відповідно ймовірність і значення i -го результату; n – кількість можливих результатів.

ПРИКЛАД 1. Підприємець, використовуючи застарілі технології й обладнання, випускає продукцію і одержує щорічний прибуток *750 тис. грн.* Надійність роботи обладнання (імовірність безаварійної роботи) *0.89*. Оцініть доцільність подальшого випуску продукції без модернізації обладнання, якщо збитки при можливій аварії становитимуть *2 млн. грн.* Визначте критичну величину надійності обладнання, при якій ще доцільно його використовувати.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Введемо позначення: надійність $P_1 = 0,89$; прибуток $X_1 = 750000$ грн.; збитки $X_2 = -2000000$ грн.

2. Визначимо імовірність відмови (поломки) застарілого обладнання, а відповідно, й аварії, яка при цьому виникне: $P_2 = 1 - 0,89 = 0,11$.

3. Очікуване значення результату використання застарілих технологій і обладнання

$E = 0,89 \cdot 750000 + 0,11 \cdot (-2000000) = +447500$ грн. Отже, надійність роботи обладнання поки що достатня для одержання гарантованого прибутку.

4. Визначимо критичну надійність обладнання ($P_{кр}$), при якому очікувані прибутки не покриватимуть збитків від аварії ($E = 0$):

$$P_{кр} \cdot 750000 + (1 - P_{кр}) \cdot (-2000000) = 0;$$

$$750000P_{кр} = 2000000(1 - P_{кр});$$

$$P_{кр} = 2,67(1 - P_{кр});$$

$$P_{кр} = 0,73.$$

ВИСНОВОК. Отже, критичний ступінь зношеності обладнання при відомому прибутку і прогнозованих збитках становить 0,73.

За сприйняттям людиною ризику поділяють на добровільний та примусовий. Ризик примусовий сприймається, як правило, негативно, і людина вимагає, щоб він був якомога меншим і контрольованим. Проте відомо, що люди схильні приймати рішення з добровільним ризиком у сотні й тисячі разів ризикованіші порівняно з діями, що пов'язані з ризиком примусовим.

За походженням ризику поділяють на природні, техногенні та соціально-економічні.

У виробничій сфері ризику поділяють на внутрішні (пов'язані із функціонуванням підприємства), зовнішні (пов'язані із зовнішнім середовищем) і такі, що спричинені людським чинником (помилки персоналу).

За видом збитку ризику поділяють на екологічні, економічні та соціальні.

За обсягом ризику бувають глобальні, регіональні й локальні.

За часом впливу ризику поділяють на довготривалі, середньої тривалості та короткочасні.

ПРИКЛАД 2. Студент оцінює доцільність економії на квитках при поїздках у громадському транспорті. Квиток в автобусі коштує 0,5 грн., а штраф за безквитковий проїзд – 10 грн. Імовірність перевірки квитка контролером становить 0,1 (контролер заходить у кожен десятий автобус).

РОЗВ'ЯЗАННЯ. Очікувана «економія» від поїздок «зайцем»

$$E = (1 - 0,1) \cdot 0,5 - 0,1 \cdot 10 = -0,55 \text{ грн.},$$

отже, збитки в даних умовах скоріш за все перевищать прибуток.

3. Кількісний аналіз і моделювання небезпек

Кількісний аналіз небезпек завжди починають із попереднього дослідження, основною метою якого є ідентифікація джерела небезпеки.

Виявлення джерел небезпеки, дослідження розвитку небезпеки та її аналіз є обов'язковими складовими методики, що називається попереднім аналізом небезпек (ПАН).

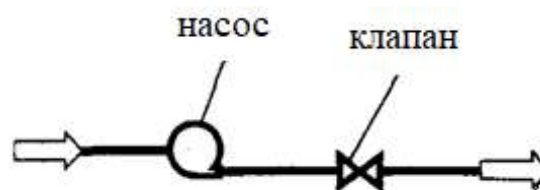
Проведення ПАН у практичних умовах спрощується і формалізується за рахунок використання заздалегідь підготовлених опитувальних листів, спеціальних анкет, таблиць, матриць попереднього аналізу тощо.

До найефективніших і загальноприйнятих методів кількісного аналізу небезпек відносять побудову моделей у вигляді дерева подій (ДП) та дерева відмов (ДВ).

При побудові ДП і ДВ прийнято застосовувати спеціальні символи, які полегшують сприйняття аналітиком виконаних графічних побудов.

Дерево подій (ДП) являє собою подані у логічній послідовності найсуттєвіші реакції фізичної системи (технічного пристрою) на ініціюючі (вихідні) події.

ПРИКЛАД 1. Дана система послідовно з'єднаних елементів, котра містить насос і клапан, як позначено на схемі. Імовірність їх безвідмовної роботи відповідно 0,98 і 0,95.



Визначити ймовірність відмови системи в цілому.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Будуємо дерево подій (ДП) для цієї системи. Загальне правило побудови ДП: дерево будується зліва направо, при цьому верхня гілка ДП відповідає бажаному варіанту розвитку подій, нижня гілка - небажаному. В процесі побудови ДП керуємося логікою можливого розвитку подій: якщо насос не працює - система відмовляє незалежно від стану клапана. Якщо насос працює, за допомогою другої вузлової точки аналізуємо варіанти роботи клапана.

2. Визначаємо ймовірність безвідмовної роботи системи як *добуток* імовірностей двох подій (події послідовні): $P_{б/в} = 0,98 \cdot 0,95 = 0,931$.

3. Визначаємо ймовірність відмови системи як *суму* складових подій, котрі до цього призводять (події паралельні): $P_{в} = 0,98 \cdot 0,05 + 0,02 = 0,069$.

4. Виконуємо перевірку: $\Sigma P = 0,931 + 0,069 = 1$.

Таким чином, сумарна ймовірність двох станів системи дорівнює одиниці. Так і має бути, оскільки інших варіантів не існує: система або працює, або ж відмовила.

ЗАДАЧА. За допомогою побудови дерева подій визначити сумарний індивідуальний ризик загибелі людини на рік від чотирьох факторів: авіакатастрофи, вживання алкоголю, автокатастрофи і паління, якщо на 1 млн. населення 1 смертельний випадок трапляється:

- в результаті авіакатастрофи - 1 раз на 50 років;
- від вживання алкоголю - 1 раз на 4-5 днів;
- від автокатастрофи - 1 раз на 2-3 дні;
- від паління - кожні 2-3 години.

Прийняти, що ці події незалежні одна від одної.

Аналіз ДП забезпечує ідентифікацію послідовності подій, що ведуть до успіху, і водночас виявляє альтернативну послідовність подій, які призводять до відмови технічного пристрою та збоїв у технічних системах.



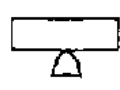
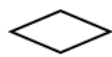
Недоліки моделі ДП проявляються тоді, коли є наявними паралельні послідовності подій—аналіз ДП виявляється недостатньо ефективним при детальному вивченні складних багатоелементних систем.

Дерево відмов (ДВ)— це подані у логічній послідовності можливі відмови, збої фізичної системи (технічного пристрою), які є причинами небажаної головної події.

Головну небажану подію прийнято виносити на вершину дерева відмов. Тоді, рухаючись від кореня до вершини ДВ, можна виявити логічну комбінацію подій, котра спричиняє головну небажану подію, розташовану на верхівці дерева.

ПРИКЛАД 2. Розв'язати попередню задачу (про насос і клапан) за допомогою побудови дерева відмов (ДВ).

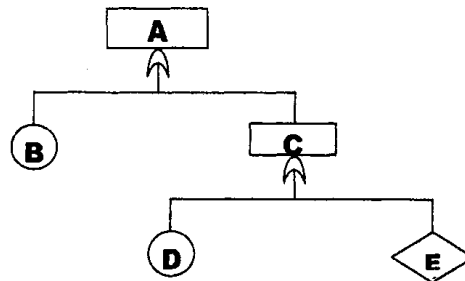
РОЗВ'ЯЗАННЯ. На відміну від дерева подій (ДП) аналіз відмов ведеться за схемою справа наліво. Вводимо умовні позначення:

-  - базові події (вони повинні мати певну ймовірність);
-  - логічний елемент, що поєднується зі значком «або» (альтернатива);
-  - логічний елемент, що поєднується зі значком «і» (одночасність);
-  - нерозвинена подія.

Головну небажану подію виносимо на вершину дерева і назвемо її А - «відсутність води на виході з клапана К». Така подія можлива у двох випадках: В - «відмова клапана К при наявності тиску перед клапаном»; С - «відсутність тиску

перед клапаном К». Подія В - базисна, їй відповідає ймовірність 0,05-0,98. Подію С позначаємо як логічний елемент, котрий потребує подальшого аналізу.

Подія С може статися у двох випадках: В - «відмова насоса» (базова подія, якій відповідає ймовірність 0,02) і Е - «відсутній тиск води перед насосом». Остання подія нерозвинена, оскільки ми не знаємо її причин, тому помічаємо на схемі ромбом.



Ймовірність головної небажаної події А, котра свідчить про відмову системи в цілому, визначається сумою ймовірностей двох базових подій –В і D:

$$P_{\text{відм.}} = 0,02 + 0,05 \cdot 0,98 = 0,069.$$

ДВ дозволяє виявити всі можливі комбінації відмов окремих елементів складної системи, наслідком яких є головна небажана подія.

Недоліком моделі ДВ є занадто великі й громіздкі побудови, аналіз яких потребує значних ресурсів і багато часу.

У випадку складних або багатоелементних систем якісний аналіз небезпек вимагає одночасної побудови як моделі ДВ, так і моделі ДП. Під час виконання аналізу небезпек аналітик здійснює численні переходи від ДВ до ДП і назад доти, поки обидві моделі не будуть адекватно відображати досліджувану фізичну систему (технічний пристрій).

Моделі ДП та ДВ широко використовуються у спеціально розроблених комп'ютерних програмах аналізу небезпек.

Складність аналізу небезпек часто пов'язана з тим, що головна небажана подія спричиняється сукупністю первинних подій.

Якщо небажана подія у досліджуваній системі виникає в результаті сполучення сукупності первинних подій і сполучення будь-якої комбінації меншої кількості первинних подій не спричиняє цієї небажаної події, має місце явище мінімальних перетинів подій. Це явище властиве складним багаторівневим системам.

4. Врахування людського чиннику при моделюванні небезпек

Людським чинником називають сукупність причин ризику, які пов'язані з помилками людини (оператора). Серед чинників ризику в системі Л-М-С людський

чинник (ЛЧ) займає питому вагу 75%, природний чинник - 10%, техногенний чинник - 15%.

Людський чинник є причиною:

- 80-90% порушень режиму роботи ТЕС;
- 70-80% нещасних випадків на транспорті;
- 50-65% аварій літаків;
- понад 50% нещасних випадків у побуті.

Людський чинник може проявляти себе:

- або ж у певні періоди діяльності - він є наслідком недосвідченості працівника, її необережності, втоми (мк фізичної, так і психічної), проявом емоцій (хвилювання, втрата уваги тощо).

- або ж постійно - через ушкодження або дегенерацію сенсорних і рухових центрів вищих відділів нервової системи, через недостатню координованість рухів, внаслідок захворюваності на наркоманію, алкоголізм або відсутність мотивації, аутизм.

Відомі також внутрішні і зовнішні фактори, котрі сприяють виникненню помилок людини, а також елементи «контексту»

До внутрішніх факторів, які визначають процес прийняття рішення, а значить, дії оператора, відносять:

- розумові здібності;
- здатність утримувати у пам'яті інформацію, знання, навички;
- особливості реакції;
- стійкість до стресу.

До зовнішніх факторів відносять:

- характер і тип обладнання;
- оточуючі умови;
- складність завдання.

Так званий «контекст» фахівці визначають як психологічні фактори, що враховують попередній досвід оператора, його підготовленість, креативність, толерантність, кінцеву мету діяльності.

Відомі базові значення ймовірностей помилок людини при роботі з технікою, зокрема при зчитуванні показників приладів (табл. 2), а також множники для базових помилок, що враховують фактор стресу (табл. 3).

Окрім цього, враховується також залежність дій персоналу від конкретних обставин:

- зміни в складі бригади;

- зміна системи, з якою доводиться працювати;
- інше місце роботи;
- інший час роботи;
- наявність вказівок (підказок).

Таблиця 1.2. Помилки при зчитуванні показників приладів

№ п/п	Представлення інформації	Імовірність помилки
1	Аналоговий прилад	0,003
2	Цифровий прилад (менше 4 цифр)	0,001
3	Самописець	0,0006
4	Багатоканальний друкувальний пристрій (велика кількість параметрів)	0,005
5	Діаграмний прилад	0,01
6	Прості арифметичні розрахунки з калькулятором або без нього	0,01

Таблиця 1.3. Врахування фактору стресу

№ п/п	Рівень стресу / задача	Коефіцієнт для номінальної 1 імовірності помилки операторів	
		Досвідчений	Новачок
1	Дуже низький (дуже проста задача)	x2	x2
2	Оптимальний (оптимальна задача)	x1	x1
3	Оптимальний (оптимальна задача), виконання в динаміці	x1	x2
4	Помірно високий (складна задача), покрокове виконання	x2	x4
5	Екстремально високий (складна задача), виконання в динаміці	x5	x10

Перелічені обставини залежно від їх комбінацій можуть збільшувати або зменшувати ймовірність помилки оператора і об'єднуються в такі групи:

- повні зміни обставин;
- великі (значні) зміни обставин;
- помірні зміни обставин;
- малі (незначні) зміни обставин;
- нульові зміни.

Якщо ймовірність помилки без урахування змін обставин дорівнює P , то:

- у випадку повних змін імовірність помилки складатиме $P_{зм} = 1$;
- у випадку великих змін $P_{зм} = (1+P)/2$;
- у випадку помірних змін $P_{зм} = (1+6P)/7$;
- у випадку малих змін $P_{зм} = (1+19P)/20$;
- у випадку нульових змін $P_{зм} = P$.

ПРИКЛАД 1. Імовірність помилки при роботі студента на тренажері становить $P = 0,1$. Визначить, як зміниться імовірність помилки, якщо зміняться обставини (інший колектив, інший тип тренажера, інше місце і час виконання вправ, наявність чи відсутність підказок).

Розв'язання.

1. Якщо змін *не відбулося* (нульові зміни) $P_{зм} = P = 0,1$.
2. Якщо комбінацію перелічених обставин можна кваліфікувати як *незначні* зміни, то імовірність помилки $P_{зм} = (1+19 \cdot 0,1)/20 = 0,145$.
3. Якщо комбінацію перелічених обставин можна кваліфікувати як *помірні* зміни, то $P_{зм} = (1+6 \cdot 0,1)/7 = 0,23$.
4. Якщо комбінацію перелічених обставин можна кваліфікувати як *значні* зміни, то $P_{зм} = (1+0,1)/2 = 0,55$.
5. Якщо зміни *повні*, то $P_{зм} = 1$, тобто помилка буде стовідсотково.

ПРИКЛАД 2.

Студент в процесі виконання лабораторної роботи знімає показання з двох приладів: аналогового і цифрового. Потім з одержаними даними він виконує прості арифметичні розрахунки. Одержаний результат записує в таблицю. Визначити імовірність помилкового результату, при таких відомостях (табл. 1.2):

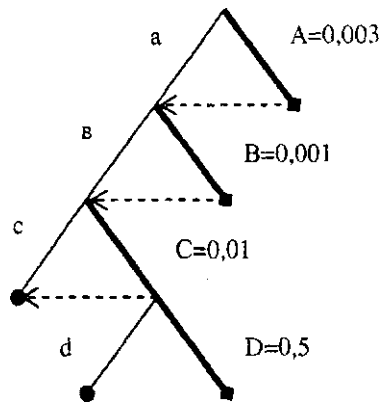
- імовірність помилки при зчитуванні інформації з аналогового приладу $P_A = 0,003$;
- імовірність помилки при зчитуванні інформації з цифрового приладу $P_B = 0,001$;
- імовірність помилки при виконанні розрахунків $P_C = 0,01$;
- імовірність звіряння з контрольним результатом $P_D = 0,5$.

Розв'язання.

Будуємо дерево аналізу надійності людини за методикою THERP - (*Technique for Human Error Rate Prediction* - «визначення значимості помилок людини в техніці»), розробленою в 1970 році за замовленням закордонних військових міністерств. Події в такому дереві позначаються у вигляді відрізків прямих ліній, розташованих під кутом один до одного.

Відрізки, розташовані справа, зображують неуспішні дії (відмови), котрі позначаються прописними літерами латинського алфавіту, відрізки зліва - успішні дії, позначаються малими літерами латинського алфавіту. Якщо є можливість відновлення функцій системи (ліквідації помилки), таку дію позначають горизонтальною переривчастою лінією.

Відрізки показують послідовність дій. Початок послідовності дій знаходиться вгорі. Послідовністю будемо називати дії або їх сукупність, котрі призводять до якогось результату (точка на кінці гілки).



Імовірність правильної відповіді (надійність людини):

$$P_i = 0,997 \cdot 0,999 \cdot 0,99 + 0,997 \cdot 0,999 \cdot 0,01 \cdot 0,5 = 0,991;$$

Імовірність помилки:

$$P_{\text{пом}} = 0,003 + 0,997 \cdot 0,001 + 0,997 \cdot 0,999 \cdot 0,01 \cdot 0,5 = 0,009.$$

$$\text{Перевірка: } P_i + P_{\text{пом}} = 0,991 + 0,009 = 0,999 = 1.$$

ПРИКЛАД 3.

Для умов прикладу 2 визначити, як зміниться імовірність помилкового результату у випадку, якщо студент - новачок, виконує завдання в умовах дефіциту часу і в складі іншої групи.

Розв'язання.

Завдання, поставлене перед студентом - нескладне, але виконується в умовах дефіциту часу, тобто в динаміці. Тому за таблицею 1.3 коефіцієнт для номінальної імовірності помилки дорівнює 2. Тоді

$$P_A = 0,003 \cdot 2 = 0,006;$$

$$P_B = 0,001 \cdot 2 = 0,002;$$

$$P_C = 0,01 \cdot 2 = 0,02;$$

$$P_D = 0,5.$$

З врахуванням змін обставин роботи (інша група - незначні зміни)

$$P_A = (1 + 19 \cdot 0,006) / 20 = 0,0557; P_a = 1 - 0,0557 = 0,9443.$$

$$P_B = (1 + 19 \cdot 0,002) / 20 = 0,0519; P_b = 1 - 0,0519 = 0,9481.$$

$$P_C = (1 + 19 \cdot 0,02) / 20 = 0,069; P_c = 1 - 0,069 = 0,931.$$

$$P_D = 0,5; P_d = 0,5.$$

Тоді ймовірність правильної відповіді:

$$P_H = 0,9443 \cdot 0,9481 \cdot 0,931 + 0,9443 \cdot 0,9481 \cdot 0,069 \cdot 0,5 = 0,864.$$

Імовірність помилки:

$$P_{\text{пом}} = 0,0557 + 0,9443 \cdot 0,0519 + 0,9443 \cdot 0,9481 \cdot 0,069 \cdot 0,5 = 0,136.$$

$$\text{Перевірка: } P_H + P_{\text{пом}} = 0,864 + 0,136 = 1.$$

Таким чином, імовірність помилки зростає у $0,136 / 0,009 \sim 15$ разів!

5. Кількісне оцінювання ризику небезпек

ЗАДАЧА-ЗРАЗОК. Про людину відомо, що їй 50 повних років, чоловічої статі, мешкає у місті, є професійним будівельником (спеціальність «муляр-штукатур»). Спосіб життя людини вирізняється наявністю шкідливої звички — куріння. Відомо також, що людина має власний легковий автомобіль, використовуючи його для приватних цілей 100 годин на рік, і це є для неї основною причиною додаткового ризику.

Розрахуйте для цієї людини сумарний ризик наразитися протягом року на смертельну небезпеку.

Визначте відносну частку кожного джерела небезпеки (у процентному співвідношенні), що формує для цієї людини загальний індивідуальний ризик, і побудуйте кругову діаграму джерел ризиків. Необхідні для розрахунку дані візьміть із довідкових таблиць 1.4-1.10, наведених нижче.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Оцінимо для досліджуваної людини ризик смертельної небезпеки внаслідок соматичних та генетичних захворювань, а також через природне старіння організму:

вік 50 років означає належність до вікової групи № 12 (табл. 1.5), відповідно шуканий ризик для людини цієї групи (табл. 1.5) становить $R_1 = 0,0084 = 8,4 \cdot 10^{-3}$.

Застосуємо поправку, що враховує місце проживання особи (місто) та її стать (чоловіча), звернувшись до табл. 1.6: коефіцієнт $K_{np} = 1,45$, тому скориговане значення ризику смертельної небезпеки внаслідок соматичних та генетичних захворювань, а також через природне старіння організму становить

$$R_1 = K_{np} \cdot R_1 = 1,45 \cdot 8,4 \cdot 10^{-3} = 1,22 \cdot 10^{-2}.$$

2. Оцінимо для досліджуваної людини ризик загибелі протягом року внаслідок можливого *нешасного випадку на виробництві*:

будівельні спеціальності за табл. 1.7 мають код 5 і ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом 2024 години $R_2 = 6 \cdot 10^{-7}$. Кількість робочих годин протягом календарного року складає для цієї професійної групи робітників 2024 години, тому скориговане значення ризику наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку на виробництві становить

$$R_2 = 6 \cdot 10^{-7} \cdot 2024 = 1,21 \cdot 10^{-3}.$$

Зверніть увагу! Якби ми досліджували ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку на виробництві для особи протилежної статі (для *жінки*), відповідно до даних табл. 1.6 слід було

застосувати поправку, яка враховує статистику у співвідношенні нещасних випадків між чоловіками і жінками: для даної вікової групи (50 років) воно складає $74\% \div 26\% = 2,8$, тобто скориговане значення ризику наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку на виробництві для особи *жіночої статі* становило б

$$R_2^* = 1/2,8 \times 1,21 \cdot 10^{-3} = 4,3 \cdot 10^{-4}.$$

3. Оцінімо для досліджуваної людини ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого *нещасного випадку в побуті*: вік 50 років означає належність до вікової групи № 12 (табл. 1.4), відповідно шуканий ризик для людини цієї групи становить $R_3 = 0.00120 = 1,2 \cdot 10^{-3}$. Застосуємо поправку, що враховує місце проживання особи (*місто*) та її стать (*чоловіча*), звернувшись до табл. 1.7: коефіцієнт $K_{пр} = 1,6$, тому скориговане значення ризику смертельної небезпеки внаслідок можливого *нещасного випадку в побуті* становить

$$R_3 = K_{пр} \cdot R_3 = 1,6 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 1,92 \cdot 10^{-2}.$$

4. Оцінімо для досліджуваної людини ризику наразитися на смертельну небезпеку протягом року, зумовлені її *індивідуальним способом життя*: за даними табл. 1.9 знаходимо ризик смерті курця, спричинений його шкідливою звичкою — курінням, $R_4 = 8000 \cdot 10^{-6}$, а за даними табл. 1.6 застосовуємо поправочний коефіцієнт, що враховує стать (*чоловіча*) і місце проживання людини (*місто*) — $K_{пр} = 1,45$. Тепер скориговане значення ризику, смертельної небезпеки внаслідок куріння обчислюється як

$$R_4' = K_{пр} \cdot R_4 = 1,45 \cdot 8000 \cdot 10^{-6} = 1,16 \cdot 10^{-2}.$$

Із табл. 1.8 дістаємо, що для непрофесійної діяльності "Водіння автомобіля" погодинний ризик наразитися на смертельну небезпеку становить $R_4 = 1 \cdot 10^{-4}$. Оскільки за умовою задачі кількість годин водіння автомобіля протягом року становить 100 год., скориговане значення ризику смертельної небезпеки внаслідок ДТП обчислюється, зважаючи на поправочний коефіцієнт $K_{пр} = 1,6$ (табл. 1.6), що враховує стать (*чоловіча*) і місце проживання людини (*місто*), як

$$R_4'' = K_{пр} \cdot 100 \cdot R_4 = 1,6 \cdot 100 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 1,6 \cdot 10^{-2}.$$

Зверніть увагу! Якби ми досліджували ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку при непрофесійному водінні автомобіля для особи протилежної статі (для *жінки*), відповідно до даних табл. 1.6 слід було застосувати поправку, яка враховує статистику ризику нещасного випадку залежно від статі й місцевості, де мешкає

людина: для жінок, що мешкають у місті, поправочний коефіцієнт $K_T = 0,28$, тому скориговане значення ризику наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку, пов'язаного з водінням власного автомобіля, для особи *жіночої статі* становило б

$$R_4'' = 0,28 \times 100 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 2,8 \cdot 10^{-3}.$$

5. Оцінимо для досліджуваної людини сумарний ризик (загальний) наразитися на смертельну небезпеку протягом року, спричинений як її професійною діяльністю, так і індивідуальним способом життя

$$R = R_1^* + R_2^* + R_3^* + (R_4' + R_4'') = 1,22 \cdot 10^{-2} + 1,21 \cdot 10^{-3} + 1,92 \cdot 10^{-3} + 1,16 \cdot 10^{-2} + 1,6 \cdot 10^{-2} = 4,29 \cdot 10^{-2}.$$

6. Оцінимо для досліджуваної людини відносні частки кожного з ризиків наразитися на смертельну небезпеку протягом року і подаємо їх у вигляді діаграми.



7. Проведемо якісний аналіз абсолютних величин складових загального ризику для даної людини за упорядкованою шкалою ризиків смертельних небезпек (табл. 1.10). Ризик померти внаслідок соматичних та генетичних захворювань, а також через природне старіння організму становить $1,22 \cdot 10^{-2}$. Така величина серед групи високого ризику відноситься до розряду екстремальних ризиків.

Ризик померти внаслідок нещасного випадку на виробництві ($1,21 \cdot 10^{-3}$) – дуже високий.

Ризик наразитися на смертельну небезпеку в побуті ($1,92 \cdot 10^{-3}$) - теж дуже високий.

Ризик передчасної смерті внаслідок індивідуального способу життя (куріння і поїздки на автомобілі) становить $2,76 \cdot 10^{-2}$, що класифікується як екстремальний ризик.

Тож загальний (сумарний) ризик передчасної смерті внаслідок цих факторів - екстремальний.

Висновок. Очевидно, що домінуючим внеском у сукупний (загальний) ризик наразитися на смертельну небезпеку є доданок ($R_4' + R_4''$) ($27\% + 38\% = 65\%$), зумовлений індивідуальним способом життя людини.

Завдання.

Розрахуйте ризик наразитися протягом року на смертельну небезпеку для себе (задача № 1), а також для іншої людини (задача № 2), коли відомо:

- вік людини;
- стать людини;
- місце проживання;
- вид професійної діяльності;
- спосіб життя (основні причини додаткового ризику).

Визначте відносну частку кожного джерела небезпеки (у процентному співвідношенні), що формує загальний індивідуальний ризик, і побудуйте кругову діаграму.

Результати запишіть у протокол-форму (додаток 1.1). Варіанти завдань дивіться в додатку 1.2. Необхідні для розрахунку дані візьміть із довідкових таблиць 1.4 – 1.10, наведених нижче.

Таблиця 1.4. Ризик наразитися на смертельний нещасний випадок в побуті для чоловіків різного віку (на 1-ну людину протягом року)

Вікові групи, за №	Вікові групи, роки	Ризик смерті у побуті	Вікові групи, за №	Вікові групи, роки	Ризик смерті у побуті
-	Усі літа разом	0,00092			
-	Працездатний вік (15-60 років)	0,00097	№ 10	40-44	0,00089
№ 1	0	0,00078	№ 11	45-49	0,00100
№ 2	1-4	0,00031	№ 12	50-54	0,00120
№ 3	5-9	0,00025	№ 13	55-59	0,00130
№ 4	10-14	0,00022	№ 14	60-64	0,00140
№ 5	15-19	0,00072	№ 15	65-69	0,00150
№ 6	20-24	0,00110	№ 16	70-74	0,00170
№ 7	25-29	0,00088	№ 17	75-79	0,00270
№ 8	30-34	0,00083	№ 18	80-84	0,00420
№ 9	35-39	0,00084	№ 19	85 і старші	0,00700

Таблиця 1.5. Ризик смерті людини від генетичних та соматичних захворювань і внаслідок природного старіння організму (на 1-ну людину за рік)

Вікові групи, за №	Вікові групи, роки	Ризик смерті у побуті	Вікові групи, за №	Вікові групи, роки	Ризик смерті у побуті
-	Усі літа разом	0,01050			
-	Працездатний вік (15-60 років)	0,03800	№ 10	40-44	0,00270
№ 1	0	0,02300	№ 11	45-49	0,00480
№ 2	1-4	0,00080	№ 12	50-54	0,00840
№ 3	5-9	0,00030	№ 13	55-59	0,01500
№ 4	10-14	0,00020	№ 14	60-64	0,02500
№ 5	15-19	0,00030	№ 15	65-69	0,03800
№ 6	20-24	0,00040	№ 16	70-74	0,05900
№ 7	25-29	0,00050	№ 17	75-79	0,09100
№ 8	30-34	0,00090	№ 18	80-84	0,14300
№ 9	35-39	0,00160	№ 19	85 і старші	0,24000

Таблиця 1.6. Поправковий коефіцієнт $K_{пр}$ для урахування місця проживання людини та її статі

Тип населеного пункту	Нещасні випадки		Хвороби	
	Чоловіки	Жінки	Чоловіки	Жінки
Місто	1,6	0,28	1,45	0,38
Село	1,9	0,31	1,7	0,42

Таблиця 1.7. Ризик смертельної небезпеки, спричиненої різними видами професійної та непрофесійної діяльності (на 1-ну людину чоловічої статі за 1-ну годину)

Вид діяльності	Код виду діяльності	Вид діяльності	Ризик смертельної небезпеки
Виробничі професії	1	Працівники вуглекоксівних підприємств	$5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$
	2	Робітники ні, пов'язані із процесом вулканізації	$5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$
	3	Моряки на риболовецьких траулерах	$6 \cdot 10^{-7}$
	4	Працівники вугільних шахт, шахтарі	$2,5 \cdot 10^{-7} - 6 \cdot 10^{-7}$
	5	Будівельні робітники	$6 \cdot 10^{-7}$
	6	Гончарі та глузурувальники	$2,5 \cdot 10^{-7}$
	7	Працівники АЕС (нерадіаційний ризик)	$4 \cdot 10^{-8}$
	8	Працівники легкої промисловості	$5 \cdot 10^{-9} - 5 \cdot 10^{-8}$
	10	Працівники важкої промисловості	$4 \cdot 10^{-8} - 6 \cdot 10^{-8}$
	11	Працівники промисловості (в цілому)	$1,2 \cdot 10^{-7}$
	Невиробничі професії	12	Працівники торгівлі
13		Працівники сфери обслуговування, педагоги, студенти	$5 \cdot 10^{-8}$
14		Працівники села, фермери	$6 \cdot 10^{-8}$
15		Пожежники	$1 \cdot 10^{-7}$
16		Поліцейські, міліціонери, військовослужбовці	$1,5 \cdot 10^{-7}$
17		Водії-професіонали	$3 \cdot 10^{-7}$
18		Боксери-професіонали	$4 \cdot 10^{-7}$
19		Верхолази, монтажники	$3,2 \cdot 10^{-6}$
20		Трактористи	$4,2 \cdot 10^{-6}$
21		Льотчики цивільної авіації	$2,1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-6}$
22		Льотчики-випробувачі	$6 \cdot 10^{-5}$
23		Військові вертольотчики	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Непрофесійний	24	Велосипедисти, лижники, легкоатлети	$3 \cdot 10^{-7}$
	25	Боксери, борці	$4,5 \cdot 10^{-7}$

Вид діяльності	Код виду діяльності	Вид діяльності	Ризик смертельної небезпеки
спорт, дозвілля	26	Мисливці, біатлоністи	$7 \cdot 10^{-7}$
	29	Гребці, плавці	$1 \cdot 10^{-5}$
	30	Альпіністи, спелеологи, дайвери	$2,7 \cdot 10^{-5}$
	31	Жокеї, кіннотники	$1 \cdot 10^{-4}$
	32	Водії автомобіля	$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-5}$
	33	Інші види занять	$1 \cdot 10^{-8}$

Таблиця 1.8. Співвідношення нещасних випадків, спричинених різними видами діяльності, між особами протилежної статі залежно від їх віку, %

Вікова група, роки	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74
Чоловіки	80	81	76	74	71	62
Жінки	20	19	24	26	29	38
Разом	100	100	100	100	100	100

Таблиця 1.9. Ризик смерті людини внаслідок згубних звичок (на 1-ну людину за рік)

№	Джерело небезпеки	Ризикзагибелі
1	Паління	$8000 \cdot 10^{-6}$
2	Надмірне споживання алкоголю	$212 \cdot 10^{-6}$

Таблиця 1.10. Класифікатор безпеки професійної діяльності

Категорія безпеки	Умови професійної діяльності	Ризик загибелі 1-ї людини на рік
1	Безпечні (працівники швейної, взуттєвої, текстильної, паперової, типографської, харчової та лісової промисловості)	$<0,0001$ ($R < 1 \cdot 10^{-4}$)
2	Відносно безпечні (працівники металургійної, суднобудівної, вуглевидобувної промисловості, чавунно-ливарного, гончарного та керамічного виробництва, працівники промисловості загалом, а також працівники цивільної авіації)	$0,0001 \dots 0,0010$ ($1 \cdot 10^{-4} < R < 1 \cdot 10^{-3}$)
3	Небезпечні (зайняті у вуглекоксівному та вулканізаційному виробництві), члени екіпажів риболовецьких траулерів, Будівельні робітники, верхолази, трактористи)	$0,0010 \dots 0,0100$ ($1 \cdot 10^{-3} < R < 1 \cdot 10^{-2}$)
4	Особливо небезпечні (льотчики-випробувачі, члени Екіпажів військових вертольотів, водолази)	$>0,0100$ ($R > 1 \cdot 10^{-2}$)

1. Ризик смертельної небезпеки внаслідок **соматичних та генетичних захворювань**, а також через природне старіння організму:

$$R_1^* = K_{\text{прх}} \cdot R_1,$$

де R_1 - шуканий ризик для людини певної вікової групи (табл. 1.5);

$K_{\text{прх}}$ - коефіцієнт *поправки* для урахування місця проживання людини та її статі при хворобах(табл. 1.6)

2. Ризик загибелі протягом року внаслідок можливого **нещасного випадку на виробництві**:

$$R_2^* = T_p \cdot R_2,$$

де R_2 - ризик смертельної небезпеки, спричиненої різними видами професійної та непрофесійної діяльності (на 1-ну людину *чоловічої* статі за 1-ну годину) (табл. 1.7);

Примітка. Якщо значення R_2 в табл.8 має межі, то потрібно обрати менше значення.

T_p - кількість робочих годин протягом року - 2024 години при 40 годинному робочому тижні, та 1820 при 36 годинному (вчителі та студенти мають 36-годинний тиждень)

Якщо досліджується ризик для особи протилежної статі (жінки), то враховується коефіцієнт **співвідношення нещасних випадків, спричинених різними видами діяльності, між особами протилежної статі залежно від їх віку** (табл. 1.8) і формула набуває наступного вигляду:

$$R_2^* = T_p \cdot R_2 \frac{K_{жін}}{K_{чол}},$$

3. Ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку в побуті:

$$R_3^* = K_{прнв} \cdot R_3,$$

де R_3 - шуканий ризик для людини певної вікової групи (табл. 1.4);

$K_{прнв}$ - коефіцієнт *поправки* для урахування місця проживання людини та її статі при нещасних випадках(табл. 1.6)

4. Ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року, зумовлені її індивідуальним способом життя:

$$R_4^* = K_{прх} \cdot R_4',$$

де R_4' - ризик смерті людини внаслідок згубних звичок (табл. 1.9);

$$R_4^{**} = K_{прнв} \cdot R_4'' \cdot T,$$

де R_4'' - ризик смертельної небезпеки, спричиненої різними видами професійної та **непрофесійної діяльності** (на 1-ну людину чоловічої статі за 1-ну годину) (табл. 1.7);

Примітка. Якщо значення R_4'' в табл.8 має межі, то потрібно обрати менше значення, для жінок додатково поправковий коефіцієнт не застосовується

T – час, який людина витрачає на заняття, пов'язані із додатковими факторами ризику

5. Сумарний (загальний) ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року:

$$R = R_1^* + R_2^* + R_3^* + R_4^* + R_4^{**}.$$

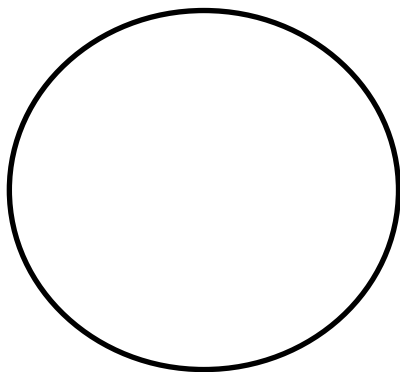
6. Оцінка відносної частки кожного з ризиків наразитися на смертельну небезпеку протягом року подається у вигляді кругової діаграми, за даними якої робляться загальні висновки.

7. Якісний аналіз абсолютних величин складових загального ризику проводиться за упорядкованою шкалою ризиків смертельних небезпек (табл.1.11.)

Таблиця 1.11. Шкала порівняння ризиків смертності

Упорядкована шкала ризиків смертності							
Низький			Середній		Високий		
$<1*10^{-8}$	$1*10^{-8}$	$1*10^{-7}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-5}$	$1*10^{-4}$	$1*10^{-3}$	$\geq 1*10^{-2}$
Знехту- ваний	Низький	Відносно- низький	Середній	Відносно- середній	Високий	Дуже високий	Екстремальний

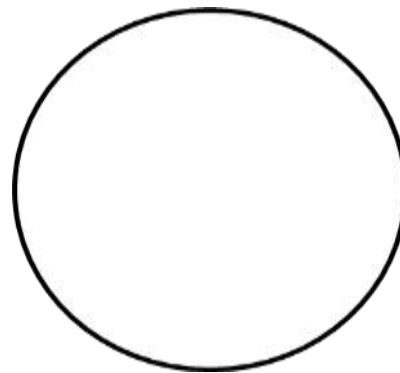
6. Діаграма за результатами задачі 1



7. Якісний аналіз абсолютних величин:

Висновки:

6. Діаграма за результатами задачі 2



7. Якісний аналіз абсолютних величин:

Висновки:

Варіанти завдань для задачі № 2

№ вар.	Вік, років	Стать	Місце-вість	Вид професійної діяльності	Заняття, пов'язане з додатковими факторами ризику
1	22	чол	місто	шахтар	паління
2	25	чол	село	фермер	надмірне споживання алкоголю
3	29	жін	місто	вчителька	Поїздки на власному авто, 150 годин на рік
4	34	жін	село	доярка	Поїздки на велосипеді, 600 годин на рік
5	45	чол	місто	будівельник	паління
6	34	чол	місто	моряк риболовецького траулера	Дайвінг, 60 годин на рік
7	58	чол	село	водій-професіонал	Мисливство, 200 годин на рік
8	40	чол	місто	льотчик цивільної авіації, 1800 год на рік	Академічна гребля, 600 годин на рік
9	45	чол	село	ремісник-гончар	Кіннотник, 250 годин на рік
10	22	жін	місто	працівник легкої промисловості	Плавання, 250 годин на рік
11	19	жін	село	продавець	Поїздки на велосипеді, 500 годин на рік
12	45	чол	місто	військовий вертольотчик 1600 годин на рік	Бокс, 150 годин
13	51	чол	місто	оператор АЕС	паління
14	38	чол	село	міліціонер	надмірне споживання алкоголю
15	21	жін	місто	працівник сфери обслуговування	альпінізм, 100 годин на рік
16	50	чол	місто	шахтар	надмірне споживання алкоголю
17	45	чол	село	фермер	Поїздки на власному авто, 150 годин на рік
18	30	жін	місто	вчителька	Поїздки на велосипеді, 600 годин на рік
19	39	жін	село	доярка	паління
20	24	чол	місто	будівельник	Дайвінг, 60 годин на рік
21	26	чол	місто	моряк риболовецького траулера	Мисливство, 200 годин на рік
22	25	чол	село	водій-професіонал	Академічна гребля, 600 годин на рік
23	45	чол	місто	льотчик цивільної авіації, 1800 год на рік	Кіннотник, 250 годин на рік
24	59	чол	село	ремісник-гончар	Плавання, 250 годин на рік
25	34	жін	місто	працівник легкої промисловості	Поїздки на велосипеді, 500 годин на рік
26	41	жін	село	продавець	Бокс, 150 годин
27	33	чол	місто	військовий вертольотчик 1600 годин на рік	паління
28	57	чол	місто	оператор АЕС	надмірне споживання алкоголю
29	40	чол	село	міліціонер	альпінізм, 100 годин на рік
30	40	жін	місто	працівник сфери обслуговування	паління

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2 «Безпека під час техногенних та інших надзвичайних ситуацій (НС). Засвоєння алгоритму дій, рятувальні та невідкладні роботи (РНР) при руйнуваннях будівель та пожежах, що виникли внаслідок вибуху»

Мета роботи: отримати уяву про небезпеки, пов'язані з вибухонебезпечними речовинами, вміти оцінювати вибухонебезпечну ситуацію й вживати заходи для забезпечення працівників ОГД за умови настання НС техногенного характеру, зумовленої дією вибухонебезпечних речовин. Дії при виявленні підозрілих та вибухових пристроїв у багатолюдному місці, ознайомлення з алгоритмом дій під час реалізації небезпек техногенного характеру; оцінка, аналіз та заходи уникнення загроз.

Номери варіантів вихідних даних студенти отримують від викладача після роз'яснення методики виконання роботи. Кожен студент працює самостійно, виконуючи потрібні розрахунки. По результатах дослідження студенти формулюють висновки і пропонують рекомендації щодо зменшення руйнувань елементів виробництва і захисту людей.

Умова . На відстані L від виробничого цеху розташований об'єкт, на якому зберігається Q тонн вибухонебезпечної речовини. Під час аварії з вибухом виробничий цех може потрапити в осередок ураження.

Завдання . Оцінити можливі наслідки впливу вибуху на виробничий цех:

1. Визначити ступінь руйнувань елементів цеху;
2. Оцінити можливі ураження людей, що знаходяться в цеху та поза будівлею;
3. Оцінити очікувану пожежну обстановку;
4. Визначити безпечну кількість вибухонебезпечної речовини для уникнення людських втрат, а також будь-яких руйнувань будівлі;
5. Сформулювати висновки і рекомендації за результатами проведеного дослідження.
6. Результати занести в бланк протоколу (додаток 2.1) за прикладом, наведеним в додатку 2.2.

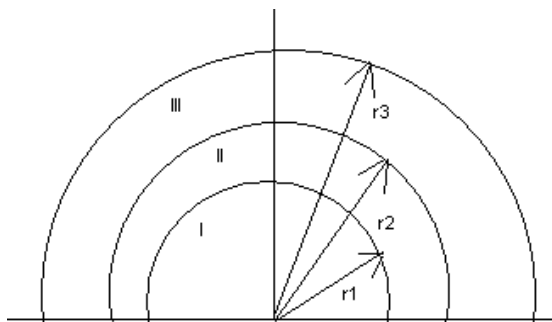
Визначення ступенів руйнувань елементів цеху

Ступінь руйнувань будівлі, споруди чи обладнання залежить від їх міцності та величини надмірного тиску (ΔP_{ϕ}) ударної хвилі. Величина надмірного тиску, в

свою чергу, залежить від типу і кількості вибухової речовини та відстані від центру вибуху (ЦВ) до досліджуваного об'єкта

Методика розрахунку величини надмірного тиску відрізняється для умов вибуху газоповітряної суміші і умов вибуху вибухової речовини.

Під час вибуху газоповітряної суміші вуглеводневих продуктів. Величина надмірного тиску залежить від того в яку фізичну зону вибуху потрапить об'єкт. Таких зон утворюється 3 (показано схематично):



Зона I – детонаційної хвилі (знаходиться в районі ЦВ, в межах хмари речовини вибуху) має радіус:

$$r_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q},$$

де Q – кількість вуглеводневого продукту, т

В межах цієї зони надмірний тиск $\Delta P_{\phi} = 1700$ кПа.

Зона II – дії продуктів вибуху (охоплює територію, де розлетіться продукти газоповітряної суміші внаслідок її детонації) має радіус:

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1.$$

Надмірний тиск в межах цієї зони розраховується за формулою:

$$\Delta P_{II} = 1300 \left(r_1 / R_0 \right)^3 + 50,$$

де R_0 – відстань від ЦВ до об'єкта в межах зони II (тобто при $L \leq r_2$ $R_0=L$).

Зона III – дії повітряної УХ.

Надмірний тиск в межах цієї зони можна визначити за формулою:

$$\Delta P_{\phi} = \frac{262}{\sqrt{1+7,66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{L^3}{Q} - 1}}, \text{ кПа,}$$

або менш точно можна визначити за допомогою графіків (рис.2.1)., де

L – відстань до центру вибуху, м; Q – кількість вибухової речовини, т.

Після визначення величини надмірного тиску ударної хвилі, що очікується в районі цеху, оцінюються ступені руйнувань елементів цеху (будівлі, обладнання, енергетичних мереж). В таблиці 2.1 наведено перелік елементів цеху та при яких

значеннях надмірного тиску вони отримують слабкі, середні, сильні або повні руйнування.

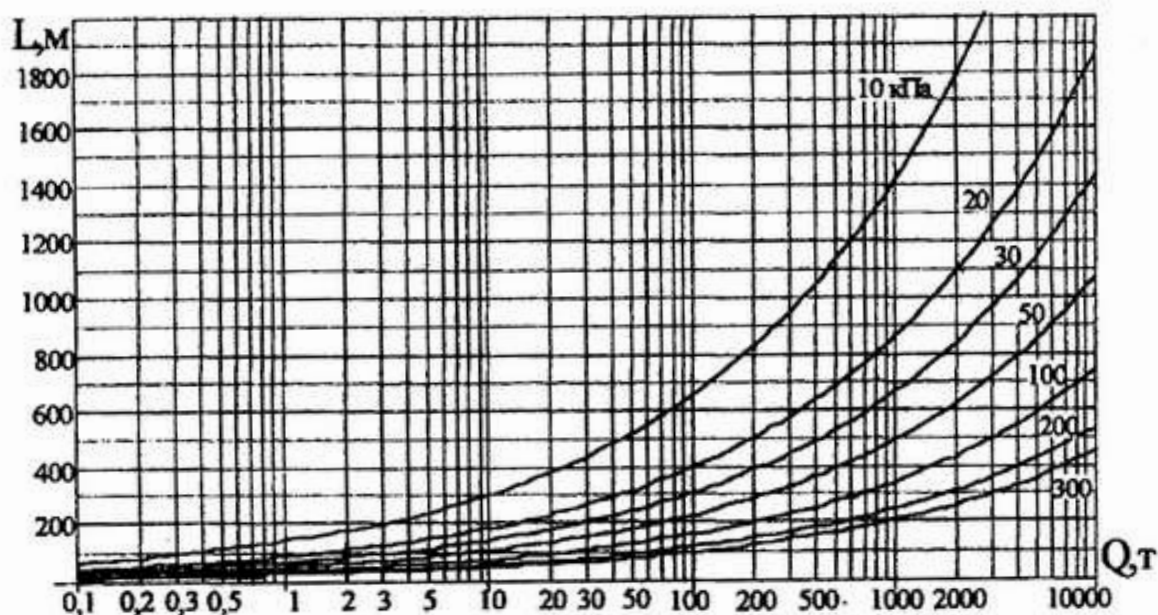


Рис. 2.1. Графіки надмірного тиску в залежності від маси пропану та відстані до центру вибуху

Таблиця 2.1. Ступінь руйнування елементів об'єкту в залежності від надмірного тиску ударної хвилі ΔP_{ϕ} , кПа

№ п/п	Елементи об'єкту	Ступінь руйнувань			
		Слабкі	Середні	Сильні	Повні
1. Виробничі, адміністративні будівлі та споруди					
1.	Масивні промислові споруди	20...30	30...40	40...50	50...70
2.	Споруди з легким металевим каркасом та безкаркасні	10...20	20...30	30...50	50...70
3.	Промислові будівлі з металевим каркасом і бетонним заповненням	10...20	20...30	30...40	40...50
4.	Споруди зі збірного залізобетону	10...20	20...30	-	30...60
5.	Складські цегляні будівлі	10...20	20...30	30...40	40...50
6.	Цегляні малоповерхові будівлі (один два поверхи)	8...15	15...25	25...35	35...45
7.	Цегляні багатоповерхові будівлі (три поверхи та більше)	8...12	12...20	20...30	30...40
2. Деякі види обладнання					
1.	Верстати важкі	25...40	40...60	60...70	-
2.	Верстати середні	15...25	25...35	35...45	-
3.	Верстати легкі	6...15	-	15...25	-
4.	Крани та кранове обладнання	20...30	30...50	50...70	70
5.	Контрольно-вимірювальна апаратура	5...10	10...20	20...30	30
3. Комунально-енергетичні мережі та споруди					
1.	Наземні металеві резервуари та ємності	30...40	40...70	70...90	90
2.	Кабельні підземні мережі	200...300	300...600	600...1000	1000
3.	Кабельні наземні мережі	10...30	30...50	50...60	60
4.	Трубопроводи наземні	20	50	130	-
5.	Трубопроводи на металевих або залізобетонних естакадах	20...30	30...40	40...50	-

В часткових висновках, користуючись даними таблиці 2.2, студенти оцінюють характер очікуваних пошкоджень будівлі та обладнання.

Таблиця 2.2. Характеристика руйнувань будівель і обладнання

№ п/п	Ступінь руйнувань	Виробничі та адміністративні будівлі	Промислове обладнання (верстати, конвеєри, генератори та ін.)
1	Слабкі	Руйнування заповнень дверних та віконних прорізів, зривання покрівлі даху	Пошкодження окремих елементів обладнання, важелів управління, вимірювальних приладів
2	Середні	Руйнування даху, легких внутрішніх перегородок, в капітальних стінах з'являються тріщини	Пошкодження та деформація основних деталей, електропроводки, приладів автоматики, тріщини в трубопроводах
3	Сильні	Значна деформація несучих конструкцій, руйнування більшої частини перекриття і стін	Зміщення з фундаменту і деформація верстатів, тріщини в деталях, розрив кабельних мереж і трубопроводів

Приклад

Умова. Визначити можливу ступінь руйнування будівлі цеху зі збірного залізо бетону, що знаходиться на відстані 800 м від сховища, де зберігаються 300 тон зрідженого пропану.

Приклад

Умова. Визначити можливу ступінь руйнування будівлі цеху зі збірного залізобетону, що знаходиться на відстані 800 м від сховища, де зберігаються 300 тон зрідженого пропану.

Розв'язання.

1.1. Зона I : визначимо радіус детонаційної хвилі $r_1 = 117\text{ м} < 800\text{ м}$.

1.2. Зона II: визначимо радіус дії продуктів вибуху $r_2 = 199\text{ м} < 800\text{ м}$.

1.3. Зона III. За формулою знаходимо величину надмірного тиску ударної хвилі на відстані $L = 800\text{ м}$ від центру вибуху 300 т пропану. Це буде 25,01 кПа.

1.4. З таблиці 2.1 визначаємо, що будівля зі збірного залізобетону від ударної хвилі з надмірним тиском 25 кПа отримає середні руйнування.

Висновок. З розрахунків визначили, що об'єкт потрапив під вплив дії повітряної ударної хвилі.

Під час аварії будівля цеху може отримати середні руйнування. З таблиці 2.2 визначаємо, що це руйнування даху, внутрішніх перегородок, вибиті двері та вікна, у капітальних стінах можливі тріщини.

Аналогічним чином визначають ступені руйнувань інших елементів цеху.

Оцінювання можливих уражень людей.

Ударна хвиля вибуху уражає людей шляхом прямої та непрямой дії. Пряма дія відбувається безпосередньо надмірним тиском ударної хвилі і може викликати травми (табл. 2.3).

Таблиця 2.3. Ступінь ураження людей в залежності від надмірного тиску

№ п/п	ΔP_{ϕ} , кПа	Ступінь травм	Характер уражень
1	20...40	Легкі	Легка контузія організму, часткова втрата слуху, вивихи кінцівок.
2	40...60	Середні	Середні контузії, ураження органів слуху, кровотеча з носу і вух, переломи кінцівок.
3	60...100	Важкі	Сильні контузії, ураження внутрішніх органів і мозку, важкі переломи кісток.
4	> 100	Надважкі	Від отриманих травм більшість людей гине.

Непряма дія ударної хвилі проявляється через ураження людей уламками зруйнованих будівель і споруд, розбитим склом та іншими предметами.

Можливі ураження людей, що знаходяться в будівлях, визначаються залежно від ступеню руйнування будівлі, виходячи з того, що:

- при повних руйнуваннях будівель всі люди гинуть;
- при сильних і середніх руйнуваннях може вижити 50%, більша частина буде уражена шляхом прямої дії УХ і додатково непрямой дії – уламками зруйнованих будівель та споруд, а також опинитись під завалами;
- при слабких руйнуваннях будівель загибель людей малоімовірна, але частина з них може отримати травми різного ступеню ураження від непрямой дії УХ

Приклад

Умова. Визначити можливі ушкодження людей, які працюють у цеху зі збірного залізобетону, якщо під час вибуху величина надмірного тиску ударної хвилі в районі цеху 25 кПа.

Розв'язання. 2.1. Оцінюємо ступінь ураження людей в будівлі цеху від надмірного тиску ударної хвилі, яка проникає в приміщення крізь вибиті вікна і двері. З табл.1 визначаємо, що при $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа люди можуть отримати легкі травми при прямій дії вибухової хвилі. Крім того, зруйнована будівля викличе непряму дію ударної хвилі на людей.

2.2. Висновок. Внаслідок прямої дії вибуху люди отримають легку контузію організму, часткову втрату слуху, вивихи кінцівок. Від непрямой дії 50% людей загине.

3. Оцінювання очікуваної пожежної обстановки.

Оцінювання пожежної обстановки передбачає визначення характеру пожеж, які можуть виникнути на об'єкті.

Ймовірність виникнення і розповсюдження пожежі на промисловому об'єкті залежить від таких чинників:

- а) ступеня руйнувань будівель і споруд під час вибуху;
- б) категорії пожежної небезпеки виробництва (Таблиця 2.4);

Таблиця 2.4. Категорії пожежної небезпеки виробництв

Категорія	Приклади виробництв
А	Цехи обробки металевого натрію і калію, водневі станції, склади балонів з горючими газами, склади бензину, приміщення стаціонарних кислотних і лужних акумуляторів та ін.
Б	Цехи по виготовленню вугільного пилу і деревинного борошна, цехи обробки синтетичного каучуку, мазутні господарства електростанцій та ін.
В	Деревообробні цехи, цехи текстильної та паперової промисловості, склади паливо - мастильних матеріалів, закриті склади вугілля, приміщення для зберігання автомобілів та ін.
Г	Ливарні цехи, кузні, зварювальні цехи, цехи гарячої прокатки металів, цехи термічної обробки металів, головні корпуси електростанцій та ін.
Д	Механічні цехи холодної обробки металів, інструментальні цехи, цехи холодної переробки м'ясо – молочної продукції та водоприймальні пристрої електростанцій та ін.

- в) ступеня вогнестійкості будівель і споруд (таблиця 2.5);

Таблиця 2.5. Ступені вогнестійкості будівель

	Несучі стіни	Перекриття міжповерхові і на горищі	Перегородки (несучі)
I	Незгоряємі, 3год.	Незгоряємі, 1,5год.	Незгоряємі, 1год.
II	Незгоряємі, 2,5год.	Незгоряємі, 1год.	Незгоряємі, 0,25год.
III	Незгоряємі, 2год.	Важкозгоряємі, 0,75 год.	Важкозгоряємі, 0,25 год.
IV	Важкозгоряємі, 0,5год.	Важкозгоряємі, 0,25год.	Важкозгоряємі, 0,25год.
V	Згоряємі	Згоряємі	Згоряємі

За ступенем вогнестійкості будинки і споруди поділяють 5 груп:

I і II група – неспалимі (будівлі I групи мають підвищену вогнестійкість несучих конструкцій); при загорянні предметів усередині будинку він охоплюється вогнем не раніше, ніж через 3-4 год;

III група – неспалимі будинки зі спалимими перекриттями і перебірками; охоплюються вогнем через 2-3 год.;

IV група – дерев'яні, оштукатурені будинки; охоплюються вогнем через 1,5 год.;

V група – дерев'яні, неоштукатурені; охоплюються вогнем через 0,5 год.

Примітка: Цифрами позначено границю вогнетривкості, що визначається часом від початку впливу вогню на конструкцію до моменту виникнення у ній скрізних тріщин або досягнення температури 200 °С на її протилежній поверхні г) щільності забудови об'єкту (Щ).

$$Щ = \frac{S_{Заб}}{S_{Тер}} \cdot 100\%,$$

де $S_{Тер}$ – площа території об'єкта;

$S_{Заб}$ – забудована площа території об'єкта.

Залежно від зазначених чинників на об'єкті можуть виникати окремі або суцільні пожежі.

Окрема пожежа виникає в окремій споруді і на інші, як правило, не перекидається.

Суцільна пожежа характеризується тим, що упродовж 1...2 годин вогонь охоплює до 90% всіх будівель і споруд об'єкта.

Можлива оцінюється за допомогою таблиці 2.6.

Таблиця 2.6. Пожежна обстановка на об'єкті після вибуху

№ п/п	Характер забудови та категорія пожежної небезпеки	Ступінь вогнестійкості будівель	$\Delta P_{ф}$, кПа	Очікувана обстановка	
				Упродовж перших 30 хв.	Через 1-2 години після вибуху
1	Міська забудова або виробництво В, Г, Д категорії пожежної небезпеки.	IV, V	0...20	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ \geq 20\%$
			>20	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ \geq 10\%$
		III	20...50	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ \geq 20\%$
		I, II	20...50	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ \geq 30\%$
2	Виробництво А і Б категорії пожежної небезпеки	-	10...50	Окремі пожежі, що швидко перетворюються у суцільні, і супроводжуються вибухами виробничого устаткування.	

Приклад

Умова. Оцінити можливу пожежну обстановку після вибуху, якщо в районі розташування цеху очікується надмірний тиск ударної хвилі 25 кПа. Виробництво цеха відноситься до категорії В пожежної небезпеки, будівля цеху зі збірного залізобетону, границя вогнетривкості несучих стін - 2 год., несучих перегородок – 0,25 год. Щільність забудови об'єкта 23%.

Розв'язання.

3.1. Визначаємо ступінь вогнестійкості будівлі цеху. З таблиці 2.5 визначаємо, що будівля з незгоряемого матеріалу, з наведеними значеннями вогнетривкості несучих стін і перегородок має III ступінь вогнестійкості.

3.2. Оцінюємо очікувану пожежну обстановку. З табл. 2.6 визначаємо, що для виробництва категорії пожежної небезпеки В, ступеня вогнестійкості будівель – III, при надмірному тиску 25 кПа і щільності забудови більше 20% можна очікувати в перші 30 хвилин окремі пожежі з переростанням за 1...2 год в суцільну.

Висновок. Після вибуху в районі розташування цеху очікуються ...

4. Визначення безпечної кількості вибухонебезпечної речовини.

З графіків рис.2.1 знаходимо точки перетину з кривою, яка відповідає найменшому значенню надлишкового тиску ΔP , при яких починаються будь-які руйнування згідно умов задачі.

4.1. Спочатку знайдемо масу пропану, яку можна зберігати цілком безпечно для будівлі, тобто перетин з лінією графіка, яка відповідає $\Delta P_{\phi} = 10 \text{ кПа}$. (найменший надмірний тиск, при якому починаються слабкі руйнування конструкцій зі збірного залізобетону).

4.2. Визначаємо найслабкіше місце на заводі, для цієї задачі - це контрольно-вимірювальна апаратура (мінімальне $\Delta P_{\phi} = 5 \text{ кПа}$). Знаходимо безпечну масу пропану за графіком рис.2.1.

Примітка. Точніші значення можна отримати, перетворивши відповідно формулу для визначення надлишкового тиску.

5. Загальні висновки і рекомендації

Підбиваючи підсумки проведених досліджень треба показати:

1. Яка величина надмірного тиску ударної хвилі очікується в районі розташування цеху;
2. Які очікуються руйнування елементів цеху;
3. Які можливі ураження працюючих людей;
4. Яка пожежна обстановка може скластися в районі розташування цеху.

Звіт щодо виконання практичної роботи №2

Прізвище, ініціали _____ група _____ номер варіанту _____

Вихідні дані:

1. Відстань від цеху до міста аварії (вибуху) –

2. Маса пропану –

3. Характеристики елементів цеху:

будівля –

верстати –

кабельні лінії – наземні

контрольно-виміррювальна апаратура – наявна

границі вогнетривкості несучих стін –

границі вогнетривкості перегородок –

4. Категорія виробництва з пожежної безпеки –

5. Щільність забудови об'єкту -

Розрахункова частина:

1.1. Зона I : r1=

 $\Delta P\phi =$

1.2. Зона II: r2=

 $\Delta P\Pi =$ **Висновок:**

$$1.3. \Delta P_{\phi} = \frac{262}{\sqrt{1+7,66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{L^3}{Q}} - 1} =$$

1.4.1. Ступінь руйнування будівлі –

Характеристика руйнувань будівлі:

1.4.2.. Ступінь руйнування верстатів –

Характеристика руйнувань промислового обладнання:

1.4.3. Ступінь руйнування контрольно-виміррювальної апаратури –

1.4.4. Ступінь руйнування кабельних ліній –

2.1. Ступінь ураження людей –

2.2. Характеристика уражень людей:

3.1. Ступінь вогнестійкості –

3.2. Очікувана пожежна обстановка

4.1. Безпечна маса вибухової речовини для уникнення руйнувань будівлі -

4.2. Безпечна маса вибухової речовини для уникнення будь-яких руйнувань –

5. Загальні висновки і рекомендації (написати на звороті)

Приклад заповнення звіту:

Вихідні дані:

1. Відстань від цеху до міста аварії (вибуху) – **800 м**2. Маса пропану – **300 т**

3. Характеристики елементів цеху:

будівля – **зі збірною залізо бетону**верстати – **важкі**кабельні лінії – **наземні**контрольно-вимірвальна апаратура – **наявна**границі вогнетривкості несучих стін – **2 год**границі вогнетривкості перегородок – **0,25 год**4. Категорія виробництва з пожежної безпеки – **B**5. Щільність забудови об'єкту – **23%**

Розрахункова частина:

1.1. Зона I : $r_1 = 117\text{м}$;1.2. Зона II: $r_2 = 199\text{м}$;

Висновок: **об'єкт опиниться за межами цих зон, тобто у зоні повітряної ударної хвилі (зона III)**

1.3. $\Delta P_{\text{ф}} = 25,01, \text{кПа}$ 1.4.1. Ступінь руйнування будівлі – **середня**

Характеристика руйнувань будівлі:

Руйнування даху, легких внутрішніх перегородок, в капітальних стінах з'являються тріщини

1.4.2. Ступінь руйнування верстатів – **слабкі**

Характеристика руйнувань промислового обладнання:

Пошкодження окремих елементів обладнання, важелів управління, вимірвальних приладів

1.4.3. Ступінь руйнування контрольно-вимірвальної апаратури – **сильні**1.4.4. Ступінь руйнування кабельних ліній – **слабкі**2.1. Ступінь ураження людей – **від прямої дії - слабкі**

2.2. Характеристика уражень людей: Внаслідок прямої дії вибуху люди отримають легку контузію організму, часткову втрату слуху, вивихи кінцівок. Від непрямої дії 50% людей загине.

3.1. Ступінь вогнестійкості – **III ступінь вогнестійкості**

3.2. Очікувана пожежна обстановка

для виробництва категорії пожежної небезпеки В, ступеня вогнестійкості будівель – III, при надмірному тиску 25 кПа і щільності забудови більше 20% можна очікувати в перші 30 хвилин окремі пожежі з переростанням за 1...2 год в суцільну.

4.1. Безпечна маса вибухової речовини - *менше 50 т*

4.2. Визначаємо безпечну масу пропану для уникнення будь-яких руйнувань, тобто контрольно-вимірвальна апаратура вціліє, якщо кількість пропану буде *менше 15 т*

5. Висновки: *На відстані 800 м від цеху стався вибух пропану, що призвело до руйнувань будівлі, елементів цеху, постраждали люди й розпочалися пожежі. В першу чергу треба сповістити про НС. Рятувальні та невідкладні роботи в цій ситуації складатимуться з наступного:*

... (далі описати дії рятувальників та заходи щодо ліквідації наслідків)

Серед рекомендацій, спрямованих на зменшення заподіяної шкоди та уражень людей, можуть бути такі:

- 1) укріпити будівлю установленням додаткових колон, ферм, підкосів;
- 2) верстати надійно закріпити на фундаменті, установити захисні навіси або ковпаки;
- 3) кабельні лінії прокласти під землею;
- 4) створити 50% запас контрольно-вимірвальної апаратури;
- 5) установити на вікнах захисні металеві сітки, щоб розбите скло не потрапляло в приміщення цеху;
- 6) установити і регулярно контролювати стан вогнегасників та інших протипожежних систем;
- 7) порушити питання перед відповідними органами про зменшення запасу вибухонебезпечної речовини до безпечної кількості.

Вихідні дані

№ п/п	Найменуваннята одиниці виміру	ВАРІАНТИ																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Відстань від цеху до місця аварії (вибуху),км	1,1	1,0	1,0	0,9	0,7	0,6	0,7	0,85	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	0,5	0,6
2	Маса пропану,т	1000	800	600	400	200	100	400	500	350	500	600	750	1000	100	200	300	300	500	700	700	900	900	80	150
Характеристики елементів цеху																									
Будівля (1 поверхова).		цегляна			зі збірного залізобетону			з металевим каркасом і залізобетонним заповненням			безкаркасна		з легким метал. каркасом			зі збірного залізобетону			з металевим каркасом і залізобетонним заповненням			цегляна			
3	Границі вогнетривкості, год несучих стін	2,5	2	2,5	2	2,5	2,5	2	2,5	2	2,5	2	0,5	2	2,5	2	2,5	2	2	2,5	2,5	2,5	2	2	2,5
	перекрыттів	1	0,75	1	0,25	1	1	0,25	1	0,25	1	0,25	0,25	0,25	1	0,25	1	0,25	0,25	1	1	1	0,25	0,25	1
	Обладнання: верстати	важкі		середні		легкі		середні		легкі		середні		важкі		середні		легкі		середні		важкі		середні	
Кабельні лінії		Наземні																							
Контрольно-вимірювальна апаратура		В наявності																							
4	Категорія виробництва з пожеж. небезпеки	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д
5	Щільність забудови об'єкту, %	12	25	34	23	14	27	31	24	15	21	23	32	16	25	33	22	11	24	36	23	15	21	24	33

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3 «Особиста безпека людини в замкненому просторі під час НС. Безпека пересування в натовпі. Шляхи евакуації. Розрахунок часу евакуації»

Мета роботи: ознайомлення з принципами забезпечення та організації безпеки персоналу, засвоєння правил поведінки в натовпі, вміння створювати та користуватись планом евакуації, вміння розраховувати шляхи евакуації.

Натовпом називається велике скупчення людей. Особливістю будь-якого натовпу є те, що поведінка людей у натовпі майже не залежить від освітнього та культурного рівня людей, що утворюють натовп. Люди у натовпі являють собою небезпеку як для окремої особи, що знаходиться поза натовпом, так і для людей, що знаходяться у натовпі.

Розрізняють 4 види натовпу:

1. Випадковий – група людей, увагу яких привернула яка-небудь подія, наприклад, ДТП.
2. Експресивний – група людей, згуртована прагненням спільно висловити свої почуття: радість на весіллі, горе на похоронах, солідарність на мітингу або маніфестації.
3. Конвенційний – група людей, котрі є учасниками масових розваг (глядачі, вболівальники): їх об'єднує цікавість до дійства, на яке вони реагують згідно із традиційними ритуалами та нормами (звідси і походить назва «конвенційний», тобто такий, що передбачає угоду).
4. Діючий – група людей, що виконує фізичні дії. Діючий натовп буває агресивним (самосуд натовпу над злочинцем), панічним (масова втеча людей від небезпеки), корисливим (пограбування магазинів під час стихійних лих, мародерство), повстанським (об'єднання людей проти утисків).

У натовпі люди розташовані настільки щільно, що мають змогу підтримувати між собою слуховий і зоровий контакт, відчуваючи при цьому реакції одне одного на зовнішні стимули. Взаємний вплив людей у натовпі сприяє створенню єдиного настрою («колективної душі»). Відчуваючи свою єдність і силу, натовп може швидко радикалізуватися, змінюючи характер й спрямованість своїх дій.

Натовп позбавлений ієрархічного поділу: всі люди всередині натовпу є рівними, відмінності між ними знівельовані. Втрачаючи індивідуальність, люди у натовпі починають однаково думати й відчувати, виявляють схильність до однакових рішень – вони ніби стають однією істотою. Поступаючись

індивідуальністю, людина у натовпі відчуває захищеність від зовнішньої небезпеки, що може вести до безвідповідальної поведінки та почуття безкарності. Люди, об'єднані у натовп, нерідко виявляють здатність на героїзм і самопожертви, яких поодиноці вони не виявляють ніколи.

Особливості мислення натовпу полягають у простоті, лаконічності й завершеності категорій, якими він оперує. Натовп потребує цілісних образів і тверджень, які сприймаються «на віру», не потребуючи аргументації. Крім фізичної небезпеки існує також психічна: якщо людина у натовпі має неглибокі власні переконання, то вона може «розчинитися» у натовпі.

Небезпека виникає тоді, коли щільний натовп починає рухатися. Особливо небезпечним у даному випадку є панічний натовп. Якщо людина падає у щільному натовпі, що рухається, то самостійно підвестись на ноги для неї майже неможливо: інші люди буквально йдуть по ній. Наприклад, 22 листопада 2010 року у Камбоджі панічний натовп роздавив 378 людей: натовп знаходився на мосту, що хитався, і деякі люди подумали, що міст може обвалитись, що спричинило паніку.

Правила поведінки. Якщо ви знаходитесь на вулиці, уникайте великих скупчень людей. Якщо ви опинились у натовпі:

- не намагайтесь вийти з нього, рухайтесь у тому ж напрямку, що й натовп;
- руки зігніть у ліктях на рівні грудей та розсуньте їх, звільняючи від тиску грудну клітину;
- не тримайте руки у кишенях;
- якщо натиск натовпу набрав загрозливого характеру, негайно покиньте будь-яку ношу та позбавтесь від сумок на довгому ремні і шарфу;
- якщо ви упали, намагайтесь одразу встати на ноги, не опираючись на руки, а якщо це неможливо, потрібно згорнутись клубком і захистити голову передпліччями, поклавши долоні на потилицю.

Час та умови просування натовпу в першу чергу залежать від щільності людського потоку та ширини шляху просування. Якщо на шляху натовпу ширина ділянки та (або) напрямок руху змінюється, то на плані евакуації позначають відповідні ділянки (див. додаток 3.1).

За габарити людини в плані приймається еліпс із розмірами осей 0,5 м (ширина людини в плечах) і 0,25 м (товщина людини).

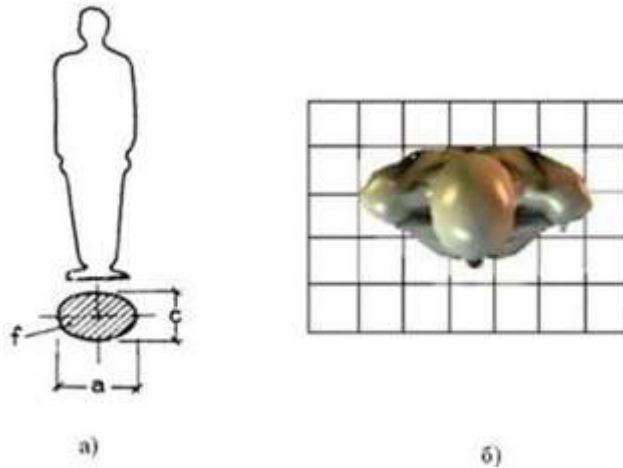


Рисунок 3.1. Площа горизонтальної проекції людини: а) розрахункова; б) дійсна

Кількісно щільність натовпу оцінюють за допомогою наступної формули:

$$D = \frac{N}{F} \left(\text{ЛЮД.} / \text{М}^2 \right), \quad (3.1)$$

де N – кількість людей у натовпі,

F – площа, яку займає натовп.

Вищенаведена формула не враховує той факт, що натовп може бути неоднорідним. Наприклад, людина з сумкою або з дитиною на руках займає більше місця, ніж інші люди. Тому існує інша формула для оцінки щільності натовпу:

$$D = \frac{\sum N_i f_i}{F} \left(\text{М}^2 / \text{М}^2 \right), \quad (3.2)$$

де N_i – кількість людей певної категорії;

f_i – площа горизонтальної проекції кожної людини певної категорії, що приймається відповідно до табл. 3.1, або рис.3.2*;

F – площа, яку займає натовп.

**Примітка: площі горизонтальних проекцій, що представлені на рис.3.2, застосовуються для будь-якої пори року.*

В табл.3.1 в залежності пори року для дорослих і дітей надано відповідні площі проекцій

Таблиця 3.1. Площа горизонтальної проєкції дорослих людей

Категорія людей	Площа горизонтальної проєкції, м ²
Доросла людина у літньому одязі	0,1
Доросла людина у весняно-осінньому одязі	0,113
Доросла людина у зимовому одязі	0,125
Дитина в літньому одязі	0,05
Дитина в зимовому одязі	0,09



Рис. 3.2. Площа горизонтальної проєкції людей з різним вантажем

Дослідженнями встановлено, що щільність розміщення людей в натовпі може змінюватися в широких межах: від величини, близької до нуля і до 1,14-1,15 м²/м² (11-12 осіб/ м²). В теорії руху людського потоку щільність виступає критерієм комфортності руху.

Установлено, що при щільності $D=0,05$ м²/ м² (0,5 люд/м²) і менше, людина має повну свободу руху як за напрямком, так і з бажаною швидкістю.

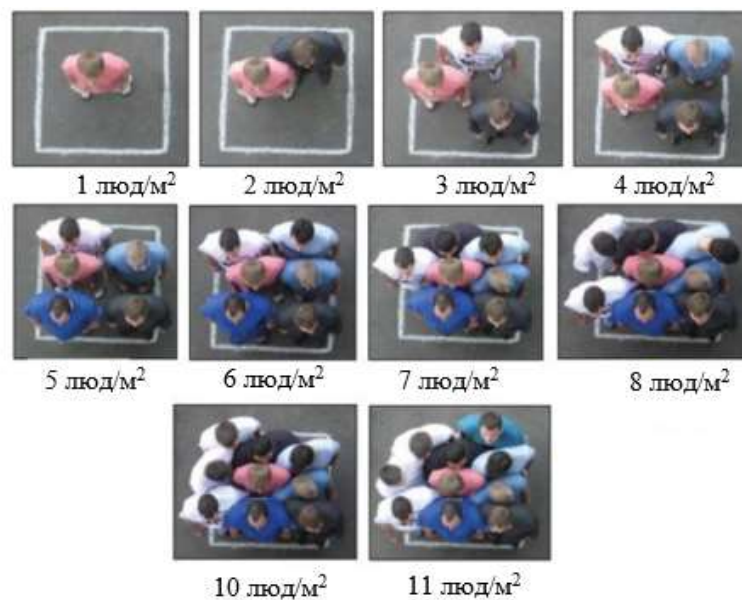
При щільності $D=0,05-0,15\text{м}^2/\text{м}^2$ (0,5-1,5люд/м²) людина не може вільно змінювати напрямок свого руху і вимушена рахуватися зі швидкістю руху оточуючих її людей.

При щільності вище за $D=0,15\text{ м}^2/\text{ м}^2$ людина починає відчувати, що їй заважають люди, які йдуть поруч. При подальшому збільшенні щільності зіткнення людей одне з одним частішають настільки, що практично люди починають рухатися суцільно, одним потоком.

При щільності, що наближаються до $D=1\text{ м}^2/\text{ м}^2$ (10 люд/ м²) з'являється постійний силовий тиск людей один на одного, внаслідок чого змінюється форма горизонтальної проекції людини і вільний простір між людьми зникає.

При щільності вище за $D=1\text{ м}^2/\text{ м}^2$ люди так сильно стискають одне одного, що змінюється не лише їх форма, а й зменшується площа їхньої горизонтальної проекції (наприклад, у переповнених тролейбусах, автобусах). При такій щільності силовий вплив людей один на одного настільки великий, що частина людей (переважно, малої маси) може не торкатися ногами землі і їх зносить загальним потоком людей, які рухаються.

Щільності порядку $1,15\text{ м}^2/\text{ м}^2$ (11-12 дорослих людей у легкому одязі на 1 м^2 площі) вважають фізично граничними. При такій щільності силовий вплив може досягати величин, які викликають серйозні фізичні пошкодження людського організму і закінчуються смертельними наслідками.



При плануванні евакуаційних заходів і організації людських потоків в обмеженому просторі в місцях масового зосередження людей (станції метрополітенів, стадіони, кінозали, підземні переходи тощо) важливо знати максимальну швидкість руху людей у натовпі залежно від його щільності. Це та

максимальна швидкість, при якій людина може рухатися в натовпі, витримуючи тиск з боку оточуючих, і не падаючи при цьому

Перед початком моделювання процесу евакуації задається схема евакуаційних шляхів у будівлі (див. приклад плану евакуації та спеціальних знаків у додатку 3.1). Всі евакуаційні шляхи поділяються на евакуаційні ділянки довжиною a та шириною b . Довжина та ширина кожної ділянки шляху евакуації для будівель, які проектуються, приймаються за проектом, а для побудованих – за фактичним значенням. Довжина шляху по сходовим маршам вимірюється за довжиною маршу. Довжина шляху в дверному прорізі приймається рівній нулю. Евакуаційні ділянки можуть бути горизонтальні та похилі (сходи вниз, сходи вверх і пандус).

Під час розрахунку весь шлях руху людського потоку поділяється на ділянки (прохід, коридор, дверний проріз, сходовий марш, тамбур) довжиною l_i і шириною b_i .

Початковими ділянками є проходи між робочими місцями, обладнанням, рядами крісел і т.п.

Визначення ширини шляху викликає ускладнення тільки під час виходу людей на ділянку «необмеженої» ширини, наприклад у вестибюль. У такому випадку ширина потоку (b) залежить від кількості людей (N) і довжини (l) ділянки: $b = 4$ м при $N < 100$ люд. та $l \leq 6$ м; $b = 6$ м — в інших випадках. За даними натурних спостережень встановлено, що повороти шляху не впливають на параметри руху людського потоку

Розрахунковий час евакуації людей t_p із приміщень і будівлі встановлюється за часом виходу з неї останньої людини.

Під час визначення розрахункового часу евакуації людей дотримуються таких правил:

- довжину і ширину кожної ділянки шляху евакуації для будівель, які проектуються, приймають по проекту, а для побудованих – по фактичному значенню;
- довжину шляху по сходових маршах, а також по пандусах вимірюють по довжині маршу;
- довжину шляху в дверному прорізі приймають рівній нулю;
- проріз, розташований у стіні товщиною більше 0,7 м, а також тамбур слід вважати самостійними ділянками горизонтального шляху, що мають кінцеву довжину l_i .

Розрахунковий час евакуації людей t_p слід визначати як суму часу руху людського потоку по окремих ділянках шляху t_i за формулою:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (3.3)$$

де: t_1 – час руху людського потоку на першій (початковій) ділянці, що найбільш віддалена від евакуаційного виходу, хв;

$t_2, t_3, t_4, \dots, t_i$ – час руху людського потоку на кожній із наступних після першої ділянки шляху, хв.

Не потрібно додавати розрахунковий час евакуації людей t_p у разі руху людського потоку в паралельних проходах, що потім виходять в один прохід.

Час руху людського потоку по ділянках (крім дверного отвору) шляху t_i , хв, розраховують за формулою:

$$t_i = \frac{l_i}{V_i}, \text{ хв}, \quad (3.4)$$

де: l_i – довжина поточної ділянки шляху, м;

V_i – швидкість руху людського потоку на поточній ділянці, м/хв.

Всі ділянки окрім першої та дверних отворів мають однаковий алгоритм розрахунків.

Час евакуації на першій ділянці визначається за таблицею 3.2 залежно від розрахованої по формулі (3.2) щільності D , розрахунок якої проводиться лише для першої ділянки.

Таблиця 3.2. Інтенсивність і швидкість руху людського потоку на різних ділянках шляхів евакуації в залежності від щільності для групи мобільності М1*

Щільність потоку $D, \text{ м}^2/\text{м}^2$	Горизонтальний шлях		Дверний отвір, інтенсивність $q, \text{ м/хв}$	Сходи вниз		Сходи вгору	
	Швидкість $V, \text{ м/хв}$	Інтенсивність $q, \text{ м/хв}$		Швидкість $V, \text{ м/хв}$	Інтенсивність $V, \text{ м/хв}$	Швидкість $V, \text{ м/хв}$	Інтенсивність $q, \text{ м/хв}$
0,01	100	1	1	100	1	60	0,6
0,02	100	2	2	100	2	60	1,2
0,03	100	3	3	100	3	60	1,8
0,04	100	4	4	100	4	60	2,4
0,05	100	5	5	100	5	60	3
0,06	95,21	5,71	6	100	6	60	3,6
0,07	90,66	6,35	6,85	100	7	59,2	4,14
0,08	86,72	6,94	7,51	100	8	56,75	4,54
0,09	83,24	7,49	8,14	99,56	8,96	54,6	4,91
0,1	80,14	8,01	8,73	95,3	9,53	52,67	5,27
0,11	77,32	8,51	9,29	91,55	10,07	50,93	5,6
0,12	74,76	8,97	9,83	88,08	10,57	49,33	5,92
0,13	72,4	9,41	10,34	84,85	11,03	47,87	6,22
0,14	70,21	9,83	10,83	81,86	11,46	46,51	6,51
0,15	68,18	10,23	11,3	79,13	11,87	45,25	6,79
0,16	66,27	10,6	11,75	76,56	12,25	44,07	7,05
0,17	64,48	10,96	12,18	74,12	12,6	42,96	7,3
0,18	62,8	11,3	12,59	71,83	12,93	41,91	7,54

Щільність потоку D, м ² /м ²	Горизонтальний шлях		Дверний отвір, інтенсивність q, м/хв	Сходи вниз		Сходи вгору	
	Швидкість V, м/хв	Інтенсивність q, м/хв		Швидкість V, м/хв	Інтенсивність V, м/хв	Швидкість V, м/хв	Інтенсивність q, м/хв
0,19	61,2	11,63	12,99	69,68	13,24	40,93	7,78
0,2	59,69	11,94	13,37	67,6	13,52	39,99	8
0,21	58,25	12,23	13,73	65,67	13,79	39,09	8,21
0,22	56,88	12,51	14,09	63,82	14,04	38,24	8,41
0,3	47	14,1	16,5	52	15,6	32	9,6
0,4	40	16	18,4	40	16	26	10,4
0,5	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11
0,6	27	16,2	19	24	14,4	18	10,6
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,90 і більш	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

Примітка: Групи мобільності – згідно з ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека.

Загальні положення:

M2 – немічні люди, мобільність яких знижена через старіння організму; інваліди на протезах; інваліди з вадами зору, що користуються білою тростиною; люди з психічними відхиленнями;

M3 – інваліди, що використовують при русі додаткові опори (милиці, ципки);

M4 – інваліди, що пересуваються на кріслах-колясках, які приводяться в рух вручну.

Інтенсивність руху в дверному прорізі при щільності потоку 0,9 і більше, рівна 8,5 м/хв, встановлена для дверного прорізу шириною 1,6 м і більше, а при дверному прорізі меншої ширини b інтенсивність руху слід визначати за формулою

$$q=2,5+3,75 \cdot b. \quad (3.5)$$

Швидкість V_i руху людського потоку на ділянках шляху, наступних після першої, приймають за таблицею 2 у залежності від інтенсивності руху людського потоку по кожній з цих ділянок шляху. Інтенсивність обчислюють для всіх ділянок шляху, починаючи з другої (у тому числі й для дверних прорізів) за формулою:

$$q_i = \frac{q_{i-1} b_{i-1}}{b_i}, \quad (3.6)$$

де: q_i – інтенсивність руху по поточній ділянці (окрім першої), м/хв,

q_{i-1} – інтенсивність руху по ділянці, що передує поточній, м/хв,

b_i – ширина поточної ділянки, м

b_{i-1} – ширина ділянки, що передує поточній, м.

Інтенсивність руху людського потоку на першій ділянці шляху q_1 визначається за таблицею 3.2 за значенням щільності D_1 , визначеної за формулою (3.2).

Якщо розраховане значення q_i менше чи дорівнює q_{max} , то час руху по ділянці шляху t_i , хв, розраховують за формулою (3.4), при цьому значення q_{max} , м/хв слід приймати рівними:

$q_{max}=16,5$ – для горизонтальних шляхів;

$q_{max}=19,6$ – для дверних прорізів;

$q_{max}=16,0$ – для сходів униз;

$q_{max}=11,0$ – для сходів уверх.

Для просування потоку людей по сусідніх ділянках без затримок має виконуватись рівняння пропускних здібностей сусідніх ділянок: $q_{i-1}b_{i-1} = q_i b_i$, якщо ця умова не дотримується ($q_1 b_1 \neq q_2 b_2$), на межі переходу з попередньої ділянки на наступну створиться скупчення людей.

Отже, якщо розрахункове значення q_i більше q_{max} , то ширину даної ділянки шляху (b_i) слід збільшувати на таке значення, за якого дотримується умова $q_i \leq q_{max}$, при неможливості виконання цієї умови інтенсивність і швидкість руху людського потоку по ділянці i визначають за таблицею 2 за значенням $D=0,9$ і більше. При цьому слід враховувати час затримки руху людей через їх скупчення t_3 .

Час затримки на ділянці зі скупченням (i) визначається за формулою

$$t_3 = N \cdot f \cdot \left(\frac{1}{q_{\text{при } D=0,9} \cdot b_i} - \frac{1}{q_{i-1} \cdot b_{i-1}} \right),$$

де N - кількість людей на певній ділянці шляху;

f – площа горизонтальної проекції, м²;

$q_{\text{при } D=0,9}$ – граничне значення інтенсивності руху людського потоку на ділянці i при $D \geq 0,9$ м²/м²;

b_i – ширина ділянки, при вході на яку утворилося скупчення людей, м;

q_{i-1} – інтенсивність руху на попередній ділянці, м/хв ;

b_{i-1} – ширина попередньої ділянки, м.

Розрахунковий час евакуації ділянкою $i - 1^*$, в кінці якої на межі з ділянкою i утворилося скупчення людей, дорівнює часу існування скупчення $t_{ск}$. ($t_{i-1} = t_{ск}$).

$$t_{ск} = \frac{N \cdot f}{q_{\text{при } D=0,9} \cdot b_i}$$

*Примітка: тут йде мова про ділянку, яка повністю зайнята людьми, тобто дорівнює довжині натовпу.

Вибір даних для визначення розрахункового часу евакуації t_{ne} – час початку евакуації (інтервал часу від виникнення пожежі до початку евакуації людей), хв;

Значення часу початку евакуації t_{ne} (с) для приміщення осередку пожежі слід визначати за формулою:

$$t_{ne} = 5 + 0,01F, \quad (3.7)$$

де: F – площа приміщення, м².

Для решти приміщень значення часу початку евакуації t_{ne} слід визначати за таблицею 3.3.

Таблиця 3.3. Значення часу початку евакуації для об'єктів громадського призначення

№ з/п	Групи будинків, споруд і приміщень громадського призначення та характеристика контингенту людей	Значення часу початку евакуації людей, t_{ne} , с.		
		Будівлі, що обладнані системою оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей *		Будівлі, що не обладнані системою оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей
		I-III типів	IV-V типу	-
1	Будівлі дошкільних навчальних закладів, навчальних закладів, лікувальних закладів. Особи, які перебувають у будівлі можуть знаходитися в стані сну, бути обмеженими у пересуванні та не достатньо знайомі зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	120	540
2	Готелі, гуртожитки, спальні корпуси санаторіїв і будинків відпочинку спільного типу, кемпінги, мотелі і пансіонати. Мешканці можуть знаходитися в стані сну і не достатньо знайомі зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	120	360
3	Будівлі видовищних і культурно-освітніх установ; будівлі організацій по обслуговуванню населення. Відвідувачі знаходяться в безсонному стані, але можуть бути не знайомі зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	60	360
4	Будівлі наукових та освітніх установ, наукових і проектних організацій, органів управління установ. Відвідувачі знаходяться в безсонному стані та добре знайомі зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	90	360

* Примітка. Типи систем оповіщення та евакуація людей при пожежі залежить від її характеристик, можна виділити п'ять типів.

I тип – характерний звуковим оповіщенням: дзвінок, тонований сигнал, сирена та інше застосовується на малих і середніх об'єктах. У якості приладів управління застосовуються контрольні панелі, або приймально-контрольні прилади ОПС в поєднанні з виконавчими реле. Сигнали оповіщення про виникнення пожежі повинні відрізнятися від інших звукових сигналів.

II тип – наявність звукового оповіщення, як у першому типі доповнюється світлові таблички «ВИХІД». Оповіщення проводиться у всіх приміщеннях об'єкта одночасно. Застосовується, аналогічно системі першого типу.

III тип – характерний мовним методом оповіщення та наявністю світлових табличок. У системі встановлена черговість: спочатку оповіщається обслуговуючий персонал, а потім всі інші за черговістю.

IV тип – мається мовний метод передачі інформації, наявність світлової таблички з напрямком евакуації «ВИХІД», здійснюється зв'язок диспетчерської з зонами оповіщення. Також регламентована черговість оповіщення – спочатку персонал компанії, а потім інші присутні.

V тип – як і четвертий, володіє всіма зазначеними вище способами оповіщення, але в системі передбачена повна автоматизація управління системи та можливість різних варіантів шляхів евакуації з кожної зони об'єкта.

Системи III, IV та V типів є автоматизованими, роль людини в управлінні цими системами мінімальна, що дозволяє виключити людський фактор. Такі системи встановлюються в офісах великих компаній, банках, торгових центрах, вокзалах і аеропортах, великих підприємствах. Будь-яка з цих систем повинна бути повністю працездатною за будь-яких обставин, мати резервне електроживлення та бути у змозі провести своєчасне оповіщення та евакуацію людей із приміщень при виникненні аварійної ситуації.

Для розрахунку часу евакуації приймається найгірший результат розрахункової схеми.

Приклади й рішення:

ПРИКЛАД 1. Визначити щільність розміщення 250 людей влітку на пероні залізничної станції довжиною $L = 40$ м, шириною $b = 3$ м, якщо відомо, що 10% з них – діти, а решта – дорослі, 75% з яких мають чемодани.

РОЗВ'ЯЗАННЯ.

1. Визначаємо кількість дітей: $N_1 = 250 \cdot 0.1 = 25$. З таблиці 3.1 беремо значення $f_1 = 0.05$.
2. Визначаємо загальну кількість дорослих. Щоб знайти кількість дорослих, треба від загальної кількості людей відняти кількість дітей, тобто кількість дорослих дорівнює $250 - 25 = 225$.
3. Визначаємо кількість дорослих із сумками: $N_2 = 225 \cdot 0.75 = 168$. З рис.3.2 беремо значення $f_2 = 0.24$.

4. Визначаємо кількість дорослих без сумок. Для цього від загальної кількості дорослих віднімаємо кількість дорослих із сумками. $N_3 = 225 - 168 = 57$. З рис.2 беремо значення $f_3 = 0.10$.
5. Визначаємо площу перону: $F = L \cdot b = 40 \cdot 3 = 120$.
6. Визначаємо щільність натовпу за формулою (3.2):

$$D = \frac{N_1 f_1 + N_2 f_2 + N_3 f_3}{F} = \frac{25 \cdot 0.05 + 168 \cdot 0.24 + 57 \cdot 0.1}{120} = 0.39 \left(\frac{\text{м}^2}{\text{м}^2} \right).$$

ПРИКЛАД 2. Визначити щільність розміщення 1000 людей взимку на площі довжиною $L = 300$ м, шириною $b = 100$ м, якщо відомо, що всі вони дорослі, 40% з них з невеликими сумками, а 10% - з сумками та дітьми на руках.

РОЗВ'ЯЗАННЯ.

1. Визначаємо кількість людей з сумкою і дитиною на руках. $N_1 = 1000 \cdot 0.1 = 100$. З рис.3.2 беремо значення $f_1 = 0.26$.
2. Визначаємо кількість людей з сумками. $N_2 = 1000 \cdot 0.4 = 400$. З рис.3.2 беремо значення $f_2 = 0.18$.
3. Визначаємо кількість людей без дітей на руках та без сумок. Для цього від загальної кількості людей віднімаємо кількість людей з сумками та з дітьми на руках. $N_3 = 500$. З таблиці 3.1 беремо значення $f_3 = 0.125$.
4. Визначаємо площу: $F = L \cdot b = 300 \cdot 100 = 30000$.
5. Визначаємо щільність натовпу за формулою (3.2).

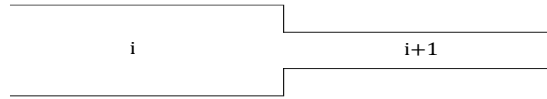
$$D = \frac{N_1 f_1 + N_2 f_2 + N_3 f_3}{F} = \frac{100 \cdot 0.26 + 400 \cdot 0.18 + 500 \cdot 0.125}{30000} = 0.005350 \left(\frac{\text{м}^2}{\text{м}^2} \right).$$

ПРИКЛАД 3. Підземний перехід від однієї станції метрополітену до іншої в часи пік вщерть заповнений людьми. Скільки потрібно часу, щоб подолати цей перехід в час пік, якщо рух людей організований в одному напрямку, горизонтальна частина переходу має довжину 125 метрів та перехід має двоє сходів – вниз і вгору, кожні довжиною 10 метрів?

РОЗВ'ЯЗАННЯ. Будемо вважати, що фраза «вщерть заповнений людьми» означає щільність потоку $D = 0.9$. Щоб подолати перехід, потрібно подолати сходи вниз, його горизонтальну частину та сходи вгору. Тоді час на подолання переходу є сума часів на подолання горизонтальної частини та сходів. Відомо, що час подолання шляху дорівнює частці від ділення довжини шляху на швидкість руху. Беручи це до уваги та підставляючи значення швидкості з таблиці 3.2, обчислимо час подолання переходу:

$$t = \frac{10}{8} + \frac{125}{15} + \frac{10}{11} = 10.5 \text{ (хв)}.$$

ПРИКЛАД 4. Люди рухаються шляхом, який має наступний вигляд:



Маємо дві горизонтальні ділянки. Ширина першої ділянки становить 6 метрів, ширина другої – 3 метри. Початкова щільність потоку становить $0.3 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Знайти швидкість руху по кожній з ділянок.

Інтенсивність руху людського потоку по ділянці визначається формулою (3.6): $q_2 = \frac{q_1 b_1}{b_2}$.

РОЗВ'ЯЗАННЯ. Для першої ділянки знаходимо значення з таблиці 3.2 для щільності потоку $0.3 \text{ м}^2/\text{м}^2$: $q_1 = 14.1, V_1 = 47$.

Розраховуємо інтенсивність потоку для другої ділянки за формулою (3.6):

$q_2 = \frac{q_1 \cdot 6}{3} = 2q_1 = 2 \cdot 14.1 = 28.2 > q_{max}$ кільки інтенсивність на другій ділянці більша q_{max} швидкість руху по такій ділянці беремо для $D = 0.9$, тобто $V_2 = 15 \text{ м/хв}$.

ПРИКЛАД 5. Якою має бути мінімальна ширина другої ділянки з попереднього прикладу, щоб швидкість руху по ній була не менше 60 метрів на хвилину?

РОЗВ'ЯЗАННЯ. Позначимо невідому нам ширину буквою x . Щоб швидкість руху через другу ділянку була не меншою 60 метрів на хвилину, потрібно, щоб інтенсивність руху по другій ділянці була не більшою приблизно за 11,63 (логічне округлення значення q з табл.3.2). Складемо нерівність відносно x .

$$\frac{q_0 \cdot 6}{x} \leq 11,63,$$

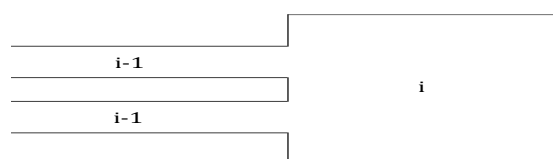
$$\frac{84.6}{x} \leq 11,63,$$

$$x \geq \frac{84.6}{11,63},$$

$$x = 7.28.$$

Отже, щоб забезпечити рух по другій ділянці зі швидкістю 60 метрів на хвилину, необхідно, щоб ширина другої ділянки була щонайменше 7.28 метрів.

Тепер припустимо наступну ситуацію: декілька ділянок зливаються в одну наступним чином:



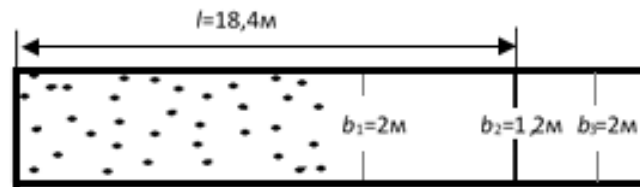
В цьому випадку інтенсивність руху в злитій ділянці визначається формулою:

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} b_{i-1}}{b_i},$$

де $\sum q_{i-1} b_{i-1}$ – сума добутків інтенсивностей руху по попередніх ділянках та їх ширини,

b_i – ширина поточної ділянки.

ПРИКЛАД 6. Людський потік кількістю $N=50$ чол. (всі люди в зимовому одязі, без багажу) має середню площу горизонтальної проекції $f=0,125$ м²/люд і щільність $D=0,22$ м²/м² та розташований в кінці першої горизонтальної ділянки довжиною $l=18,4$ м і шириною $b_1=2$ м. Друга ділянка - дверний отвір шириною $b_2=1,2$ м, за яким розташована третя горизонтальна ділянка шириною $b_3=2$ м. Знайти час проходження останньої людини крізь дверний отвір та швидкість руху на третій ділянці.



РОЗВ'ЯЗАННЯ. Оскільки $D=0,22$ м²/м², то довжина потоку

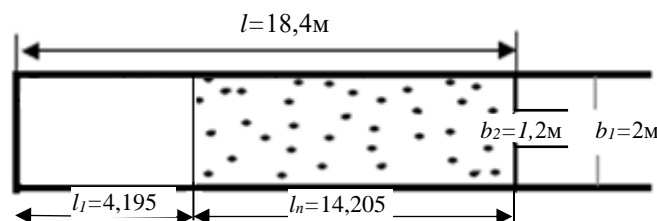
$$l_{\text{пот}} = Nf / (D_1 b_1) = 50 * 0,125 / (0,22 * 2) = 14,205 \text{ м},$$

тобто передня його частина віддалена від дверного отвору на відстань

$$l_1 = l - l_{\text{пот}} = 18,4 - 14,205 = 4,195 \text{ м}.$$

Швидкість людського потоку щільністю $D=0,22$ м²/м² по горизонтальному шляху складає $V_1=56,88$ м/хв, інтенсивність руху – $q_1=12,51$ м/хв.

Отже, першу ділянку треба умовно розбити на дві: шлях, який потік долає безперешкодно до моменту підходу його фронтальної частини до дверного отвору (l_1) та шлях, що дорівнює довжині потоку l_n (див. нижче схему).

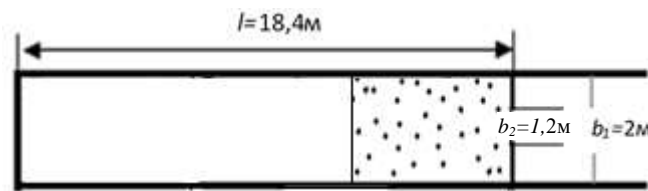


Тоді час руху до дверного отвору передньої частини людського потоку

$$t_1 = l_1 / V_1 = 4,195 / 56,88 = 0,074 \text{ хв}.$$

Далі потрібно дізнатись, чи потік буде рухатись шляхом l_n з затримкою, чи без, для чого рахуємо за формулою (3.6) інтенсивність руху по ділянці 2:

$$q_2 = \frac{q_1 \cdot b_1}{b_2} = \frac{12,51 \cdot 2}{1,2} = 20,85 > q_{0max} = 19,6 \frac{м}{хв}, \quad \text{тобто} \quad \text{рівняння} \quad \text{пропускних}$$



здібностей сусідніх ділянок шляху не дотримується: $q_1 b_1 \neq q_2 b_2$ й перед ділянкою 2 створиться скупчення людей. Оскільки ділянка 2 - це дверний отвір шириною 1,2м, то інтенсивність руху людей крізь отвір (ділянка 2) рахуємо за формулою (3.5) q_2 при $D=0,9$ $= 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,2 = 7$, м/хв.

Це означає, що величина потоку, що підходить до отвору, більше його пропускної здатності й час виходу потоку з другої частини 1 ділянки визначається його рухом крізь отвір

$$t_2 = t_{дв} = t_{ск} = \frac{N_f}{q_{2при D=0,9} b_2} = \frac{50 \cdot 0,125}{7 \cdot 1,2} = 0,744 \text{ хв.}$$

Час виходу всіх людей до третьої ділянки: $t_{1+2} = t_1 + t_2 = 0,074 + 0,744 = 0,818$ хв.

Інтенсивність на третій ділянці:

$$q_3 = \frac{q_2 b_2}{b_3} = \frac{1,2 \cdot 7}{2} = 4,2 \frac{м}{хв},$$

отже $D_3 = 0,042$, $V_3 = 100$ м/хв

ПРИКЛАД 7. Візьмемо ті ж самі умови, що і в задачі 6, тільки з шириною дверного отвору $b_2 = 1,6$ м.

РОЗВ'ЯЗАННЯ. Рух до дверного отвору й розрахунки такі ж, як в прикладі 6.

Визначимо інтенсивність руху людського потоку крізь отвір ($q_{дв}$) за формулою (3.6):

$$q_2 = q_{дв} = \frac{q_1 b_1}{b_{дв}} = \frac{12,51 \cdot 2}{1,6} = 15,63 < q_{2max} = 19,6, \text{ м/хв, тобто дотримується}$$

рівність суміжних ділянок шляху: $q_1 b_1 = q_2 b_2$ й **рух крізь отвір відбувається безперешкодно**, без утворення скупчення людей перед ним, тобто **час руху** крізь отвір t_2 у даному випадку **дорівнює 0**. Отже додаємо до часу підходу фронтальної межі потоку до отвору (t_1) з попередньої задачі час руху, який необхідно для підходу останньої людини потоку до межі отвору $t_{1+2} = \frac{l_1}{V_1} + \frac{l_{п}}{V_1} = \frac{l}{V_1}$. Таким чином, сумарний час руху останньої людини в потоці по перших двох ділянках можна підрахувати декількома способами:

$$1) t_1 + t_{пот} = \frac{l_1}{V_1} + \frac{l_{пот}}{V_{пот}} = \frac{4,195}{56,88} + \frac{14,205}{56,88} = 0,324 \text{ хв.}$$

$$2) t_1 + \frac{N_f}{q_1 b_1} = t_1 + \frac{N_f}{q_2 b_2} = \frac{l_1}{V_1} + \frac{N_f}{q_2 b_2} = \frac{4,195}{56,88} + \frac{6,25}{15,63 \cdot 1,6} = 0,324.$$

Аналізуючи розрахунки, бачимо, що в даному випадку людський потік проходить першу і другу ділянки евакуаційного шляху довжиною l без затримки, тобто з постійною швидкістю V_1 , час проходження людським потоком першої ділянки можна розрахувати значно простіше:

$$3) t_1 = \frac{l}{V_1} = \frac{18,4}{56,88} = 0,324.$$

ПРИКЛАД 8. П'ять горизонтальних ділянок шириною 2 метри зливаються в одну ділянку шириною 15 метрів. Початкова щільність потоку на всіх п'яти ділянках однакова и дорівнює 0.1. Визначити швидкість руху потоку по злитій ділянці.

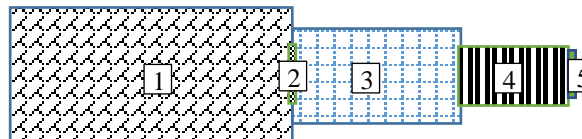
РОЗВ'ЯЗАННЯ. З таблиці визначаємо, що на п'яти вузьких ділянках інтенсивність руху потоку становить 8 м/хв. Визначаємо за формулою (3.6) інтенсивність руху по злитій ділянці:

$q_i = \frac{\sum q_{i-1} b_{i-1}}{b_i} = \frac{8 \cdot 2 \cdot 5}{15} = 5.33 < q_{max}$ Тому по злитій ділянці за табл.3.2 для інтенсивності 5.33 м/хв. швидкість руху людського потоку буде приблизно дорівнювати 100 м/хв.

Хід виконання практичної роботи.

1. Ознайомитись з вихідними даними за своїм варіантом (таблиця 3.4), приміщення знаходиться в будівлі видовищних і культурно-освітніх установ IV ступеня вогнестійкості.

План приміщень та виходів:



1 – перша ділянка - приміщення довжиною l , м шириною b , м, в якому знаходиться N людей;

2 – друга ділянка - дверний отвір шириною $b_{дв}$, м;

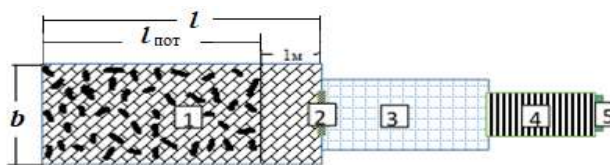
3 – третя ділянка - коридор довжиною $l_{кор}$, м, шириною $b_{кор}$, м;

4 – четверта ділянка – сходи вниз довжиною $l_{сх}$, м, шириною $b_{сх}$, м;

5 – п'ята ділянка – вихід шириною $b_{вих}$

2. Занести вихідні дані у додаток-протокол (Додаток 3.2).

3. Послідовно розрахувати час проходження кожної ділянки, беручи до уваги, що натовп займає не весь простір приміщення, а всі люди знаходяться на відстані не ближче 1 м від стіни з дверима.



4. Визначити час початку евакуації, та розрахувати загальний час від початку пожежі, який потрібен для виходу останньої людини з будівлі, маючи на увазі, що будівля оснащена системою оповіщення I типу.

5. Зробити висновки щодо можливих наслідків та в разі негативного результату дати рекомендації по вживанню заходів для досягнення належної безпеки (організаційні, конструктивні).

Примітка. Згідно з пожежними вимогами при проектуванні закладів культури має бути врахований час, необхідний для евакуації людей. Він залежить від ступеня вогнестійкості споруди. Наприклад, евакуація з будівлі I та II ступенів вогнестійкості має здійснюватися протягом 6 хвилин, III-IV ступенів — 4 хвилин, V ступеню — 3 хвилин.

Увага! Формули мають бути розгорнутими з розшифровками складових (спочатку розписати всі підстановки, а потім написати результат і дати пояснення обраним значенням, яких немає у вихідних даних).

Таблиця 3.4. Вихідні дані

№ варіанту	Розмір приміщення, м		Ширина дверного отвору приміщення, $b_{дв}$, м	Розміри коридора, ШхД, м	розмір сходів ШхД, м	Ширина виходу в небезпечне місце, м	Кількість людей в приміщенні N^* , чол.	Одяг, в який одягнуті люди	«+» - евакуація з осередку пожежі, «-» - з іншої частині будівлі
	a	b							
1	10	6	1	3x10	2x6	0,9	60	зимовий	-
2	10	5	1	3x10	2x6	0,9	50	зимовий	-
3	5	4	1	3x10	2x6	0,9	15	зимовий	-
4	8	5	1	3x10	2x6	0,9	30	зимовий	-
5	5	3	0,9	3x10	2x6	0,9	10	зимовий	-
6	10	6	0,9	3x20	2x5	1	50	літній	-
7	10	5	0,9	3x20	2x5	1	45	літній	-
8	5	4	0,9	3x20	2x5	1	10	літній	-
9	8	5	0,9	3x20	2x5	1	20	літній	-
10	5	3	0,8	3x20	2x5	1	5	літній	-
11	10	6	1	3x10	2x5	1	60	літній	+
12	10	5	1	3x10	2x5	1	50	літній	+
13	5	4	1	3x10	2x5	1	15	літній	+
14	8	5	1	3x10	2x5	1	30	літній	+
15	5	3	1	3x10	2x5	1	10	літній	+

*1/5 людей мають рюкзак, 3/5 – невелику сумку (не більше 0,25x0,4м) в руках, решта – без багажу.



Шляхи евакуації

- | | | | | | |
|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|
| | | | | | |
| Евакуаційний вихід | Евакуаційний вихід | Зсунути, щоб відкрити | Штовхнути, щоб відчинити | Потягнути, щоб відчинити | Розбити, щоб отримати доступ |

Обладнання для пожегогасіння Засоби оповіщення про пожежу та засоби ручного керування

- | | | | | | | |
|-------------|------------------------|-----------------|--|---------------------------------------|---------------------|---------------------------|
| | | | | | | |
| Вогнегасник | Пожежний кран-комплект | Пожежна драбина | Телефон, що його використовують у разі надзвичайної ситуації | Комплект обладнання для пожегогасіння | Звуковий сповіщувач | Пристрій ручного вмикання |

Додаткові знаки



Стрілки напрямку на шлях евакуації

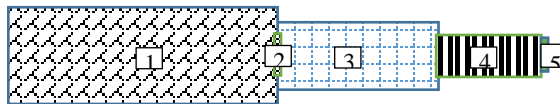


Напрямок до місця розташування обладнання для пожегогасіння або пристрою оповіщення

Звіт щодо виконання практичної роботи №3

Студента _____ групи _____ Варіант _____

План приміщень та виходів:



- 1 – перша ділянка - приміщення довжиною l , м шириною b , м, в якій знаходиться N людей;
- 2 – друга ділянка - дверний отвір шириною $b_{дв}$, м;
- 3 – третя ділянка - коридор довжиною $l_{кор}$, м, шириною $b_{кор}$, м;
- 4 – четверта ділянка – сходи вниз довжиною $l_{сх}$, м, шириною $b_{сх}$, м;
- 5 – п’ята ділянка – вихід шириною $b_{вих}$

Вихідні дані для розрахунків:

одяг людей (зимовий чи літній) -

людей без багажу	$N_{без\ баг} =$	_____	=
людей з рюкзаком	$N_{рюкз} =$	_____	=
людей з сумкою в руках	$N_{сумк} =$	_____	=

1 ділянка: $l =$ _____ $b =$ _____

2 ділянка: $b_{дв} =$ _____

3 ділянка: $l_{кор} =$ _____ $b_{кор} =$ _____

4 ділянка: $l_{сх} =$ _____ $b_{сх} =$ _____

5 ділянка: $b_{вих} =$ _____

Люди знаходяться в осередку пожежі («так» чи «ні») –

Розрахунки* для визначення загального часу евакуації з будівлі:

*Примітка. Розрахунки з точністю до тисячних

1. Перша ділянка

1.1. _____ = _____, м $l_{пот} =$ _____

1.2. Щільність натовпу (розгорнута формула)

$D_1 = \frac{\text{_____}}{\text{_____}} = \frac{\text{_____}}{\text{_____}} = \text{_____}, \text{ м}^2/\text{м}^2$

1.3. Інтенсивність натовпу** - _____ м/хв

1.4. Швидкість натовпу** - _____ м/хв

** для щільності $D = \text{ОКРУГЛВВЕРХ}(D_1)$

1.5. Довжина шляху просування натовпу до дверей _____ = _____, м
 $l_1 =$ _____

1.6. Час проходження ділянки до дверей $t_1 =$ _____ = _____, хв

2. Друга ділянка

2.1. Інтенсивність на другій ділянці

2.2. $t_2 = t_{\partial 6} =$ _____ $=$ _____ , хв

3. Третя ділянка

3.1. Інтенсивність на третій ділянці

3.2. Швидкість проходження третьої ділянки – _____ м/хв

3.3. $t_3 =$ _____ $=$ _____ , хв

4. Четверта ділянка

4.1. Інтенсивність на четвертій ділянці

4.2. Швидкість проходження четвертої ділянки – _____ м/хв

4.3. $t_4 =$ _____ $=$ _____ , хв

5. П'ята ділянка

5.1. Інтенсивність на п'ятій ділянці

5.2. $t_5 = t_{вих} =$ _____ $=$ _____ , хв

6. Розрахунковий час від початку пожежі до виходу з будівлі останньої людини

$t^* =$

**складові формули мають бути розписані!*

7. Висновки:

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4 "Безпека під час техногенних та інших НС. Характеристика хімічних забруднень (неорганічні, органічні). Аналіз ситуації та визначення дій внаслідок аварії з викидом (виливом) хімічних речовин"

Мета роботи – отримати уяву про вплив хімічно-небезпечних речовин на організм людини, вміти оцінювати ситуацію й вживати заходи при настанні НС техногенного характеру із забрудненням довкілля хімічно-небезпечними речовинами. Знання типів хімічно-небезпечних речовин, розуміння процесів їх впливу на організм працівника та вміння розрахувати допустимий час знаходження на зараженій ділянці, забрудненій хімічно-небезпечними речовинами.

Зміст теми. Характеристика зон хімічного зараження. Визначення параметрів зон забруднення небезпечними хімічними речовинами (НХР) під час аварійного прогнозування можливої обстановки за відповідними таблицями (класу стійкості атмосфери, напрямку розповсюдження хмари, довжини, ширини зони забруднення та площі зони, глибини, часу підходу хмари забрудненого повітря до об'єкту господарювання (ОГ), тривалості дії ураження НХР. Розрахунок масштабів хімічного забруднення при довгостроковому прогнозуванні за еквівалентними значеннями небезпечно хімічних речовин в первинній і вторинній хмарі.

Розв'язування типових завдань з оцінки хімічної обстановки.

Превентивні заходи щодо зниження масштабів хімічного впливу на ОГ та АТО. Визначення комплексу заходів захисту персоналу і матеріальних цінностей ОГ та АТО у разі виникнення аварії на радіаційно чи хімічно небезпечному об'єкті. Протирадіаційний захист (термінові, невідкладні, довгострокові контрзаходи) в умовах радіаційної аварії, критерії для прийняття рішення щодо їхнього запровадження. Типові режими радіаційного захисту і функціонування ОГ в умовах радіоактивного забруднення місцевості.

Хід роботи. Номери варіантів вихідних даних студенти отримують від викладача після роз'яснення ним методики виконання роботи. Кожен студент працює самостійно, виконуючи потрібні розрахунки за вихідними даними по своєму варіанту, вказаному викладачем. По результатах дослідження студенти формулюють висновки, в яких пропонують необхідні міри захисту.

Умова: На відстані R від виробничого цеху розташовано хімічно небезпечний об'єкт. Під час можливої аварії на ХНО з витоком сильно діючих отруйних речовин (СДОР) та з вітром в бік виробничого цеху він може потрапити в осередок ураження.

Завдання: Оцінити хімічну обстановку, яка може скластися в районі виробничого цеху під час аварії на ХНО. Варіанти вихідних даних наведені в Додатку 4.2. При оцінці обстановки вирішити наступні завдання:

Задача 1. Розрахувати глибину, ширину і площу ЗХЗ.

Задача 2. Розрахувати час підходу хмари зараженого повітря до цеху.

Задача 3. Визначити тривалість зараження цеху.

Задача 4. Визначити можливі втрати серед робітників цеху. Оцінити можливі наслідки впливу вибуху на виробничий цех.

Під оцінкою хімічної обстановки розуміють рішення задач з різних варіантів дії людей на зараженій місцевості, аналіз отриманих результатів та вибір найбільш доцільного варіанту дій, при якому хімічне ураження людей буде мінімальним.

Задача 1. Визначення розмірів і площі ЗХЗ

ЗХЗ, яка утворюється на місцевості, може бути прогнозована у вигляді рівнобедреного трикутника (рис.6.1) з глибиною (Γ), шириною (Π) та площі (S).

Розміри ЗХЗ залежать від багатьох факторів, у тому числі: а) типу і кількості НХР, що може вилитися під час аварії;

б) умов збереження НХР (ємність з НХР може знаходитись на поверхні землі, не маючи захисного валу чи піддону – це не обвалована ємність; ємність, що має піддон або захисний вал, буде обвалованою);

в) ступеня вертикальної стійкості повітря (інверсія, коли знизу холодне повітря, а зверху – тепле, перемішування повітря у вертикальній площині мінімальне; ізотермія – температура по висоті майже не змінюється; конвекція – знизу тепле повітря, зверху холодне, перемішування повітря у вертикальній площині максимальне);

г) швидкості вітру;

д) характеру місцевості на шляху руху хмари зараженого повітря (закрита місцевість при наявності пагорбів, високого лісу, високих будинків; відкрита місцевість – при відсутності перешкод).

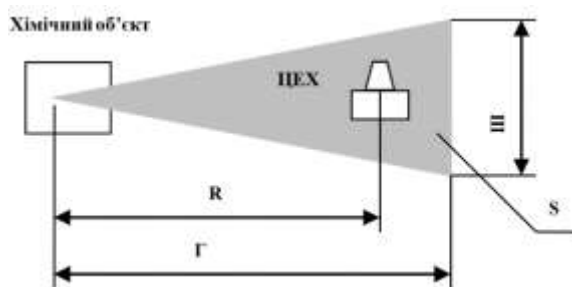


Рис. 4.1. Прогнозована зона хімічного зараження

Визначення глибини ЗХЗ пропонується табличним методом (Таблиця 4.1) з використанням поправочних коефіцієнтів:

$$\Gamma = \Gamma_{\text{табл}} \cdot \frac{K_{\epsilon}}{K_{\text{обв}} \cdot K_{\text{місц}}},$$

де $\Gamma_{\text{табл}}$ – глибина ЗХЗ, що отримана з Додатку 4.1;

$K_{\text{обв}}$ – коефіцієнт, що враховує наявність обвалування у ємності з НХР ($K_{\text{обв}} = 1,5$ для обвалованій ємності і $K_{\text{обв}} = 1$ для не обвалованої);

$K_{\text{місц}}$ – коефіцієнт, що враховує характер місцевості (для відкритої – $K_{\text{місц}} = 1$, для закритої – $K_{\text{місц}} = 3,5$);

K_{ϵ} – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл.4.2).

Таблиця 4.1. Глибина ЗХЗ на відкритій місцевості для не обвалованій ємності та швидкості вітру 1 м/с

Тип НХР	Кількість НХР в ємності, тонн					
	5	10	25	50	75	100
ПРИ ІНВЕРСІЇ						
Хлор, фосген	23	40	80	Більш як 80		
Аміак	3,5	4,5	6,5	9,5	12	15
Сірчистий ангідрид	4	4,5	7	10	12,5	17,5
ПРИ ІЗОТЕРМІЇ						
Хлор, фосген	4,6	7	4,5	16	19	21
Аміак	0,7	,09	1,3	1,9	2,4	3
Сірчистий ангідрид	0,8	0,9	1,4	2	2,5	3,5
ПРИ КОНВЕКЦІЇ						
Хлор, фосген	1	1,4	1,96	2,4	2,85	3,15
Аміак	0,21	0,27	0,39	0,5	0,62	0,66
Сірчистий ангідрид	0,24	0,27	0,42	0,52	0,65	0,77

Таблиця 4.2. Поправочний коефіцієнт на швидкість вітру

Швидкість вітру		1	2	3	4
Поправочний коефіцієнт K_{ϵ}	інверсія	1	0,6	0,45	0,38
	ізотермія	1	0,71	0,55	0,5
	конвекція	1	0,7	0,62	0,55

Ширина ЗХЗ залежить від глибини зони і ступеня вертикальної стійкості повітря

$Ш = 0,2 \cdot \Gamma$ – при інверсії;

$Ш = 0,35 \cdot \Gamma$ – при ізотермії;

$Ш = 0,6 \cdot \Gamma$ – при конвекції.

Площа ЗХЗ у вигляді рівнобедреного трикутника дорівнює $S = 0,5 \cdot \Gamma \cdot Ш$

Задача 2. Розрахувати час підходу хмари зараженого повітря до цеху.

Час підходу хмари зараженого повітря до відповідного об'єкта залежить від відстані (R) між об'єктом та місцем аварії, а також від швидкості переміщення (W) хмари.

$$t_{\text{підх}} = \frac{R}{W}$$

Середня швидкість переміщення переднього фронту хмари залежить від швидкості приземного вітру і ступеня вертикальної стійкості повітря (табл.4.3)

Таблиця 4.3. Середня швидкість переміщення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год

Швидкість вітру, м/с	1	2	3	4
Інверсія	5	10	16	21
Ізотермія	6	12	18	24
Конвекція	7	14	21	28

Задача 3. Визначити тривалість зараження цеху.

Тривалість зараження цеху, або час ура жальної дії ($t_{\text{ур}}$) НХР, визначається тривалістю випаровування ($t_{\text{вип}}$) розлитої НХР:

$$t_{\text{ур}} = t_{\text{вип}} = \frac{G}{C_{\text{вип}}}$$

де G – маса розлитої НХР;

$C_{\text{вип}}$ – швидкість випаровування.

Пропонується спрощений (табличний) метод розрахунку часу дії ураження НХР

$$t_{\text{ур}} = t_{\text{ур.табл.}} \cdot K_{\text{ув}}$$

де $t_{\text{ур.табл.}}$ – табличне значення величини (табл.4.4);

$K_{\text{ув}}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл.4.5).

Таблиця 4.4. Час ура жальної дії НХР (в годинах) для швидкості вітру 1 м/с

НХР	Наявність обвалування у ємності	
	Не обвалована	Обвалована
Хлор	1,3	22
Фосген	1,4	23
Аміак	1,2	20
Сірчистий ангідрид	1,3	20

Якщо швидкість вітру відрізняється від 1 м/с, то отриманий з табл.4.4 результат треба помножити на поправочний коефіцієнт (табл.4.5)

Таблиця 4.5. Поправочний коефіцієнт, що враховує швидкість вітру

Швидкість вітру, м/с	1	2	3	4
Поправочний коефіцієнт	1	0,7	0,54	0,43

Задача 4. Визначити можливі утрати серед робітників цеху.

Утрати серед людей залежать від ступеню їх захисту та своєчасного використання протигазів. Під час зараження цеху люди можуть знаходитись у сховищах (якщо вони є), в приміщеннях будинків, де вони працюють, або на відкритій місцевості. Будинки мають відповідні захисні властивості, тому утрати серед людей, які там знаходяться, будуть меншими. Протигазу значно підвищують захист людей, але не дають повної гарантії їх безпеки. Так, протигазу невірної підбраного розміру, старі (що втратили свої захисні властивості) знижують імовірність захисту людей від ураження.

Можливі утрати людей (У %) визначаються з табл.4.6

Таблиця 4.6. Можливі утрати людей в осередку хімічного ураження, %

Умови перебування людей	Забезпеченість протигазами									
	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100
В будівлях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4
Поза будівлями (на відкритій місцевості)	90...100	75	65	58	50	40	35	25	18	10

Задача 5. Загальні висновки

Чи потрапляє цех у ЗХЗ (визначається порівнянням розрахункової глибини ЗХЗ і заданої відстані від цеху до місця аварії і при $\Gamma \geq R$ – потрапляє, при $\Gamma < R$ – не потрапляє);

б) Доцільний спосіб захисту* робітників цеху (евакуація, або укриття в сховищі – визначається шляхом розрахунків);

в) Які заходи доцільно вжити заздалегідь, до виникнення аварії (розробити план евакуації, підтримувати сховище у готовності до укриття людей; забезпечити усіх робітників протигазами).

Примітка. Доцільний спосіб захисту людей обирається з таких міркувань:

Використання протигазів є обов'язковим для всіх з моменту оповіщення про небезпеку і до тих пір, доки люди не вийдуть у безпечний район, або не укриються у сховищі.

Евакуація в безпечний район є найкращим способом захисту від хімічної небезпеки. Евакуюють людей, як правило, в бік перпендикулярний напрямку вітру. Щоб вийти з ЗХЗ вважається достатнім час

$$t_{\text{пyx}} = \frac{Ш}{V_{\text{пyx}}},$$

де $Ш$ – ширина ЗХЗ (метрах);

$V_{\text{пyx}}$ – швидкість руху людей (середня швидкість руху людей прискореним кроком є 80 м/хв).

Люди можуть встигнути евакуюватись, якщо час підходу зараженої хмари

$$t_{\text{nidx}} > t_{\text{пyx}} + t_{\text{on}},$$

де t_{on} – час потрібний для оповіщення людей.

Для умов цієї роботи для всіх варіантів беремо $t_{\text{on}} = 2$ хв. Тоді умовою для евакуації людей буде $t_{\text{nidx}} \geq t_{\text{пyx}} + 2\text{хв}$.

Якщо люди не встигають евакуюватись (тобто $t_{\text{nidx}} < t_{\text{пyx}} + 2\text{хв}$), то доцільним вважається укриття людей в сховищі

Результати виконання практичної роботи оформити в звіт за формою, наведеною в додатку 4.1, за вихідними даними, наведеними в додатку 4.2.

Приклад оформлення звіту

Оцінити хімічну обстановку в районі виробничого цеху, яка може скластися після аварії на ХНО та напряму вітру в бік цеху.

Вихідні дані

Відстань від цеху до хімічного об'єкта – 2,5 км.

Тип і маса НХР – фосген, 5 тон.

Ємність з НХР – обвалована.

Ступінь вертикальної стійкості повітря – інверсія.

Швидкість приземного вітру – 2 м/с.

Характер місцевості між цехом і ХНО – відкрита.

Забезпеченість робітників протигазами – 80%.

Розв'язання задач

1. Визначення розмірів ЗХЗ.

Глибина ЗХЗ розраховується за формою

$$Г = Г_{\text{табл}} \cdot \frac{K_e}{K_{\text{обв}} \cdot K_{\text{місц}}}$$

З Додатку 1 знаходимо глибину ЗХЗ ($Г_{\text{табл}}$): $Г_{\text{табл}} = 23$.

Для обвалованої ємності $K_{\text{обв}} = 1,5$, для закритої місцевості $K_{\text{місц}} = 3,5$ і для швидкості вітру – 2 м/с при інверсії $K_e = 0,6$.

В результаті отримуємо глибина ЗХЗ $Г = 23 \frac{0,6}{1,5 \cdot 3,5} = 2,6 \text{ км}$.

Ширина ЗХЗ для інверсії: $Ш = 0,2 \cdot Г = 0,2 \cdot 2,6 = 0,52 \text{ км}$.

Площа ЗХЗ: $S = 0.5 \cdot \Gamma \cdot Ш = 0,5 \cdot 2,6 \cdot 0,52 = 0,68 \text{ км}^2$.

Попередній висновок. Якщо глибина ЗХЗ – 2,6 км, а відтань до НХО – 2,5 км, то цех потрапляє в ЗХЗ.

2. Визначення часу підходу хмари зараженого повітря до цеху

Час підходу зараженої хмари до цеху розраховуємо за формулою $t_{нідх} = \frac{R}{W}$.

Величину середньої швидкості руху переднього фронту хмари для заданих вихідних даних знаходимо з табл.2.2 $W = 10 \text{ км/год}$.

Тоді, при $R = 2,5 \text{ км}$ $t_{нідх} = \frac{2,5}{10} = 0,25 \text{ год} = 15 \text{ хвилини}$.

Висновок. Через 15 хвилин після розливу почнеться зараження території цеху.

3. Визначення тривалості зараження цеха (часу уражальної дії НХР).

Як було розглянуто $t_{yp} = t_{yp.табл.} \cdot K_{ув}$.

З табл.2.3 знаходимо, що для фосгену в обвалованій ємності $t_{yp.табл.} = 23 \text{ год}$.

Для швидкості вітру – 2 м/с з табл.2.4 знаходимо $K_{ув} = 0,7$.

Таким чином, $t_{yp} = 23 \cdot 0,7 = 16,1 \text{ год}$.

Висновок. Тривалість зараження території розташування цеху очікується на протязі 16,1 год.

4. Визначення можливих утрат людей, працюючих в цеху.

Для наведених вихідних даних з табл.2.5 знаходимо, що можливо ураження:

14% людей з тих, хто працює в будівлі;

25% людей з тих, хто працює (знаходиться) поза будівлею на відкритій місцевості.

5. Загальні висновки

1. Визначено, що $\Gamma > R$, це означає, що цех потрапляє в ЗХЗ.

2. Час руху людей із ЗХЗ

$$t_{пух} = \frac{Ш}{80} = \frac{520}{80} = 6,5 \text{ хв.}$$

Враховуючі, що $t_{нідх} = 15 \text{ хв}$, $t_{нідх} > t_{пух} + 2 \text{ хв} = 6,5 + 2 = 8,5 \text{ хв}$.

Доцільним способом захисту людей є евакуація їх у безпечний район.

3. Проведення евакуаційних заходів при загрозі або під час НС дозволяє надійно захистити велику кількість населення. Недоліками цього способу захисту є велика потреба у часі (від декількох годин до доби) і великі матеріальні та людські витрати.

Для запобігання великих людських і матеріальних втрат в зоні зараження на даному підприємстві скласти план евакуації, забезпечити (перелічити основні заходи та засоби захисту в ЗХЗ та дії керівника підприємства)

Звіт щодо виконання практичної роботи №4

Прізвище, ініціали _____ група _____ номер варіанту _____

Вихідні дані:

Найменування НХР -

Маса НХР (G), т -

Наявність обвалування -

Відстань до місця аварії (R), км -

Характеристика місцевості -

Ступінь вертикальної стійкості повітря -

Швидкість вітру (V), м/с -

Забезпеченість протигазами, % -

Розрахункова частина:**1. Визначення розмірів і площі ЗХЗ** $\Gamma_{\text{табл.}} =$ коефіцієнт обвалування, $K_{\text{обв}} =$ коефіцієнт місцевості, $K_{\text{місц}} =$ коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, $K_{\text{в}} =$ глибина $\Gamma =$ ширина $\Pi =$ площа $S =$ ***Попередній висновок:*****2. Час підходу хмари зараженого повітря до цеху**швидкості переміщення хмари $W =$ час підходу хмари $t_{\text{підх}} =$ ***Висновок:***

3. Тривалість зараження цеху

часу ураження $t_{ур.табл} =$

поправочний коефіцієнт $K_{шв} =$

часу дії ураження $t_{ур} =$

Висновок:

4. Можливі утрати серед робітників цеху

Утрати в будівлях $У_{буд} =$

Утрати поза будівлями (на відкритій місцевості) $У_{місц} =$

5. Загальні висновки

1. Чи потрапляє цех у ЗХЗ –

2. Час руху людей із ЗХЗ $t_{рух} =$

доцільний спосіб захисту робітників цеху (евакуація, укриття в сховищі,..) –

3. ЗАКЛЮЧЕННЯ:

Вихідні дані за варіантами

Задані параметри	ВАРІАНТИ											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Найменування НХР	Фосген					Сірчистий ангідрид					Хлор	
Маса НХР (G), т	10	25	50	75	100	100	25	50	75	100	10	25
Наявність обвалування	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Обвал.	Обвал.	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Не обв.
Відстань до місця аварії (R), км	4	3	5	6	2	0,7	2,5	1,2	1	0,6	1,3	1,0
Характеристика місцевості	Закрит.	Закрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.	Закрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.
Ступінь вертикальної стійкості повітря	Інверсія		Ізотермія		Конвекція		Інверсія		Ізотермія		Конвекція	
Швидкість вітру (V), м/с	1	2	3	3	1	1	2	3	2	1	1	2
Забезпеченість протигазами, %	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100
	ВАРІАНТИ											
Задані параметри	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Найменування НХР	Хлор			Аміак				Фосген				
Маса НХР (G), т	50	75	100	100	75	50	25	10	25	50	75	100
Наявність обвалування	Обвал.	Обвал.	Обвал.	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Не обв.
Відстань до місця аварії (R), км	9	11	9	0,8	0,6	1,2	2	8	3	1,5	1,5	2
Характеристика місцевості	Відкрит.	Відкрит.	Закрит.	Відкрит.	Відкрит.	Закрит.	Закрит.	Відкрит.	Закрит.	Закрит.	Відкрит.	Відкрит.
Ступінь вертикальної стійкості повітря	Конвекція		Ізотермія			Інверсія			Ізотермія		Конвекція	
Швидкість вітру (V), м/с	1	1	2	1	2	3	1	1	1	3	1	2
Забезпеченість протигазами, %	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5 «Безпека під час техногенних та інших НС. Радіоактивне забруднення та його вплив на здоров'я людини. Прогнозування й оцінка радіаційної обстановки внаслідок аварії на радіаційно небезпечному об'єкті. РНР і заходи безпеки»

Мета роботи – отримати уяву про вплив радіації на організм людини, вміння оцінювати ситуацію й вживати заходи при настанні НС техногенного характеру з забрудненням довкілля радіацією. Знання одиниць вимірювання, розуміння природних процесів зниження активності радіоактивних елементів та вміння розрахувати допустимий час знаходження на зараженій ділянці

Радіаційна аварія - подія, внаслідок якої втрачено контроль над ядерною установкою, джерелом іонізуючого випромінювання та яка призводить або може призвести до радіаційного впливу на людей та навколишнє природне середовище, що перевищує допустимі межі встановлених нормам, правил і стандартів з безпеки. На сьогодні в Україні діють 4 атомні електростанції з 15 енергоблоками.

Всі види радіоактивного випромінювання, що супроводжують радіоактивність, називають іонізуючими випромінюваннями.

Іонізуюче випромінювання – потоки електромагнітних хвиль або частинок речовини, що здатні при взаємодії з речовиною утворювати в ній іони. До іонізуючого випромінювання відносять альфа-, бета-, гамма-промені, рентгенівське випромінювання, а також інші високоенергетичні заряджені частинки на кшталт протонів та іонів, отриманих у прискорювачах. Іонізуюче випромінювання - це, перш за все, рентгенівське, гамма-, бета-, альфа- та нейтронне випромінювання.

Альфа-випромінювання – це потік альфа-частинок (ядер атома гелію). Кожна альфа-частинка складається з 2 нейтронів і 2 протонів. Іонізуюча здатність альфа-частинок дуже велика, а проникаюча незначна – аркуш паперу повністю затримує їх потік. Зовнішнє опромінення від потоку практично нешкідливе, але попадаючи з повітрям, водою їжею в середину організму викликає внутрішнє опромінення діючи на незахищені клітини тканин організму.

Бета-випромінювання – це потік бета-частинок (потік електронів й позитронів). Маса бета-часток в 1280 раз менша від альфа-часток тому іонізуюча властивість їх менша, але більша проникаюча здатність. Одяг поглинає до 50% бета-частинок, а віконне скло їх повністю поглинає. Бета-частинки проникають в тканини організму на глибину до 2 см

Гамма-випромінювання розповсюджується з швидкістю світла на відстань в повітрі на сотні метрів. Іонізуюча здатність значно менша ніж у альфа- і бета-променів, але вони мають велику проникаючу здатність. Проникливість гамма-променів високої енергії настільки висока, що їх можуть зупинити лише товста свинцева чи бетонна плита. Кращий захисник – важкі метали.

Нейтронне випромінювання - це потік нейтронів, який виникає в процесі ядерного поділу в реакторах, чи внаслідок спонтанного поділу в ядерних матеріалах. Оскільки нейтрони - це електронейтральні частинки, то вони глибоко проникають у всяку речовину, включаючи живі тканини. Кращий захисник вода, парафін, бетон

Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Ураження людей іонізуючим випромінюванням визначається сумарною дозою, що одержана організмом, характером опромінювання і його тривалістю. Підвищений вміст радіонуклідів в навколишньому середовищі створює радіоактивне забруднення місцевості, яке стає джерелом зовнішнього опромінювання живих організмів. З навколишнього середовища радіонукліди здатні мігрувати попадаючи з повітрям, водою і їжею в організм людини де накопичуються там і приводять до ураження її організму викликаючи внутрішнє опромінювання, яке більш небезпечніше від зовнішнього опромінювання, так як воно діє на незахищені тканини організму на клітинному рівні. Наслідки впливу радіації на організм людини можуть мати різний характер. Виділяють стохастичні (без порогові, виникають при будь-яких дозах іонізуючого випромінювання – злоякісні пухлини, лейкози, генетичні (ті що передаються нащадкам, наступним поколінням)) та детерміновані ефекти (променева хвороба).

Дія іонізуючого випромінювання на організм поділяється на зовнішнє, контактне та внутрішнє опромінювання.

Зовнішнє опромінювання – вплив на організм під дією джерел іонізуючого випромінювання, і поділяють на опромінювання всього організму та місцеве опромінювання. Зовнішнє опромінювання людини являється основним на підприємствах та в закладах, які використовують у своїй повсякденній практиці джерела іонізуючого випромінювання. Відомо, що гамма-випромінювання має високу проникаючу дію, тому несе в собі основний внесок у зовнішнє опромінювання всього тіла людини. Бета-опромінювання проникає в організм на глибину 0,2 мм, і в порівнянні з гамма-випромінюванням є дуже слабким. Альфа-випромінювання, маючи велику ступінь іонізації, не може подолати верхній шар шкіри, як наслідок, не несе у собі небезпеку з точки зору зовнішнього опромінювання.

Контактне опромінювання – різновид зовнішнього опромінювання, коли радіоактивні речовини безпосередньо торкаються до незахищеної шкіри. Шкіра, у

цьому випадку піддається інтенсивному опроміненню. При цьому, радіоактивні речовини можуть осідати у порах, протоках потових і сальних залоз забезпечуючи хронічне опромінення даних ділянок шкіри. При безпосередньому впливові на шкіру іонізуючого випромінювання на ній можуть виникнути окремі або згруповані пухирі, спостерігається згладжування рельєфного малюнку шкіри, виразне потовиділення на пальцях при сухих долонях.

Внутрішнє опромінення відбувається за рахунок радіонуклідів, які потрапили усередину організму через органи дихання, шлунково-кишковий тракт та шкірних покривів.

Дія радіації характеризується величиною **дозы випромінювання**, тобто кількістю енергії радіоактивного випромінювання, яка поглинається одиницею маси опроміненого середовища. Організм людини поглинає енергію іонізуючого випромінювання від якої залежить ступінь її променевого ураження. Міру цієї поглинутої енергії іонізуючого випромінювання характеризує доза опромінення, яка залежить від потужності джерела іонізуючого випромінювання, щільності потоку альфа- і бета- частинок, нейтронів, тривалості впливу, площі опромінення і маси. Одна й та ж доза може накопичуватися за різний час, причому біологічний ефект опромінення залежить не тільки від величини дози, а й від часу її накопичення. Чим швидше отримана дана доза, тим її більша вражаюча дія і навпаки. величина, яка характеризує швидкість накопичення дози за одиницю часу називається **потужністю дози** і визначається як відношення величини набраної дози до проміжку часу, за який вона була отримана.

Розрізняють поглинуту, експозиційну і еквівалентну дози

Експозиційна доза (X) – це доза, яка використовується для оцінки джерела іонізуючого випромінювання і створеного ним радіаційного поля зумовленого дією гамма випромінювання у повітрі. Вона характеризує радіаційну обстановку навколишнього середовища. Це потенційна небезпека опромінення. Людина може ввійти в це поле і опромінитись, а може не ввійти і не підпасти під опромінення, а радіаційне поле з визначеною дозою опромінення як було так і залишилось. Саме експозиційну дозу вимірюють дозиметричними приладами. Експозиційну дозу вимірюють в системі СІ в кулонах на кілограм (Кл/кг) та позасистемних одиницях – рентгенах (Р). Один рентген – це така доза гамма-випромінювання, яка створює в 1 м³ повітря близько 2 млрд. пар іонів: $P = 2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг.

На практиці застосовують менші часткові одиниці: мілірентген (1 Р = 1000 мР; 1 мР = 10⁻³ Р) і мікрорентген (1 Р = 1 000 000 мкР; 1 мкР = 10⁻⁶ Р).

Одиницею потужності експозиційної дози ($X = X/t$) в системі СІ є ампер на кілограм (А/кг), а несистемною одиницею для вимірювання випромінювань у

повітрі є рентген за годину (Р/год), мілірентген за годину (мР/год), мікрорентген за годину (мкР/год). Складовими потужності експозиційної дози є рівень радіації і природній радіаційний фон. $E = E_{\text{прф}} (9-14\text{мкР/г}) + E_{\text{рр}} (60\text{ мкР/г і більше})$

Рівень радіації (термін вживається при аварії на АЕС і при ядерних вибухах) характеризує інтенсивність випромінювання по гамма– випромінюванню джерел ІВ і вимірюється в рентгенах за годину (Р/год). Чим більший рівень р/а, тим менше часу повинні знаходитись на забрудненій ділянці люди, щоб отримана ними доза опромінення не перевищила допустиму.

Експозиційна доза є кількісною характеристикою гамма- чи рентгенівського випромінювання.

Поглинута доза (D) - показує, яку кількість енергії різних видів іонізуючого випромінювання поглинуто одиницею маси опроміненої речовини і визначається відношенням поглинутої енергії іонізуючого випромінювання (Дж) до маси речовини (кг). Вона являється основною дозиметричною величиною для оцінки радіаційної безпеки.

Поглинута доза характеризує не саме випромінювання, а ступінь його дії на середовище, так як один і той же потік в різному середовищі може сформувати різну величину поглинутої дози. Для визначення поглинутої дози опромінення біологічних об'єктів спочатку вимірюють експозиційну дозу в рентгенах, потім перемножують показник експозиційної дози на коефіцієнт пропорційності - S і отримують поглинуту дозу в радах.

Якщо доза випромінювання в повітрі дорівнює 1 Р, то поглинута доза для живого організму буде 0,88 рад. Поглинуту дозу вимірюють в греях (Гр) (система СІ: 1 Гр = 1 Дж/кг), позасистемно – в **радах (rad – radiation adsorbed dose)**. 1 Гр — це така доза, при якій масі речовини в 1 кг передається енергія іонізуючого випромінювання в 1 джоуль. 1 Гр = 1 Дж/кг, 1 Гр=100 рад, 1 рад = 0,01 Гр.

Для характеристики розподілу дози опромінення у часі використовують величину **потужності поглинутої дози**, або інтенсивність випромінювання під якою розуміють кількість енергії випромінювання, яка поглинається за одиницю часу масою опроміненої речовини.

Потужність поглинутої дози ($D = D/t$), в системі СІ є греї за секунду (Гр/с) і джоуль на кілограм за секунду (Дж/кг/с), а позасистемною — рад за секунду (рад/с).

Проте поглинута доза іонізуючого випромінювання не враховує того, що вплив на біологічний об'єкт однієї і тієї ж дози різних видів випромінювань неоднаковий і має різну небезпеку. Скажімо, альфа-випромінювання більш небезпечне, ніж бета-випромінювання або гамма-випромінювання.

Поглинута доза характеризує радіаційний ефект для всіх видів органічних і хімічних тіл, крім живих організмів.

Щоб врахувати ефект дії іонізуючого випромінювання на живі організми введено поняття еквівалентної дози.

Еквівалентна доза (H) - це дозиметрична величина для оцінки шкоди здоров'ю людини від дії іонізуючого випромінювання будь-якого складу, дорівнює добутку поглинutoї дози на коефіцієнт якості.

Вона враховує ті обставини, що при опроміненні живих організмів виникають різні біологічні ефекти ураження, різниця між якими при одній і тій же поглинutoї дозі пояснюється неоднаковою щільністю іонізації випромінювання.

Щоб урахувати нерівномірність ураження від різних видів випромінювань введено коефіцієнт якості k . Він показує у скільки разів оцінюваний вид випромінювання біологічно небезпечний ніж гамма- випромінювання при однаковій поглинutoї дозі.

Одиницею еквівалентної дози в системі СІ є Зіверт (Зв, Sv), $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} \times k$, де k – коефіцієнт якості іонізуючого випромінювання), позасистемною одиницею є бери (1 бер дорівнює $1 \text{ рад} \times k$, де k – коефіцієнт якості іонізуючого випромінювання, коефіцієнт якості іонізуючого випромінювання k дорівнює: для γ і β випромінювання 1-2; для нейтронного, протонного і α -випромінювання 25-30). За основний вид випромінювання (еквівалент), з яким порівнюють усі інші, прийняте гамма або рентгенівське випромінювання

Для обліку біологічної ефективності випромінювань введена несистемна одиниця поглинutoї дози – **біологічний еквівалент рентгена (бер)** — це доза будь-якого виду випромінювання, яка створює в організмі такий же біологічний ефект, як і рентгенівського або гамма-випромінювання. Доза в берах виражається тоді, коли необхідно оцінити загальний біологічний ефект незалежно від типу діючих випромінювань. $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$, $1 \text{ бер} = 0,01 \text{ Зв}$.

За одиницю виміру питомої вагової активності речовини прийнято беккерель на кілограм (Бк/кг), а не системна одиниця — кюрі на кілограм (Ки/кг).

Одиницею виміру питомої активності рідкого і газоподібного середовища в системі СІ є беккерель на літр (Бк/л), а несистемна одиниця - кюрі на літр (Ки/л).

За одиницю виміру питомої активності зараження площі в системі СІ є беккерель на квадратний кілометр (Бк/кв.км), позасистемна одиниця — кюрі на квадратний кілометр (Ки/км²).

Забруднення предметів навколишнього середовища радіоактивними речовинами характеризується щільністю потоку корпускулярних альфа-, бета-, частинок та нейтронів і може бути поверхневим, або структурним. **Щільність**

поток - це величина, яка характеризує кількість та інтенсивність випромінювання джерелом ІВ частинок, які проходять через площу в 1 кв. см за 1 сек.

Променева хвороба – захворювання, що виникає в результаті одержання підвищеної дози радіації, включаючи опромінення рентгенівськими променями, гамма-променями, нейтронами й іншими видами ядерного випромінювання у вигляді опадів чи вибуху атомної бомби. Подібне випромінювання іонізує атоми тіла, виникає слабкість, нудота й інші симптоми. Клітини тіла можуть постраждати навіть при невеликих дозах, що приводить до лейкемії. Може викликати порушення в генах, що, у свою чергу, веде до народження хворих дітей чи дітей з генними мутаціями. Розрізняють гостру і хронічну форми променевої хвороби.

Для виявлення і виміру іонізуючих випромінювань радіоактивних речовин використовуються дозиметричні прилади.

За призначенням прилади поділяються на індикатори, рентгенометри (вимірювачі потужності дози), радіометри та дозиметри.

Індикатори – найпростіші прилади радіаційного контролю, які призначені для виявлення іонізуючого випромінювання і орієнтовної оцінки потужності дози гамма- чи бета-випромінювання, мають звукову та/чи світлову сигналізацію перевищення визначеного рівня інтенсивності випромінювання.

Рентгенометри (вимірювачі потужності дози) – призначені для вимірювання потужності дози рентгенівського чи гамма-випромінювання.

Радіометри (вимірювачі радіоактивності) – застосовуються для виявлення і визначення ступеню радіоактивного забруднення поверхонь будівель, споруд, технічних засобів, одягу, ділянок місцевості, об'ємів повітря переважно альфа-та/чи бета-частинками.

Дозиметри призначені для визначення сумарної дози опромінення.

Радіаційний захист включає:

- обмеження у застосуванні джерел іонізуючого випромінювання;
- завчасну евакуацію, ще до виникнення зони радіаційного забруднення;
- екстрену евакуацію із зони радіаційного забруднення;
- укриття у герметичних захисних спорудах, приміщеннях та транспортних засобах;
- застосування засобів індивідуального захисту органів дихання (респіратори, ватно-марлеві пов'язки у комплекті із захисними окулярами, фільтруючі і ізолюючі протигази, дихальні апарати) та шкіри (захисний фільтруючий та ізолюючий одяг, підручні засоби);
- проведення індивідуального дозиметричного контролю;
- обмеження доз опромінення;

- проведення санітарної та спеціальної обробки (дезактивації);
- йодну профілактику;
- режими радіаційного захисту.

Для захисту від іонізуючого випромінювання застосовують методи:

- захисту відстанню (забезпечення максимальної віддаленості від джерела іонізуючого випромінювання);
- захисту часом (забезпечення мінімальної тривалості опромінення від джерела іонізуючого випромінювання);
- захисту перешкодою (використання захисних споруд, захисних екранів та біологічного захисту із матеріалів, що поглинають іонізуюче випромінювання).

При застосуванні ядерної зброї та у разі руйнування реакторів АЕС рішеннями відповідних начальників ЦЗ області, міст, районів, населених пунктів, об'єктів господарювання вводяться в дію **режими радіаційного захисту**, які визначають порядок дії особового складу та населення, використання способів та засобів захисту в зонах радіаційного забруднення з метою максимального зменшення можливих доз опромінення.

Спеціальна обробка (спецобробка) — складова частина ліквідації наслідків радіаційного, хімічного та біологічного забруднення і проводиться з метою запобігання ураженням людей та приведенням території, будівель, техніки, обладнання, одягу та взуття у безпечний для людей і довкілля стан.

Також використовуються терміни знезараження та деконтамінація, які є синонімами терміну спеціальна обробка.

Деконтамінація (від лат. de — префікс, що означає видалення, і contaminatus — нечистий, заражений) — процес проведення медико-санітарних заходів з метою усунення хімічних, радіаційних чинників та біологічних агентів з поверхні тіла людини, в продукті або на продукті, призначених для споживання, на інших предметах, включаючи транспортні засоби, які можуть становити ризик для здоров'я населення.

Спеціальна обробка включає:

- дезактивацію;
- дегазацію;
- санітарну обробку людей;
- ветеринарну обробку тварин.

Деактивація — видалення РР із забруднених поверхонь до допустимих розмірів забруднення, безпечних для людини.

Дегазація — видалення або нейтралізація отруйних речовин, із забруднених поверхонь.

Санітарна обробка — видалення радіоактивних речовин, знешкодження або видалення отруйних речовин, хвороботворних мікробів і токсинів з поверхонь тіла людини (шкіра, волосяний покрив, слизові оболонки) та ЗІЗ, одягу та взуття (які одягнуті на людину).

Ветеринарна обробка — видалення радіоактивних речовин, знешкодження або видалення отруйних речовин, хвороботворних мікробів і токсинів з поверхонь тіла тварини.

Часткова спеціальна обробка проводиться силами працівників і населення самостійно в усіх випадках, коли встановлений факт радіоактивного, хімічного або біологічного забруднення.

Повна спеціальна обробка проводиться силами штатних формувань.

Дії у випадку загрози виникнення радіаційної небезпеки:

- при оголошенні небезпечного стану не панікуйте, слухайте повідомлення;
- попередьте сусідів, надайте допомогу інвалідам, дітям та людям похилого віку;

- підготуйте засоби захисту органів дихання (протигаз або респіратор або ватно-марлеву чи протипилову пов'язку, зволожену марлеву пов'язку, хустинку), засоби захисту шкіри (спеціальний захисний одяг або плащ з капюшоном, накидка, комбінезон, чи плівковий плащ-дощовик, чоботи і рукавиці);

- зменшіть проникнення радіаційних речовин в квартиру (будинок): щільно закрийте вікна та двері, щілини заклейте;

- загерметизуйте продукти харчування, зробіть запас води;

- укрийте сільськогосподарських тварин та корми;

- підготуйтеся до можливої евакуації: упакуйте у герметичні пакети та складіть у валізу документи, цінності та гроші, предмети першої необхідності, ліки, мінімум білизни та одягу, запас консервованих продуктів на 2-3 доби, питну воду; підготуйте найпростіші засоби санітарної обробки (мильний розчин для обробки рук);

- дізнайтеся про час та місце збору мешканців для евакуації (уразі проведення евакуації);

- перед виходом з приміщення від'єднайте всі споживачі електричного струму від електромережі, вимкніть газ та воду (уразі проведення евакуації).

Дії у випадку раптового виникнення радіаційної небезпеки:

- з одержанням повідомлення про радіаційну небезпеку негайно укрийтеся в будинку. Стіни дерев'яного будинку послаблюють іонізуюче випромінювання в 2 рази, цегляного - у 10 разів; заглиблені укриття (підвали): з покриттям із дерева у 7 разів, з покриттям із цегли або бетону у 40 - 100 разів;

- уникайте паніки; слухайте повідомлення органів влади з питань надзвичайних ситуацій;

- зменшіть можливість проникнення радіаційних речовин в приміщення;

- проведіть йодну профілактику: йодистий калій вживати після їжі разом з чаєм, соком або водою 1 раз на день протягом 7 діб (дітям до двох років - по 0,040 г на один прийом; дітям від двох років та дорослим - по 0,125 г на один прийом); водно-спиртовий розчин йоду приймати після їжі 3 рази на день протягом 7 діб (дітям до двох років - по 1-2 краплі 5% настоянки на 100 мл молока(консервованого) або годувальної суміші; дітям від двох років та дорослим - по 3-5 крапель на стакан молока або води); наносити на поверхню кінцівок рук настоянку йоду у вигляді сітки 1 раз на день протягом 7 діб;

- уточніть місце початку евакуації, попередьте сусідів, допоможіть дітям, інвалідам та людям похилого віку, вони підлягають евакуації в першу чергу;

- швидко зберіть необхідні документи, цінності, ліки, продукти, запас питної води, найпростіші засоби санітарної обробки та інші необхідні вам речі у герметичну валізу;

- перед виходом з будинку вимкніть джерела електро-, водо- і газопостачання, візьміть підготовлені речі, одягніть протигаз (респіратор, ватно-марлеву пов'язку), верхній одяг (плащ, пальто, накидка), чоботи та рукавиці;

- по можливості негайно залишіть зону радіоактивного забруднення;

- з прибуттям на нове місце перебування, проведіть дезактивацію засобів захисту, одягу, взуття та санітарну обробку шкіри на спеціально обладнаному пункті або ж самостійно зняти верхній одяг, ставши спиною проти вітру, витрясти його; повісити одяг на перекладину, віником або щіткою змести з нього радіоактивний пил та вимити водою; обробити відкриті ділянки шкіри водою з милом або спеціально приготованим розчином (для обробки шкіри можна використовувати марлю чи просто рушники);

- дізнайтеся у місцевих органів державної влади адреси організацій, що відповідають за надання допомоги потерпілому населенню.

Для виведення радіонуклідів, які потрапили в організм, застосовуються такі способи:- головна частина радіонуклідів виводиться через стравохід. Тому потрібно слідкувати за своєчасним звільненням кишківника. Кращий спосіб боротьби із затримкою звільнення кишківника є раціональне харчування, до складу якого входять в достатній кількості продукти, які викликають механічне, хімічне та теплове подразнення кишківника. Корисні такі продукти: хліб грубого помелу, перлова та гречана каші, холодні овочеві і фруктові борщі, варені та сирі овочі, кефір, кисле молоко, кумис;- для профілактичних заходів корисно випивати зранку

натщесерце склянку холодної води з медом або кефіру. Корисні також напій чорносливу з цукром, відвар пшеничних відходів (висівки), морська капуста (в перших стравах);- бажано більше вживати в страву різноманітних рослинних олій(оливкової кукурудзяної, соняшникової (по 2-3 столових ложки в день) зрізними салатами, а також буряковий сік (по 0,25 склянки три рази в день). Підчас ранкової гімнастики рекомендується виконувати вправи, які підвищують внутрішній стан (напруження м'язів живота, нахили, масаж живота);- якщо впродовж 10 - 14 днів функція кишківника не нормалізується, доцільно користуватися легкими послаблюючими засобами рослинного походження (спориш, корінь кульбаби, насіння льону, насіння подорожника)можна користуватися більш сильнодіючими рослинами (кора крушини, листя сенни, корінь ревеню, алое та ін.) Лікувальні трави, як правило, заварюють кип'ятком (1 столова ложка на одну склянку кип'ячої води) наливають, фільтрують. Вживається від 1 - 2 столових ложок до 1/3 склянки 2-3 рази на день за 15 хв до їжі;- під час підвищеного радіаційного впливу не можна обмежувати вживання води. Але необхідно пам'ятати про те, що вода не повинна затримуватися в організмі, а по можливості, виводитись як можна швидше. Хоча питна вода суворо контролюється на наявність радіонуклідів, але її краще кип'ятити, відстоювати та проціджувати для видалення осаду.

Завдання. Визначити необхідні заходи захисту при НС, що пов'язана з радіаційним забрудненням, першочергові та другочергові дії при проведенні РНР на ОГД після оцінки радіаційного забруднення ОГД за наданим викладачем варіантом (визначити рівень радіації за одну годину після аварії, P_1 по виміряному значенню; розрахувати дозу опромінення, отриману під час роботи; визначити допустимий час роботи по визначеній дозі опромінення, зробити висновки та план заходів безпеки ліквідаторів під час роботи та після її завершення)

Методика оцінки радіаційної обстановки

Під час оцінки радіаційної обстановки потрібно розрахувати такі основні задачі:

1. Визначити рівень радіації на 1 годину після аварії P_1 (Р/год), перерахувавши виміряний рівень радіації за допомогою коефіцієнта

$$P_1 = P_{\text{вим}} \cdot K_{\text{твим}}, \quad (5.1)$$

де $P_{\text{вим}}$ – виміряний рівень радіації, Р/год;

$K_{\text{твим}}$ – коефіцієнт перерахунку рівня радіації на час вимірювання, таблиця 5.1.

2. Визначити дозу випромінювання D (Р) під час роботи в зонах зараження.

$$D = \frac{P_{cp} * t_p}{K_{ocл}}, \quad (5.2)$$

$$P_{cp} = \frac{P_{п} + P_{к}}{2} \quad (5.3)$$

де $P_{п}$ - рівень радіації на час початку роботи, Р;

$P_{к}$ - рівень радіації на час закінчення роботи, Р;

t_p - тривалість роботи, год;

$K_{ocл}$ - коефіцієнт ослаблення радіації.

$$P_{п} = \frac{P_1}{K_{тп}}, \quad (5.4)$$

$$P_{к} = \frac{P_1}{K_{тк}}, \quad (5.5)$$

де $K_{тп}$ та $K_{тк}$ - коефіцієнти перерахунку, таблиця 5.1.

3. Визначення допустимого часу роботи документ ній (встановленій) дозі опромінення.

Розраховується відносна величина «а»:

$$a = \frac{P_1}{D_{доп} * K_{ocл}}, \quad (5.6)$$

де P_1 - рівень радіації на 1 годину після аварії, Р/год;

$D_{доп}$ - допустима доза опромінення, Р;

$K_{ocл}$ - коефіцієнт ослаблення радіації.

По величині «а» та часу початку роботи, $t_{поч}$ визначаємо допустимий час роботи в зоні РЗ, графік, рис 5.1, 5.2

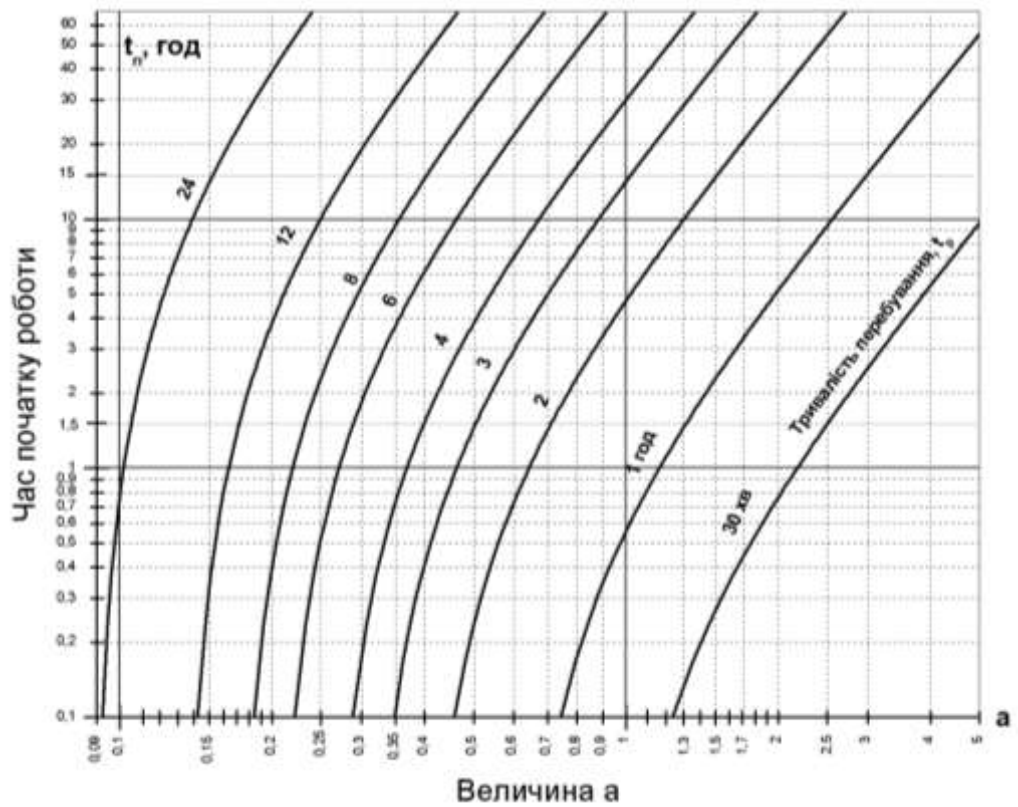


Рис 5.1. Графік визначення тривалості перебування в зоні радіоактивного зараження при аварії на АЕС з реактором ВВЕР-1000

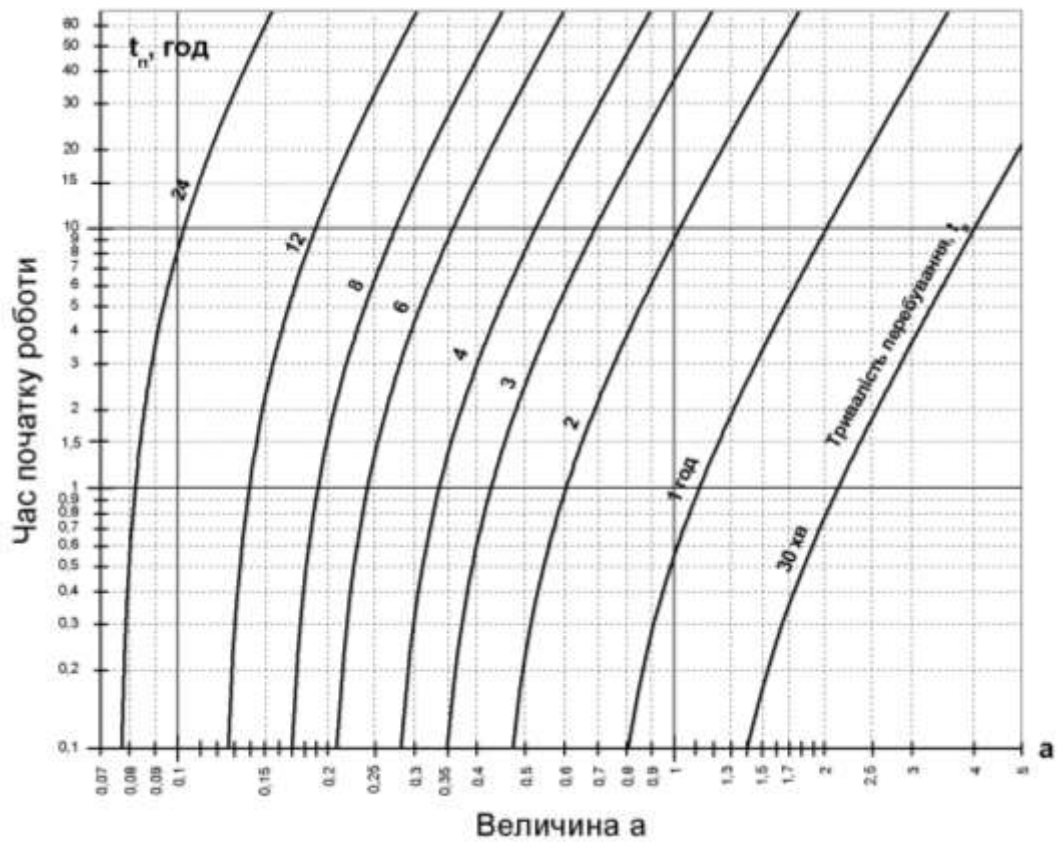


Рис 5.2. Графік визначення тривалості перебування в зоні радіоактивного зараження при аварії на АЕС з реактором РБМК-1000

Умова та хід виконання роботи

Умова: О 3:00 на Північній АЕС відбулася аварія, що спричинило викид радіоактивних речовин. О 3:30 були виміряні рівні радіації в місцях радіоактивного забруднення.

Завдання: Оцінити радіаційну обстановку для груп ліквідації наслідків за варіантами (табл.5.2).

При оцінці радіаційної обстановки потрібно вирішити задачі та визначити:

1. Рівень радіації на 1 годину після аварії, P_1 (Р/год) за формулою (5.1)
2. Дозу опромінення, яку отримано після під час роботи, D (Р) за формулою (5.2)
3. Допустимий час роботи при допустимій (встановленій) дозі опромінення, $t_{\text{доп}}$ (год) за графіком рис.5.1 або рис.5.2
4. За результатами розрахунків зробити висновки про можливість виконання роботи та надати пропозиції із забезпечення безпеки роботи ліквідаторів до початку роботи, під час роботи та після її завершення.
5. Результати занести в бланк протоколу (див. додаток 5).

Приклад розв'язання задач з оцінки радіаційного стану за вихідними даними варіанту №24

1. Оцінка радіаційного стану здійснюється у відносному часі, тому переводимо астрономічний час у відносний як це показано на рис. 5.3.

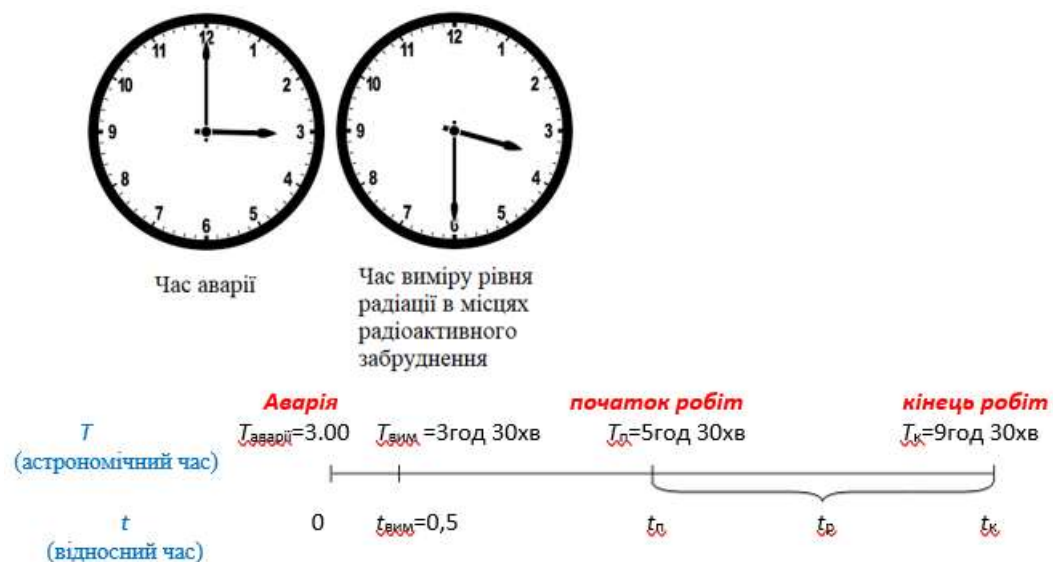


Рис.5.3. Приклад переводу астрономічного часу у відносний, де $t_{\text{п}}$ – час початку роботи, год; $t_{\text{к}}$ – час завершення роботи, год; $t_{\text{р}}$ – тривалість роботи, год.

2. Визначаємо рівень радіації на 1 годину після аварії*. Згідно з вихідними даними: $P_{\text{вим}} = 60\text{р/год}$; $t_{\text{вим}} = 0,5$ год; $K_{t_{\text{вим}}} = 0,7$ для реактора ВВЕР, таблиця 5.1.

$$P_1 = P_{\text{вим}} \cdot K_{t \text{ вим}} = 60 \cdot 0,7 = 42 \text{ Р/год.}$$

*Примітка. Методикою оцінки радіаційної обстановки значення виміряних рівнів радіації приводяться до значень станом на 1 год. після ядерного вибуху за допомогою коефіцієнтів.

3. Визначаємо дозу випромінювання, отриману при роботі в зоні зараження

$$K_{t \text{ п}} = 1,44; K_{t \text{ к}} = 2,11, \text{ (таблиця 5.1);}$$

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{п}} + P_{\text{к}}}{2} = \frac{29,2 + 19,9}{2} = 24,9 \text{ Р/год;}$$

$$P_{\text{п}} = \frac{P_1}{K_{t \text{ п}}} = \frac{42}{1,44} = 29,21 \text{ Р/год; } P_{\text{к}} = \frac{P_1}{K_{t \text{ к}}} = \frac{42}{2,11} = 19,9 \text{ Р/год;}$$

$$D = \frac{P_{\text{ср}} \cdot t_{\text{р}}}{K_{\text{осл}}} = \frac{24,9 \cdot 4}{2} = 49,1 \text{ Р.}$$

Таблиця 5.1. Коефіцієнти для перерахунку рівнів радіації на 1 год. після аварії на АЕС (K_i)

t , год	K_1	t , год	K_1	t , год	K_1	t , год	K_1
3 реакторами ВВЕР ($K_1=t^{0,4}$)							
0,5	0,7	4	1,74	7,5	2,24	11	2,61
1	1	4,5	1,83	8	2,30	11,5	2,66
1,5	1,18	5	1,90	8,5	2,35	12	2,70
2	1,32	5,5	1,98	9	2,41	16	3,03
2,5	1,44	6	2,05	9,5	2,46	20	3,31
3	1,55	6,5	2,11	10	2,51	1 доба	3,57
3,5	1,65	7	2,18	10,5	2,56	2 доби	4,70
						14 діб	10,23
3 реакторами РВК ($K_1=t^{0,3}$)							
0,5	0,81	4	1,5	7,5	1,82	11	2,05
1	1	4,5	1,56	8	1,86	11,5	2,08
1,5	1,13	5	1,62	8,5	1,89	12	2,11
2	1,23	5,5	1,66	9	1,93	16	2,29
2,5	1,3	6	1,71	9,5	1,96	20	2,45
3	1,39	6,5	1,75	10	1,99	1 доба	2,59
3,5	1,45	7	1,79	10,5	2,02	2 доби	3,19
						14 діб	5,71

4. Визначаємо допустимий час роботи при допустимій (встановленій) дозі опромінювання

$$\alpha = \frac{P_1}{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{осл}}} = \frac{42}{20 \cdot 2} = 1,05;$$

$$D_{\text{доп}} = 20 \text{ Р, } P_1 = 42 \text{ Р/год, } K_{\text{осл}} = 2.$$

За величиною «а» = 1,05 і за часом початку роботи, $t_{п} = 2,5$ год, допустимий час роботи $\approx 1,5$ год, графік, рис. 5.1.

5. Виконати розрахунки відповідно до ходу роботи та прикладу за вихідними даними, наведеними в табл.5.2.

Таблиця 5.2. Вихідні дані за варіантами

Найменування параметрів	Варіанти											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Реактор РВПК												
Рівень радіації на 3:30 $R_{вим}, P/год$	25	30	40	50	25	35	45	55	30	40	50	60
Час початку роботи астрон., $T_{поч}$	4,00	4,30	5,00	5,30	4,00	4,30	5,00	5,30	4,00	4,30	5,00	5,30
Тривалість роботи, год	2,5	3,0	3,5	4,0	2,5	3,0	3,5	4,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Допуст. доза опромінення $D_{доп}, P$	25	15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Коеф. ослаблення, $K_{осл.}$	1	2	2	3	1	2	3	3	2	3	3	4

Продовження таблиці 5.2.

Найменування параметрів	Варіанти											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Реактор ВВЕР												
Рівень радіації на 3:30 $R_{вим}, P/год$	25	30	40	50	25	35	45	55	30	40	50	60
Час початку роботи астрономічний, $T_{поч}$	4,00	4,30	5,00	5,30	4,00	4,30	5,00	5,30	4,00	4,30	5,00	5,30
Тривалість роботи $t_{роб}$, год	2,5	3,0	3,5	4,0	2,5	3,0	3,5	4,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Допуст. доза опромін., $D_{опр.}, P$	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Коеф. ослаблення	1	1	2	3	1	2	3	3	2	3	3	2

Звіт по практичній роботі №3 з цивільного захисту на тему

«Прогнозування та оцінювання радіаційної обстановки під час аварії на радіаційно – небезпечному об'єкті. Оцінка радіаційної обстановки в зонах радіаційного забруднення»

Прізвище, ініціали _____ група _____

номер варіанту _____

Вихідні дані:

Реактор –

Рівень радіації на 3.30, $P_{\text{вим}}$ –

Час початку роботи, $T_{\text{астроном.}}$ –

Тривалість роботи, t_p –

Допустима доза, $D_{\text{доп}}$ –

Коефіцієнт ослаблення, $K_{\text{осл.}}$

Розрахункова частина:

1. Переводимо астрономічний час у відносний:

Час початку роботи $t_{\text{п}}$ –

Час кінця роботи $t_{\text{к}}$

2. Знаходимо рівень радіації на 1 годину після аварії:

$K_{\text{твим.}}$ =

P_1 =

3. Доза отриманого при роботі випромінювання

1) $K_{\text{п.}}$ =

2) $K_{\text{к.}}$ =

3) $P_{\text{п}}$ =

4) $P_{\text{к}}$ =

5) $P_{\text{ср}}$ =

6) D =

4. Допустимий час роботи

α =

$t_{\text{доп}}$ =

Загальний висновок:

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6 «Безпека під час техногенних та інших НС. Захисні споруди, засоби та заходи захисту»

Мета роботи: сформувати уміння використання засобів індивідуального і колективного захисту та захисних споруд в умовах НС для запобігання й зменшення заподіяної шкоди та ураження людей

Засоби індивідуального захисту

Класифікація:

- А. Засоби захисту органів дихання;
- Б. Засоби захисту шкіри;
- В. Медичні засоби захисту.

Засоби захисту органів дихання

Протигази, респіратори, проти пильні тканинні маски, ватно-марлеві пов'язки.

Фільтруючі протигази

Фільтруючі протигази характеризуються таким показником, як **захисна потужність**. Захисна потужність вимірюється коефіцієнтом проскоку, який дорівнює відношенню концентрації СДОР після фільтрації до концентрації їх перед фільтрацією (у відсотках).

Допустимий коефіцієнт проскоку аерозолів – не більш 0,01%.

ГП-5 (основний тип громадського протигазу для населення) складається з фільтруючої коробки і шлем-маски, яка має 5 розмірів. Розмір шлем-маски визначається по довжині кола голови (через маківку і підборіддя):

до 63см	– “0”,	68,5-70,5см	– “3”,
63,5-65,5см	– “1”,	71см і більше	– “4”.
66-68см	– “2”,		

ГП-7 на відміну від ГП-5 має маску об'ємного типу з внутрішнім обтюратором і переговорним пристроєм (мембраною). Маска буває трьох розмірів. Перевагами ГП-7 перед ГП-5 є те, що він створює менший опір диханню, обтюратор менш тисне на обличчя. Це дозволяє перебувати в протигазі ГП-7 більш тривалий час.

Фільтруючі протигази (ГП-5, ГП-7 та ін.) не захищають від оксидів вуглецю, Аміаку та деяких інших СДОР. Тому робітники хімічно-небезпечних об'єктів використовують **промислові протигази** таких типів:

А- захищають від ацетону, отрутохімікатів та ін.

В- захищають від хлору, фосгену та ін.

КД – захищають від аміаку, сірководню та ін.

СО – захищають від оксидів вуглецю.

М – захищають від оксидів вуглецю, аміаку.

Вони мають маску, фільтруючу коробку та гофрировану трубку, що їх з'єднує. Зовні відрізняються кольором фільтруючої коробки.

Для розширення захисних властивостей інших фільтруючих протигазів до них додаються **додаткові патрони** ДПГ-1 і ДПГ-3.

ДПГ-3 захищає від аміаку, сірководню та ін.

ДПГ-1 додатково захищає від діоксиду азоту, оксиду вуглецю, оксиду етилену.

Ізольовані протигазы (ІП-46, ІП-4м, ІП-5) призначені для захисту органів дихання, очей, обличчя від будь-яких СДОР, а також для робіт в умовах нестачі кисню у повітрі. Вони повністю відокремлюють органи дихання людини від зовнішнього повітря.

До складу входять: регенеративний патрон з пусковим пристроєм, дихальний мішок, каркас і сумка. Пусковий пристрій призначений для отримання кисню, потрібного для дихання, на початку користування протигазом і для приведення до дії регенеративного патрону. Регенеративний патрон завдяки хімічній реакції поглинає вуглекислий газ і виділяє кисень.

Час захисної дії ІП-46 з одним регенеративним патроном становить:

при середніх навантаженнях – 1 год;

при легких навантаженнях – 3 год;

у спокійному стані – 5 год;

під водою – до 40 хв.

Промислові засоби захисту органів дихання.

Для захисту органів дихання та зору робітників різних галузей виробництва, сільського господарства від впливу шкідливих речовин (газу, пару, пилу, диму, туману), присутніх у повітрі застосовуються промислові протигазы. Промислові протигазы комплектуються лицьовими частинами від цивільних протигазів. В залежності від складу шкідливих речовин, протигазові коробки спеціалізуються за призначенням і можуть містити у собі один або декілька спеціальних поглиначів або поглинач та аерозольних фільтр. Існують протигазові коробки великого габариту, які з'єднуються з лицьовою частиною за допомогою з'єднувальної трубки, і малого габариту з пластмаси, які з'єднані безпосередньо з маско-шоломом. Коробки різного призначення відрізняються за кольором та літерним позначенням, поданим у табл.6.1.

Таблиця 6.1. Характеристика промислових протигазів

№ п/п	Марка коробки	Шкідливі речовини, від яких захищає коробка	Колір коробки	Час захисної дії ф/коробки без аерозольного фільтра
1.	А	Пари органічних сполук: бензину, гасу, ацетону, бензона, ксилолу, толуолу, сірковуглецю, спирту, ефіру, тетраетилсвинцю, фосфору та хлорорганічних отрутохімікатів	коричневий	При З = 3,5мг/л (по бензолу) $t_{зах} = 24$ год
2.	В	Кислі гази та пари: сіркового антигріду, хлору, сірководню, синильної кислоти, окислів азоту, хлористого водню, фосгену	жовтий	При З = 8,6мг/л (по сірчаному ангідриду) $t_{зах} = 15$ год
3.	Г	Пари ртуті, ртутно органічні отрутохімікатів	чорний та жовтий	
4.	КД	Аміак, сірководень та їх суміш	сірий	При З = 2,3мг/л (по аміаку) $t_{зах} = 4$ год
5.	Е	Миш'яковий і фосфористий водень	чорний	
6.	СО	Окис вуглецю	білий	При З = 6,2мг/л $t_{зах} = 24$ год
7.	М	Окис вуглецю, аміаку, миш'якового та фосфористого водню	червоний	При З = 6,3мг/л $t_{зах} = 1,5$ год

Примітка до Таблиці.6.1. На фільтруючих коробках, що мають аерозольний фільтр, окрім основного кольору наноситься вертикальна біла смуга.

При користуванні протигазом марки Г необхідно вести облік часу роботи кожної коробки. Після закінчення 100 і 60 ч, відповідно без протиаерозольного фільтру (ПАФ)/ і з ПАФ, коробки вважаються відпрацьованими.

Коробки марок М і СО вважаються відпрацьованими, якщо їх маса збільшилась. При збільшені маси коробок СО на 50 г у порівнянні з первинною, коробки вважаються відпрацьованими.

Окрім протигазів на хімічно небезпечних виробництвах застосовуються різні респіратори, які ділять на два типи: респіратори у вигляді фільтруючих напівмасок і респіратори з фільтруючими елементами.

На деяких небезпечних виробництвах фільтруючі СЗОД не забезпечують захист органів дихання, для цих цілей застосовуються шлангові і автономні ізолюючі дихальні апарати.

Респіратори призначені для захисту органів дихання від радіоактивного пилу, шкідливих газів, парів та аерозолів. Бувають двох типів:

- такі, де фільтруючим елементом є лицева частина респіратора ("Пелюсток, Р-2);
- такі, де повітря очищується фільтруючими патронами, що під'єднанні до напівмаски (РУ-60М).

За терміном використання респіратори поділяють на одноразові (“Пелюсток, Р-2) і багаторазові зі змінними фільтрами (РПГ-67, РУ-60М).

Протипильні тканинні маски та ватномарлеві пов’язки грають допоміжну роль і можуть бути виготовлені населенням для захисту від радіоактивного пилу.

Засоби захисту шкіри.

Призначені для захисту відкритих ділянок шкіри, одягу, взуття від забруднення радіоактивними та іншими шкідливими речовинами. До основних засобів захисту відносять:

- загальновійськовий комплект;
- легкий захисний костюм;
- захисний комбінезон;
- захисний костюм (куртка, брюки, захисний фартух, гумові рукавиці та чоботи).

Допоміжними засобами захисту є: виробничий одяг з грубошерстого, або прогумованого матеріалу, гумове взуття та рукавиці.

Людина не може тривалий час знаходитись в захисному одязі тому, що порушується природний теплообмін організму людини з навколишнім середовищем. Тому для збереження працездатності захисний одяг треба одягати:

- при $t^0 \geq +10^0 C$ - зверху натільної білизни;
- при $t^0 = (0... +10)^0 C$ - на білизну і легкий одяг;
- при $t^0 = (-10...0)^0 C$ - на білизну і зимовий одяг;
- при $t^0 < -10^0 C$ - на білизну, зимовий костюм і ватник.

Ізолюючі ЗЗШ виготовляються з повітронепроникних матеріалів, за звичай із спеціальної еластичної і морозостійкої прогумованої тканини.

Захисний комбінезон складається із зшитих з одне ціле куртки, брюк і капюшона. Костюм відрізняється від комбінезона тим, що куртка з капюшоном і брюки виготовлені роздільно.

Легкий захисний костюм Л-1 складається з сорочки з капюшоном, брюк, зшитих разом з панчохами, двопалих рукавичок і підшоломника. Л-1 використовується в розвідувальних підрозділах ЦЗ.

Загальновійськовий захисний комплект (ЗЗК) складається із захисного плаща ЗП-1 і захисних панчіх, рукавичок. Захисний плащ має рукави і капюшон. Подошва захисних панчохи має гумову основу. Панчохи надягають поверх звичного взуття і кріпляться до ніг за допомогою хлястиків, а до поясного ремня – за допомогою тасъм.

ЗЗШ залежно від того, для яких цілей його використовують, може бути застосований у вигляді накидки (при захисту від РР,ОР і БЗ), надітим в рукави (при виконанні робіт по знезараженню техніки і транспортна) і у вигляді комбінезона (при діях в осередках ураження, проведенні рятувальних робіт).

Фільтруючі засоби захисту шкіри являють собою бавовняним одягом (комбінезон), просочений спеціальними хімічними речовинами. При цьому повітропроникність матеріалу зберігається, а пари ОР при проходженні через тканину поглинаються спеціальним просоченням.

Комплект захисного фільтруючого одягу – ЗФО-58 складається з комбінезона особливого крою, онуч, чоловічої натільної білизни і підшоломника. Крім того, в комплекті є онуччі, щоб оберігати шкіру на ногах від роздратування. ЗФО-58 застосовує в комплекті з протигазом, гумовими чобітьми і рукавичками. Особовий склад санітарних дружин забезпечується ЗФО-58.

Медичні засоби індивідуального захисту

Призначені для запобігання або зниження ефекту впливу на людину уражаючих факторів. До них відносять:

- радіозахисні;
- знеболюючі;
- протибактеріальні;
- антидоти від ОР;
- зв'язуючі засоби.

До табельних медичних засобів захисту відносять:

- аптечку індивідуальну (АІ-2);
- індивідуальний протихімічний пакет (ПП-8, ПП-10);
- пакет перев'язочний медичний (ППМ).

АІ-2 призначена для запобігання або послаблення дії радіоактивних, отруйних речовин і бактеріальних засобів. Крім того, має знеболюючий антишоковий препарат. У коробці є 7 секцій, в яких розташовані шприц-тюбик і 6 пеналів з пігулками різного призначення.

ПП-8 (ПП-10) – призначений для знезаражування відкритих ділянок шкіри людини та її одягу. Включає флакон з дегазуючим розчином і кілька марлевих тампонів. Використовується під час часткової санітарної обробки після хімічного зараження. Треба пам'ятати, що рідина ПП-8 отруйна і небезпечна при попаданні всередину і в очі! Тому шкіру навкруги очей після обробки слід промити чистою водою і обтерти сухим тампоном.

ППМ – призначений для перев’язування ран і опіків. Складається з бинта шириною 10 см і довжиною 7м, на якому розміщені дві ватно-марлеві подушки (32x17,5см), одна з яких рухома, інша – нерухома. ППМ – стерильний, загорнутий у пергаментний папір і укладений в чохол з прогумованої тканини. При пораненнях подушечки накладають внутрішньою стороною на поранену поверхню (при крізному пораненні - на вхідний і вихідний отвір). До внутрішньої поверхні подушечок руками не торкатися. Закінчивши бинтування, кінець бинта закріплюють шпилькою.

Засоби колективного захисту

До захисних споруд (ЗС) відносяться:

- сховища;
- протирадіаційні укриття (ПРУ);
- найпростіші укриття.

Сховища

Сховищем називається інженерна споруда, призначена для захисту людей від дії уражаючих факторів використання сучасної зброї, при аваріях, катастрофах та стихійних лихах.

За захисними властивостями сховища поділяються на класи:

для параметру P_{ϕ} :

- I – 500 кПа,
- II – 300 кПа,
- III – 200 кПа,
- IV – 100 кПа,

для параметру $K_{осл}$:

- I – 3000,
- II – 3000,
- III – 2000,
- IV – 1000,

Класифікація сховищ:

- а) Збудовані і розташовані окремо;
- б) Збудовані задалегідь і швидкозбудовані.

Швидкозбудовані сховища будують з готових залізобетонних секцій і обсыпають ґрунтом.

Вимоги до сховищ:

1. Забезпечення безперервного перебування в них людей не менше 2-х діб.
2. Розташовуються від місця роботи не далі 500м.
3. Будуються на ділянках, які не затоплюються.

4. Розташовуються на віддаленні не менше 15 м від магістральних трубопроводів діаметром 25,0 см і більш.

5. Над вбудованими сховищами не повинні знаходитись машини і механізми, що викликають струс і вібрацію.

6. Віддалення окремо розташованого сховища від найближчої будівлі повинно бути не менше за висоту цієї будівлі.

7. Мають не менше двох входів (виходів), вбудоване сховище окрім того повинно мати аварійний вихід.

Сховище повинне мати телефонний зв'язок з пунктом управління підприємства і гучномовець, підключений до міської чи місцевої (об'єктової) радіотрансляційної мережі.

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

Трубопроводи різних систем життєзабезпечення усередині сховища забарвлюють у відповідні кольори: білий – повітрязабірні труби режиму чистої вентиляції; жовтий — повітрязабірні труби режиму фільтровентиляції; червоний — трубопроводи режиму вентиляції по замкнутому циклу; чорний — труби електропроводки; зелені — водопровідні труби; коричневі — труби системи опалення.

Підприємства, установи і організації, незалежно від форм власності, на балансі яких є захисті споруди цивільного захисту, забезпечують охорону конструкцій і обладнання, а також утримання їх в стані, який забезпечує приведення в готовність до використання за призначенням в термін до 12 годин. Захисні споруди на атомних електричних станціях, інших потенційно небезпечних об'єктах утримуються в постійній готовності до використання за прямим призначенням. Для повного забезпечення населення міст спорудами їх виникненням загрози надзвичайної ситуації.

Планувальні та конструктивні рішення сховищ

Приміщення сховищ поділяються на основні та допоміжні.

Основні: приміщення для людей, медичний пункт, пункт управління ЦО.

Допоміжні: для фільтровентиляційного обладнання (ФВО), для дизель-електростанції (ДЕС), сан вузлів, для зберігання продуктів, електрощитової, захищені входи і виходи.

У сховищі повинно бути не менш двох входів і аварійний вихід. Аварійний вихід – це підземна горизонтальна галерея з виходом за межами можливого завалу.

Режим I – чистої вентиляції – вмикається після заповнення і закриття сховища. Зовнішнє повітря очищується на проти пильних фільтрах. Захищає від проникнення радіаційного пилу під час радіаційного зараження місцевості.

Норма подання повітря – (8 ... 13) $m^3/год$. на 1 особу в залежності від кліматичної зони.

Примітка. Кліматична зона визначається середньою температурою повітря в найжаркіший місяць року.

I. зона $t^\circ < 20^\circ C$ - 8 $m^3/год$ на 1 особу;

II. зона $t^\circ = (20 \dots 25)$ – 10 $m^3/год$ на 1 особу;

III. зона $t^\circ = (25 \dots 30)^\circ C$ - 11 $m^3/год$ на 1 особу;

IV. зона $t^\circ > 30^\circ C$ - 13 $m^3/год$ на 1 особу.

Режим II – фільтровентиляції – вмикається під час загрози хімічного зараження місцевості. Зовнішнє повітря очищується на проти пильних фільтрах і фільтрах – поглиначах отруйних речовин. Захищає від радіаційного пилу і отруйних речовин.

Норма подання повітря – 2 $m^3/год$ на 1 особу. В III і IV кліматичній зоні в сховищах передбачено встановлювати охолоджувальні пристрої; якщо таких пристроїв немає, то норма збільшується до 10 $m^3/год$ на 1 особу.

Примітка. Стандартні фільтри-поглиначі отруйних речовин не здатні затримувати чадний газ, аміак та ще деякі СДОР.

Режим III – повної ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря – вмикається при наявності в зовнішньому повітрі чадного газу, аміаку а також інших СДОР у великих концентраціях. Повітря з приміщення очищується від вуглекислого газу, збагачується киснем, охолоджується і знову подається у приміщення.

Норма регенерації повітря:

- поглинається вуглекислого газу - 25 л/год. на 1 особу;

- постачається кисню – 20 л/год. на одну особу.

Для реалізації цих режимів промисловість випускає **фільтровентиляційні комплекти: ФВК-1 і ФВК-2.**

До складу ФВК-1 входять:

- два проти пильних фільтри, продуктивністю по 1000 $m^3/год$ кожний (ППФ-1000);

- три фільтри-поглиначі, продуктивністю по 100 $m^3/год$ кожний (ППФ-100);

- два електро-ручних вентилятори, продуктивністю 600 $m^3/год$. в режимі I і 300 $m^3/год$ - в режимі II кожний (ЕРВ-600/300), та інші елементи.

Комплект ФВК-2 має такі ж саме елементи, як і ФВК-1, але додатково є:

- регенеративна установка РУ-150/6 (на 150 чоловік складається із шести регенеративних блоків);
- фільтр-поглинач чадного газу, продуктивністю $70 \text{ м}^3/\text{год}$ (ФГ-70).

Таким чином, ФВК-1 забезпечує тільки I і II режими повітропостачання, а ФВК-2 – усі три режими. Один комплект ФВК-1 (ФВК-2) розрахований на забезпечення повітрям 15- чоловік (для I кліматичної зони). При місткості більш 600 чол. Установлюють промислові фільтри і вентилятори.

Система водопостачання використовує воду з водопровідної мережі. Крім того в сховищі створюється аварійний запас води з розрахунку 3 л/добу на 1 особу, а в сховищах місткістю 600 чол. і більше – додатково для цілей пожежогасіння $4,5 \text{ м}^3$.

Система електропостачання живиться із зовнішньої електромережі. Крім того, в сховищі установлюється аварійне джерело електроенергії:

- дизель-електростанція (ДЕС) при місткості сховища більш 600 чоловік;
- акумуляторна батарея (при місткості сховища 600 чоловік і менше).

ПРУ призначені для захисту людей від РЗ та послаблення дії інших уражуючи факторів. Характеризуються ПРУ коефіцієнтом ослаблення радіації ($K_{осл}$), залежно від якого поділяються на групи:

$K_{осл} \geq 200$ – I група;

$K_{осл} = 100 \dots 200$ – II група;

$K_{осл} = 50 \dots 100$ – III група;

ПРУ будуються не менш як на 50 чоловік в зоні можливих слабких руйнувань і в заміській зоні. Найчастіше під ПРУ пристосовують господарські споруди, підвали, погребі та ін.

В ПРУ можуть бути приміщення:

- для укриваємих;
- для фільтро-вентиляційного обладнання;
- для зберігання забрудненого одягу;
- сан. вузол та ін.

Норми приміщень на одну особу такі ж як і в сховищі. Тільки висота приміщень $h_{пру} \geq 1,9 \text{ м}$.

Системи життєзабезпечення – найпростіші: система повітропостачання з гравій-піщаним фільтром, з вентилятором або приточно-витяжна. Запас води у бачку. Аварійне освітлення – від свічок або ліхтариків.

Найпростіші укриття грають допоміжну роль. До них відносять необладнані підвали і погребі та щілини, що риють у землі. Щілина – це вузька і глибока траншея (ширина зверху 1-1,2м, знизу – 0,8м, глибина 2-2,2м), яка має на кінцях виходи. Місткість: 0,5 погонних метри на 1 особу. Для підвищення захисних властивостей щілину зверху перекривають і обсыпають ґрунтом. Будують щілини під час загрози війни, коли не вистачає місць для людей в сховищах, ПРУ і підвалах.

До основних відносять: приміщення для тих, хто ховається, пункт управління та медичний пункт.

До допоміжних – фільтровентиляційне приміщення, приміщення для дизельної електростанції (ДЕС), приміщення для зберігання продуктів, тамбур, тамбур-шлюз, санітарний вузол та інші.

Приміщення для тих, хто ховається, будується з розрахунку, щоб на одну людину було 0,5м² площі підлоги при двоярусному та 0,4м² – при троярусному розміщенні нар. Внутрішній об'єм приміщень (герметичних) повинен бути не менший 1,5м³ на одну людину.

Висота приміщень повинна бути не менша 2,15м при двоярусному та не менша 2,9м при троярусному розташуванні нар.

Пункт керування (ПК) передбачається тільки на підприємствах з числом робітників в найбільшій зміні 600 людей і більше. Норма площі на одного працюючого на ПК – 2 м².

В сховищах на кожні 500 людей необхідно мати один санітарний пост 2м², але не менше одного поста на сховище. В сховищах місткістю 900-1200 людей крім сан поста повинен бути медичний пункт площею 9м².

Тамбур-шлюз обладнується в сховищах місткістю 300 людей і більше. В сховищах місткістю 600 людей ставлять двокамерний тамбур-шлюз.

Приміщення для збереження продуктів площею 5м² оснащується на 150 людей. На кожні наступні – 150 людей – збільшується на 3м². Входи (виходи) в сховища розташовуються з протилежних сторін сховища.

У вбудованих сховищах, на випадок завалу входів, обладнується аварійний вихід. Оголовок аварійного виходу повинен бути віддалений від будівлі не ближче за відстань:

$$L = 0.5H + 3, \text{ м.}$$

Швидкозбудовані сховища

У цих сховищах, як і в завчасно побудованих, повинні побути приміщення для тих, хто укриваються, місця для розміщення фільтровентиляційного устаткування

простого або промислового виготовлення, санвузол, аварійний запас води, входи і виходи, аварійний вихід.

Для будівництва ШПС використовується збірний залізобетон, елементи колекторів міського підземного господарства, а також спеціально виготовлені плити для будівництва ШПС типу «фара».

ШПС типу «фара» виготовляється з порожнистих бетонних плит з вирізкою і надломом її частин (крил), які потім спираються на ґрунт. Ці ШПС мають високу міцність при обмеженому часі зведення (1-2суток).

При ширині споруди 1-1,3 м місця для тих, хто укриваються розташовуються в один ряд, а при ширині 1,5-2 м - в два ряди.

Будівництво ШПС планується на вільних ділянках між виробничими будівлями на віддаленні 20-25 м від будівель та один від одного.

Економічно вигідно для захисту населення використовувати гірничі виробки (шахти), підземні простори міст (катакомби), ділянки колекторів, підземні переходи та галереї. Підземні станції метрополітенів, після невеликого дообладнання, можуть служити в якості сховищ, а підземні переходи в якості ПРУ.

Порядок використання сховищ.

У мирний час сховища використовуються під приміщення культурно-побутового і спортивного призначення, складські приміщення торгівлі і громадського харчування, гаражі і т.д.

Для обслуговування сховищ, залежно від місткості, створюються групи або ланки обслуговування. Підготовка сховищ до прийому людей включає:

- звільнення сховища від нештатного устаткування і майна, що зберігається;
- розконсервування штатного устаткування;
- перевірку систем життєзабезпечення;
- перевірку герметичності;
- підключення телефону і радіо транслятора;
- установку нар;
- закладку продуктів, медикаментів, поповнення запасів води.

Найпростіші укриття

У системі забезпечення безпеки населення, зокрема при озброєних конфліктах із застосуванням звичної зброї, важливе значення набуває використання простих укриттів типу щілин. Щілина є простою по конструкції масовою захисною спорудою, будівництво якої може бути виконано населенням за короткий строк. Щілина може бути відкритою або перекритою. Перекрита щілина по своїх захисним властивостям не поступається ПРУ групи П-5.

Щілина являє собою рів глибиною 200 см, шириною угорі 120 см і знизу - 80см. Щілина на 10 чол. має довжину 8-10 м. В ній рекомендується обладнати 7 місць для сидіння і 3 - для лежання.

Щілина на 20-30 чол. риється у вигляді декількох прямолінійних ділянок, що розміщені під прямим кутом один до одного. Довжина кожної ділянки не більше 10 м визначається з розрахунку не менше 0,5-0,6 м на одного чоловіка. Нормальна ємність щілини – 10-15 чол.

Входи в щілину влаштовують під прямим кутом до першої прямолінійної ділянки, при цьому у щілинах ємністю до 20 чол. роблять один вхід, а більше 20 – два на протилежних кінцях. Уздовж однієї і стін влаштовує лаву для сидіння, а в стінах - ніші для зберігання продуктів харчування і води.

Оцінювання надійності захисту працівників об'єкта господарювання з використанням захисних споруд

Оцінка інженерного захисту робітників та службовців об'єкта

Оцінка інженерного захисту робітників і службовців об'єкта починається з вивчення усіх характеристик захисних споруд, параметрів можливих уражаючих факторів на території об'єкта.

Перш за все виявляється наявність і відповідність основних і допоміжних приміщень в кожній захисній споруді нормам об'ємно-планувальних рішень.

Якщо, наприклад, виявиться, що в сховищі відсутнє приміщення для продуктів харчування, то для його обладнання виділяється необхідна площа від приміщення для людей, що зменшує місткість сховища.

Послідовність виконання завдання:

1. Оцінка захисних споруд за місткістю

Місткість захисних споруд визначають відповідно до прийнятих норм за площею і об'ємом приміщень на одну людину. Розрахунок роблять окремо по кожній захисній споруді, а потім визначають загальну кількість місць в усіх сховищах на об'єкті і показник інженерного захисту за місткістю K_m .

1.1. Розраховують кількість місць $M_{пр}$ за площею приміщення для укриття людей, $S_{пр}$, виходячи з норми на одну людину: $S_1 = 0,5 \text{ м}^2$, якщо висота h становить 2,15–2,9 м, що дозволяє встановити двох'ярусні нари, S_1 становить $0,4 \text{ м}^2$, якщо висота h становить 2,9–3,5 м, що дозволяє встановити трьох'ярусні нари:

$$M_{пр} = \frac{S_{пр}}{S_1}. \quad (6.1)$$

1.2. Розраховують кількість місць за об'ємом приміщень M_o (перевіряють відповідність об'єму повітря приміщень на одну людину – не менше $1,5 \text{ м}^3$. Ця кількість повітря передбачена для забезпечення життєдіяльності людей протягом 3–4 год на випадок, коли буде порушено повітропостачання):

$$M_o = \frac{(S_{\text{пр}} + S_{\text{д}}) \cdot h}{1,5}, \quad (6.2)$$

де $S_{\text{пр}}$ – площа приміщень для людей, м^2 ; $S_{\text{д}}$ – загальна площа допоміжних приміщень (окрім ДЕС, тамбурів, розширювальних камер), м^2 ;
 h – висота приміщень, м.

1.3. Порівнюють $M_{\text{пр}}$ та M_o (кількість місць за площею і за об'ємом) і визначають фактичну місткість сховища M_1 (менша за значенням).

1.4. Розраховують загальну місткість усіх захисних споруд об'єкта:

$$M_3 = M_1 + M_2 + \dots + M_{\text{пр}}. \quad (6.3)$$

1.5. Визначають коефіцієнт місткості захисних споруд об'єкта:

$$K_M = \frac{M_3}{N}, \quad (6.4)$$

де N – кількість працівників найбільшої зміни.

1.6. Визначають потрібну кількість нар у кожній захисній споруді: двох'ярусних $H = M/5$ (одні нари завдовжки 180 см забезпечують 4 місця для сидіння, 1 для лежання) трьох'ярусних $H = M/6$ (4 місця для сидіння, 2 для лежання).

1.7. Роблять висновок щодо можливості укриття: якщо $K_M > 1$, захисні споруди дозволяють розмістити всіх працівників найбільшої зміни.

2. Оцінка захисних споруд за захисними властивостями

Виявляють захисні властивості споруди з документів їх технічних характеристик (вихідних даних):

$\Delta P_{\text{ф. зах}}$ – від УХ (граничний надмірний тиск УХ, який може витримати споруда);

$K_{\text{осл. зах}}$ – від радіоактивного забруднення (коефіцієнт ослаблення радіації спорудою). Якщо невідомий – див. за табл..2,6.

2.1. Визначають потрібні захисні властивості споруди:

2.1.а) потрібні захисні властивості споруди від дії УХ визначають значенням максимального надмірного УХ, що очікується на об'єкті ($\Delta P_{\text{ф. потр}} = \Delta P_{\text{ф. max}}$). Для визначення $\Delta P_{\text{ф. max}}$ розраховують мінімально можливу відстань до центру вибуху:

$$R_{\text{min}} = R_r - r_{\text{відх}}, \quad (6.5)$$

де R_r – відстань об'єкта від точки прицілювання (центру міста); $r_{\text{відх}}$ – ймовірне максимальне відхилення центру вибуху від точки прицілювання.

За таблицю (дод. 1.1) знаходять $\Delta P_{\text{ф. max}}$ для очікуваної потужності ядерного вибуху q , виду вибуху і R_{min} ;

2.1.б) для захисту від радіоактивного зараження визначають $K_{\text{осл. потр}}$ – потрібний коефіцієнт ослаблення радіації, який розраховують за формулою:

$$K_{\text{осл}} = \frac{D_{\text{пз}}}{D_{\text{доп}}} = 5P_{1\text{max}} \frac{(t_{\text{п}}^{-0,2} - t_{\text{к}}^{-0,2})}{D_{\text{доп}}}, \quad (6.6)$$

де $P_{1\text{max}}$ – максимальний рівень радіації, очікуваний на об'єкті (визначають з дод. 4.1 на відстані R_{min} для заданої потужності вибуху q та швидкості середнього вітру $V_{\text{св}}$);

$t_{\text{п}}$ – початок опромінювання (зараження об'єкта) відносно вибуху, год:

$$t_{\text{п}} = \frac{R_{\text{min}}}{V_{\text{св}}} + 1; \quad (6.7)$$

$t_{\text{к}}$ – кінець опромінювання (через 4 доби після зараження), год, $t_{\text{к}} = t_{\text{п}} + 96$;

$D_{\text{доп}}$ – допустима доза радіації за 4 доби (96 год) становить 50 Р (гранично допустима доза опромінення, що не викликає променевої хвороби).

2.2. Визначають наявні захисні властивості захисних споруд від ударної хвилі, та радіоактивного зараження.

2.3. Порівнюють захисні властивості споруди з потрібними і роблять висновки: якщо $\Delta P_{\text{ф. зах}} < \Delta P_{\text{ф. потр}}$, або $K_{\text{осл}} < K_{\text{осл. потр}}$, то захисна споруда не забезпечує потрібного захисту і з подальшого оцінювання вилучається (вважається резервною).

2.4. Визначають показник, який характеризує інженерний захист робітників і службовців за захисними властивостями:

$$K_{зв} = \frac{M_1 + M_2 + \dots + M_n}{N}, \quad (6.8)$$

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 уражальних факторів (УХ і радіоактивного зараження).

3. Оцінка систем життєзабезпечення захисних споруд

Найбільш важливими є системи повітро- і водопостачання. Суть оцінки систем зводиться до визначення їх можливості (яка кількість людей, що укриваються, може бути забезпечена повітрям і водою за існуючими нормами на протязі встановленого строку) і потім порівнюється з потрібними.

3.1.1. Оцінка системи повітропостачання

Визначаються режими роботи, які повинна забезпечити система. Якщо на об'єкті очікується зараження атмосфери чадним газом (СО), в разі великих пожеж, то система повітропостачання повинна забезпечити роботу в 3^х режимах; (див. п.2.2).

Робота системи в 3-х режимах забезпечується фільтровентиляційними комплектами типу ФВК-2 (в сховищах до 600 місць). Роботу в 2-х режимах може забезпечити ФВК-1.

3.1.2. Визначають можливості наявного обладнання системи повітропостачання:

а) у режимі I (чиста вентиляція) можливості системи із забезпечення повітрям людей розраховують за формулою

$$N_1 = \frac{nV_1}{W_1}, \quad (6.9)$$

де n – кількість комплектів ФВК, установлених у сховищі; V_1 – продуктивність одного комплекту ФВК у режимі I (1200 м³/год); W_1 – норма подавання повітря за годину на одну людину в режимі I (залежно від кліматичної зони, п. 3.2).

Ця кількість повітря забезпечує життєдіяльність, охолодження і зменшення вологості повітря у сховищі;

б) у режимі II (фільтровентиляція) можливості системи розраховують за формулою

$$N_{II} = \frac{nV_{II}}{W_{II}}, \quad (6.10)$$

де n – кількість комплектів ФВК; V_{II} – продуктивність одного комплекту ФВК у режимі II – (300 м³/год); W_{II} – норма подавання повітря за годину на одну людину в режимі II (2 м³/год), потрібна для життя;

в) у режимі III (повна ізоляція з регенерацією) можливості ФВК-2 такі ж, як і в режимі II.

3.1.3. Визначають показник, який характеризує захисні споруди за повітря забезпеченням людей (за найменшими можливостями):

$$K_{\text{ж.пов}} = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{N}, \quad (6.11)$$

де N_1, N_2, \dots, N_n – кількість людей, які забезпечуються повітрям в режимах I і II (III) в сховищах 1, 2, ..., n ; N – кількість робітників найбільшої зміни.

Якщо $K_{\text{ж.пов}} > 1$, то визначають необхідні заходи з підвищення можливостей системи до потрібного рівня – забезпечення усіх людей, які можуть розміститися у сховищах.

3.2. Оцінювання системи водопостачання відбувається за такою схемою:

3.2.1. Визначають можливості системи із забезпечення водою в аварійній ситуації (яка кількість людей у сховищі може буде забезпечена наявним аварійним запасом води) за формулою

$$N_{\text{вод}} = \frac{W_0}{W_1 T}, \quad (6.12)$$

де W_0 – місткість баків аварійного запасу води у сховищі, л; W_1 – норма запасу питної води на одну людину за добу (3 л); T – тривалість укриття людей (задається), діб.

3.2.2.. Визначають показник життєзабезпечення водою:

$$K_{\text{жз.вод}} = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{N}, \quad (6.13)$$

де N_1, N_2, \dots, N_n – кількість людей, що можуть бути забезпечені водою у сховищах 1, 2, ..., n .

3.2.3. Визначають додаткові баки запасу води (за $K_{\text{жз. вод}} < 1$), необхідні для нормального забезпечення людей водою:

$$W_{\text{доп}} = (N - N_{\text{вод}}) W_1 T. \quad (6.14)$$

3.2.3. Загальний показник життєзабезпечення $K_{жз}$ визначають за меншим значенням показників щодо забезпеченню повітрям і водою.

4. Оцінювання захисних споруд за своєчасним укриттям робітників і службовців об'єкта

Оцінювання зводиться до визначення потрібного часу на укриття працівників об'єкта за сигналами ЦЗ ($t_{укр}$) і порівнюють його із установленим часом укриття людей ($t_{вст}$), який визначають часом наближення уражальної дії від застосування зброї.

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

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

Розв'язок.

4.1. Розподіляють робітників і службовців за захисними спорудами на об'єкті.

4.2. Визначають відстані від місця роботи до закріплених за виробничими дільницями (цехами) захисних споруд – l_1, l_2, \dots, l_n .

4.3. Визначають час руху людей до захисної споруди:

$$t_{рух} = \frac{l_1}{V_{рух}} = \frac{l_1}{80}. \quad (6.15)$$

4.4. Визначають потрібний час на укриття ($t_{укр}$) для працівників кожної дільниці (цеху):

$$t_{укр} = t_{зуп} + t_{руху} + t_3. \quad (6.16)$$

4.5. Порівнюють потрібний час на укриття людей кожного цеху ($t_{укр}$) з установленим часом ($t_{вст}$). Якщо для даного цеху $t_{укр} > t_{вст}$, то його працівники не встигають ухитися у сховищі. Вони інженерним захистом не забезпечуються.

4.6. Визначають показник за своєчасним укриттям людей:

$$K_{св.у} = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{N}, \quad (6.17)$$

де N_1, N_2, \dots, N_n – кількість робітників і службовців 1, 2, ..., n цехів, які можуть своєчасно укритись у сховищах за сигналами ЦЗ, тобто для яких $t_{\text{жр}} \leq t_{\text{вст}}$.

Результати проведеного оцінювання інженерного захисту об'єкта записують у звіт.

На заключному етапі аналізують результати оцінювання інженерного захисту об'єкта, роблять висновки та висувають пропозиції, в яких зазначають:

- надійність інженерного захисту (коефіцієнт надійного захисту $K_{\text{н.з}}$ – за мінімальним значенням з окремих показників: $K_{\text{м}}, K_{\text{зв}}, K_{\text{жз}}, K_{\text{св.у}}$);
- визначають слабкі місця в інженерному захисті;
- намічають заходи із вдосконалення інженерного захисту робітників і службовців об'єкта.

ЗАКЛЮЧЕННЯ.

Наявність колективних і індивідуальних засобів захисту дозволяє при розумному їх використанні захистити людей від багатьох уражаючих факторів при НС.

Приклад. Розв'язання завдання з оцінювання інженерного захисту робітників і службовців об'єкта

Умова. Оцінити надійність інженерного захисту працівників машинобудівного заводу, маючи необхідні вихідні дані і характеристики.

1. Оцінювання захисних споруд за місткістю

Вихідні дані:

На машинобудівному заводі є такі захисні споруди з паспортними даними:

- кількість працівників найбільшої зміни $N = 684$ ос., (КБ – 30 ос., комендатура – 4 ос., механічний цех – 300 ос., шліфувальний цех – 250 ос., столярний цех – 100 ос.).

Характеристики захисних споруд машинобудівного заводу

Тип, номер захисної споруди	Площа приміщень, м ²			Висота приміщень	Аварійний вихід	
	Для людей з санітарним постом	Допоміжних				
		ФВП, санвузли	Для продуктів			Тамбур шлюз
ПРУ 1	22	5	–	–	2,4	є
Сховище 8	177	43	–	10	2,4	є
Сховище 12	177	43	8	10	2,4	є

1.1. Виявляємо наявність основних і допоміжних приміщень, відповідність їх розмірів нормам об'ємно-планових рішень і визначаємо потрібні площі, яких не вистачає:

- ПРУ №1 відповідає нормам;
- у сховищі № 8 немає приміщення для продуктів орієнтовно на 300 людей;
- площа такого приміщення має становити 8 м^2 (норма 5 м на 150 ос. плюс 3 м^2 на кожних наступних 150 ос.);
- сховище № 12 відповідає нормам.

1.2. Визначаємо розрахункову місткість захисних споруд за площею до і після дообладнання їх за формулою (6.1):

– ПРУ № 1:

$$M_{\text{ПРУ}} = \frac{S_{\text{гр}}}{S_1} = \frac{20}{0,5} = 40 \quad \text{ос.};$$

– сховище № 8: після обладнання приміщення для продуктів за рахунок площі приміщення для людей:

$$M_8 = \frac{177 - 2 - 8}{0,5} = 334 \quad \text{ос.};$$

– сховище № 12:

$$M_{12} = \frac{177 - 2}{0,5} = 350 \quad \text{ос.};$$

тут виділено 2 м^2 на санпост, 8 м^2 на приміщення для продуктів.

1.3. Визначаємо розрахункову місткість за об'ємом приміщень за формулою (6.2):

– сховище № 8:

$$M_8 = \frac{S_{\text{заг}} h}{V_1} = \frac{(177 + 43 + 10) \cdot 2,4}{1,5} = \frac{552}{1,5} = 368 \quad \text{ос.};$$

де $S_{\text{заг}}$ – загальна площа основних $S_{\text{пр}}$ і допоміжних $S_{\text{д}}$ приміщень, ;

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{гр}} + S_{\text{д}}$$

– сховище № 12:

$$M_{12} = \frac{S_{\text{заг}} h}{V_1} = \frac{(177 + 43 + 8 + 10) \cdot 2,4}{1,5} = \frac{571}{1,5} = 380 \quad \text{ос.}$$

Фактичну розрахункову місткість беруть за площею приміщень (менше за значенням), тобто ПРУ №1 – $M_{\text{пру}} = 40$ ос.; сховище № 8 – $M_8 = 334$ ос.; сховище № 12 – $M_{12} = 350$ ос.

1.4. Визначаємо загальну розрахункову місткість (всіх захисних споруд на заводі) за формулою (6.3):.

$$M_3 = M_{\text{ПРУ}} + M_8 + M_{12} = 40 + 334 + 350 = 724 \text{ , ос}$$

1.5. Визначаємо коефіцієнт місткості за формулою (6.4):

$$K_M = \frac{M_3}{N} = \frac{724}{684} = 1,06.$$

1.6. Визначаємо потрібну кількість нар у приміщеннях для людей (H).

Висота приміщень ($h = 2,4$ м) дозволяє встановити двоярусні нари (одні нари на 5 ос.):

$$\text{– у ПРУ } H_{\text{ПРУ}} = \frac{M_{\text{ПРУ}}}{5} = \frac{40}{5} = 8 \text{ нар;}$$

$$\text{– у сховищі № 8 } H_8 = \frac{334}{5} = 67 \text{ нар;}$$

$$\text{– у сховищі № 12 } H_{12} = \frac{350}{5} = 70 \text{ нар.}$$

1.7.Висновки.

1. $K_M > 1$, тобто захисні споруди, що є на заводі у разі дообладнання їх відповідно до вимог, дозволяють укрити всіх працівників найбільшої зміни (з наявністю резервних місць на 40 осіб).

2. У сховищі № 8 потрібно дообладнати приміщення для зберігання продуктів площею 8 м^2 , зменшивши площу приміщень для людей.

3. Слід придбати 145 двоярусних нар для всіх захисних споруд.

2. Оцінювання захисних споруд за захисними властивостями

Вихідні дані:

- віддаленість об'єкта від точки прицілювання $R_r = 2,5$ км;
- очікувана потужність ядерного боєприпаси $q = 200$ кт;
- вид вибуху – наземний;
- ймовірне максимальне відхилення центру вибуху боєприпаси від точки прицілювання $r_{\text{відх}} = 0,5$ км;
- швидкість середнього вітру $V_{\text{св}} = 100$ км/год;
- напрям середнього вітру – у бік об'єкта;
- конструкції захисних споруд розраховані на надмірний тиск: ПРУ – 30 кПа; сховище № 8 $\Delta P_{\text{ф. зах}} = 200$ кПа; сховище № 12 $\Delta P_{\text{ф. зах}} = 200$ кПа;
- коефіцієнт ослаблення радіації ПРУ $K_{\text{осл. зах}} = 200$; сховище № 8 і сховища № 12 $K_{\text{осл. зах}} = 1000$.

2.1. Визначаємо потрібні захисні властивості споруд:

2.1.а) для захисту від ударної хвилі: враховуючи, що $\Delta P_{\text{ф. потр}} = \Delta P_{\text{ф. max}}$, розраховуємо $\Delta P_{\text{ф}}$ на мінімальній відстані від об'єкта до ймовірного центру вибуху за формулою (6.5):

$$R_{\text{min}} = R_{\Gamma} - r_{\text{відх}} = 2,5 - 0,5 = 2 \text{ км.}$$

За значенням $R_{\text{min}} = 2$ км, потужністю боєприпасу $q = 200$ кг при наземному вибуху визначаємо $\Delta P_{\text{ф. max}}$ (додаток 6.1):

$$\Delta P_{\text{ф. max}} = \Delta P_{\text{ф. потр}} = 60 \text{ кПа;}$$

2.1.б) для захисту від радіоактивного зараження $K_{\text{осл. потр}}$ розраховуємо за формулою (6.6):

$$K_{\text{осл. потр}} = \frac{D_{\text{рз}}}{D_{\text{доп}}} = \frac{5 P_{1\text{max}} (t_{\text{п}}^{-0,2} - t_{\text{к}}^{-0,2})}{50},$$

для чого визначаємо за формулою (6.7)

$$t_{\text{п}} = \frac{R_{\text{min}}}{V_{\text{с.в}}} + 1 = \frac{2}{100} + 1 = 1,02 \text{ , год,}$$

$$t_{\text{к}} = t_{\text{п}} + 96 = 1,02 + 96 = 97,02 \text{ , год;}$$

$P_{1\text{max}}$ – максимальний рівень радіації, очікуваний на об'єкті на 1 год після вибуху (додаток 6.2), якщо $q = 200$ кг $R_{\text{min}} = 2$ км, $V_{\text{с.в}} = 100$ км/год, $P_{1\text{max}} = 10880$ Р/год, тоді за формулою (6.6)

$$K_{\text{осл. потр}} = \frac{5 \cdot 10880 \cdot (1,02^{-0,2} - 97,02^{-0,2})}{50} = 652,2$$

2.2. Визначаємо наявні захисні властивості захисних споруд:

2.2.а) від ударної хвилі відповідно до вихідних даних:

для ПРУ $\Delta P_{\text{ф. зах}} = 30$ кПа; для сх. № 8 і 12 $\Delta P_{\text{ф. зах}} = 200$ кПа;

2.2.б) від радіоактивного зараження: відповідно до вихідних даних для ПРУ

$K_{\text{осл. зах}} = 200$; для сх. № 8 і 12 $K_{\text{осл. зах}} = 1000$.

2.3. Порівнюємо захисні властивості захисних споруд з потрібними:

2.3.а) за ударною хвилею: для ПРУ $\Delta P_{\text{ф. зах}} < \Delta P_{\text{ф. потр}}$; для сх. № 8 і 12

$\Delta P_{\text{ф. зах}} > \Delta P_{\text{ф. потр}}$;

2.3.б) за іонізуючим випромінюванням: для ПРУ $K_{\text{осл. зах}} < K_{\text{осл. потр}}$; для сх. № 8

і 12 $K_{\text{осл. зах}} > K_{\text{осл. потр}}$.

2.4. Визначаємо показник, який характеризує інженерний захист робітників і службовців за захисними властивостями за формулою (6.8)

$$K_{\text{з}} = \frac{M_8 + M_{12}}{N} = \frac{334 + 350}{684} = 1,0$$

2.5. Висновок.

З порівняння видно, що захисні властивості ПРУ не відповідають потрібним, тому виключаємо їх з подальшого розгляду відносимо в резерв.

Сховища №№ 8 і 12 забезпечують захист людей, що в них перебувають, у максимальній кількості 354 і 350 осіб.; захисні властивості сховищ №№ 8 і 12 відповідають вимогам і забезпечують захист всіх робітників.

3. Оцінювання систем життєзабезпечення захисних споруд

3.1. Оцінювання системи повітропостачання

Вихідні дані:

- об'єкт розташований в II кліматичній зоні (середня температура найспекотнішого місяця $20-25 >C$);
- система повітрозабезпечення включає: у сховищі № 8–2 комплекти ФВК-1; сховищі № 12–2 комплекти ФВК-1;
- можливості одного комплекту V за режимом I – $1200 \text{ м}^3/\text{год}$; за режимом II – $300 \text{ м}^3/\text{год}$;
- зараження атмосфери чадним газом на об'єкті не очікується.

3.1.1. Визначаємо, які режими роботи має забезпечувати система повітропостачання. Через те, що на об'єкті не очікується зараження атмосфери чадним газом, система повітрозабезпечення повинна забезпечити роботу в двох режимах: «Чистої вентиляції» (режим I) і «Фільтровентиляції» (режим II).

Норма подавання повітря (W_1) на одну людину становить: у режимі I – $10 \text{ м}^3/\text{год}$ (II зона), у режимі II – $2 \text{ м}^3/\text{год}$.

3.1.2. Визначаємо можливості системи за формулою (6.10):

а) у режимі I («Чистої вентиляції») за наявною кількістю ФВК (n):

$$\text{– у сховищі № 8 } N_{\text{пов I}} = \frac{nV_1}{W_1} = \frac{2 \cdot 1200}{10} = 240 \text{ ос.};$$

$$\text{– у сховищі № 12 } N_{\text{пов I}} = \frac{nV_1}{W_1} = \frac{2 \cdot 1200}{10} = 240 \text{ ос.};$$

б) у режимі II («Фільтровентиляції»):

$$\text{– у сховищі № 8 } N_{\text{пов II}} = \frac{nV_{\text{II}}}{W_{\text{II}}} = \frac{300 \cdot 2}{2} = 300 \text{ ос.};$$

$$\text{– у сховищі № 12 } N_{\text{пов II}} = \frac{nV_{\text{II}}}{W_{\text{II}}} = \frac{300 \cdot 2}{2} = 300 \text{ ос.}$$

3.1.3. Визначаємо за формулою (6.11) показник, який характеризує захисні споруди за повітрозабезпеченням людей у режимі I (за найменшими можливостями):

$$K_{\text{ж.з. пов}} = \frac{N_8 + N_{12}}{N} = \frac{240 + 240}{684} = 0,7$$

де N_8 , N_{12} – кількість людей, що можуть бути забезпечені в межах розрахункової місткості сховищ №№ 8 та 12 (але не більше).

3.1.4. Висновки.

1. Система повітрязабезпечення сховищ не забезпечує потреб у подаванні повітря в обох режимах.

2. Потрібно додатково встановити у сховищах №№ 8 та 12 по одному комплекту ФВК-1.

3.2. Оцінювання системи водопостачання

Вихідні дані:

– аварійний запас води в проточних баках місткістю 2 100 л у сховищах №№ 8 і 12 становить $W_{\text{о. вод}} = 2\ 100$ л;

– тривалість укриття людей $T = 3$ доби;

– норма запасу питної води на одну людину за добу $W_1 = 3$ л.

3.2.1. Визначаємо можливості системи із забезпечення водою в аварійній ситуації за формулою (6.12):

$$\text{– у сх. № 8 } N_{\text{вод.8}} = \frac{W_{\text{вод}}}{W_1 T} = \frac{2100}{3 \cdot 3} = 233 \text{ ос.};$$

$$\text{– у сх. № 12 } N_{\text{вод.12}} = \frac{W_{\text{вод}}}{W_1 T} = \frac{2100}{3 \cdot 3} = 233 \text{ ос.}$$

3.2.2. Визначаємо показник життєзабезпечення водою за формулою (6.13):

$$K_{\text{ж.з. вод}} = \frac{N_8 + N_{12}}{N} = \frac{233 + 233}{684} = 0,68.$$

3.2.3. Слід установити додаткові баки запасу води за формулою (6.14):

– у сховищі № 8 – $(334 - 233) \cdot 3 \cdot 3 = 909$ л;

– у сховищі № 12 – $(350 - 233) \cdot 3 \cdot 3 = 1\ 053$ л.

3.3.3. Загальний показник життєзабезпечення $K_{\text{ж.з}} = 0,68$ (із розрахованих показників $K_{\text{ж.з. пов}}$ і $K_{\text{ж.з. вод}}$ беруть менший за значенням).

3.3. Висновки.

Водою з аварійного запасу можна забезпечити 68 % людей, що укриваються у сховищах. Слід установити додаткові баки запасу води:

– у сховищі № 8 – $(334 - 233) \cdot 3 \cdot 3 = 909$ л;

– у сховищі № 12 – $(350 - 233) \cdot 3 \cdot 3 = 1\ 053$ л.

4. Оцінювання захисних споруд за своєчасним укриттям робітників і службовців

Вихідні дані:

- відстань від місця роботи до сховищ (l);
- час на безаварійну зупинку виробництва $t_{зуп} = 3$ хв;
- час для заповнення сховища $t_3 = 2$ хв;
- установлений час на укриття $t_{вст} = 9$ хв;
- швидкість руху людей $V = 80$ м/хв.

4.1. Розподіляємо робітників і службовців за захисними спорудами (за схемою розміщення захисних споруд (рис. 4.4). Критерій – мінімальна відстань до сховища:

– у сх. № 8: механічний цех – 300 ос.; КБ – 30 ос.; комендатура – 4 ос. Всього: 334 ос.;

– у сх. № 12: шліфувальний цех – 250 ос.; столярний цех – 100 ос. Всього: 350 ос.

4.2. Визначаємо відстань від місця роботи до закріплених захисних споруд:

– до сх. № 8: $l = 0$ м (механічний цех), сховище розміщене у підвалі будинку цеху; $l = 440$ м (КБ); $l = 280$ м (комендатура);

– до сх. № 12: $l = 280$ м (шліфувальний цех); $l = 280$ м (столярний цех).

4.3. Визначаємо час на рух людей до захисних споруд за формулою (6.15):

– до сх. № 8 $t_{рухуКБ} = \frac{440}{80} = 5,5$ хв (КБ);

$t_{рухуКМ} = \frac{280}{80} = 3,5$ хв (комендатура);

– до сх. № 12 $t_{рухуСЦ} = \frac{280}{80} = 3,5$ хв (столярний цех);

– для робітників механічного і столярного цеху $t_{руху} = 0$ (сховище в будівлі).

4.4. Визначаємо потрібний час на укриття людей в захисних спорудах за формулою (6.16),

$$t_{укр} = t_{зуп} + t_{руху} + t_3;$$

$t_{укр} = 3 + 0 + 2 = 5$ хв (механічний цех); $t_{укр} = 0 + 5,5 + 2 = 7,5$ хв (КБ);

$t_{укр} = 0 + 3,5 + 2 = 5,5$ хв (комендатура); $t_{укр} = 3 + 0 + 2 = 5$ хв (шліфувальний цех);

$t_{укр} = 3 + 3,5 + 2 = 8,5$ хв (столярний цех).

4.5. Порівнюємо потрібний час на укриття зі встановленим ($t_{укр} = 9$ хв). Для всіх людей, що укриваються у сховищах $t_{укр} < t_{вст}$.

4.6. Показник своєчасного укриття за формулою (6.17):

$$K_{\text{св.у}} = \frac{N_{\text{св.у}}}{N} = \frac{334 + 350}{684} = 1,0.$$

4.7. Висновок. Розташування сховищ дозволяє своєчасно укрити усіх робітників і службовців.

5. Загальні висновки.

1. На машинобудівному заводі показник надійності інженерного захисту $K_{\text{н.з}} = 0,68$. Надійним інженерним захистом можуть бути забезпечені 68 % робітників та службовців – 465 ос.

2. Можливості інженерного захисту обмежені недостатньою продуктивністю систем повітропостачання і малою ємністю аварійного запасу води.

3. Для забезпечення надійного інженерного захисту всіх робітників і службовців потрібно:

– обладнати кімнату для зберігання продуктів у сховищі № 8 площею 8 м², зменшивши приміщення для людей;

– встановити додатково по одному комплекту ФВК-1 в системах повітропостачання сховищ №№ 8 і 12;

– встановити додаткові ємності для аварійного запасу води: у сховищі № 8 – 950 л, у сховищі № 12 – 1100 л.

і т.д.

Результати роботи занести в звіт по роботі Додаток 5, в якому від руки детально записати всі розрахунки та висновки (підсумковий висновок має бути розгорнутий). Також накреслити план заводу з позначенням сховищ та їх вмісту, напрямків евакуації з довжиною шляхів і т. ін. за наведеним на рис.Дб.2. прикладом.

Таблиця Дб.1 Надмірний тиск ударної хвилі за різних потужностей ядерного боєзапасу і відстаней до центру вибуху

Потужність боєзапасу, кт	Надмірний тиск $\Delta P_{\text{ф}}$, кПа													
	250	200	150	100	90	80	70	60	50	40	30	20	15	10
	Відстань до епіцентру вибуху, км													
50	0,47	0,54	0,61	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	2	2,7	3,5	4,5
	0,66	0,75	0,84	1	1,1	1,2	1,25	1,3	1,4	1,5	2	2,6	3,1	4,2
100	0,59	0,68	0,77	1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,1	2,6	3,8	4,4	6,5
	0,83	0,92	1,05	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,2	2,5	3,2	3,9	5,2
200	0,74	0,86	0,97	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,5	2,9	4,4	5,5	7,9
	1,05	1,15	1,35	1,5	1,6	1,7	1,8	2	2,2	2,6	3	3,8	4,9	6,4
300	0,85	0,98	1,1	1,37	1,57	1,67	1,85	2,07	2,27	2,8	3,35	4,95	6,35	9,1
	1,2	1,35	1,5	1,7	1,83	1,93	2,1	2,3	2,55	2,93	3,6	4,4	5,65	7,3
500	1	1,15	1,3	1,7	1,9	2	2,3	2,6	3	3,4	4,2	6	7,55	11,5
	1,45	1,6	1,8	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	3,2	3,6	4,4	5,5	6,7	9
1000	1,3	1,5	1,7	2,2	2,4	2,7	3	3,3	3,6	4,3	5	7,5	9,5	14,3
	1,8	2	2,3	2,9	3	3,4	3,5	3,6	4	4,5	5,4	7	8,4	11,2

Примітка. Для кожного показника потужності боєзапасу верхній рядок – для повітряного вибуху, нижній – для наземного

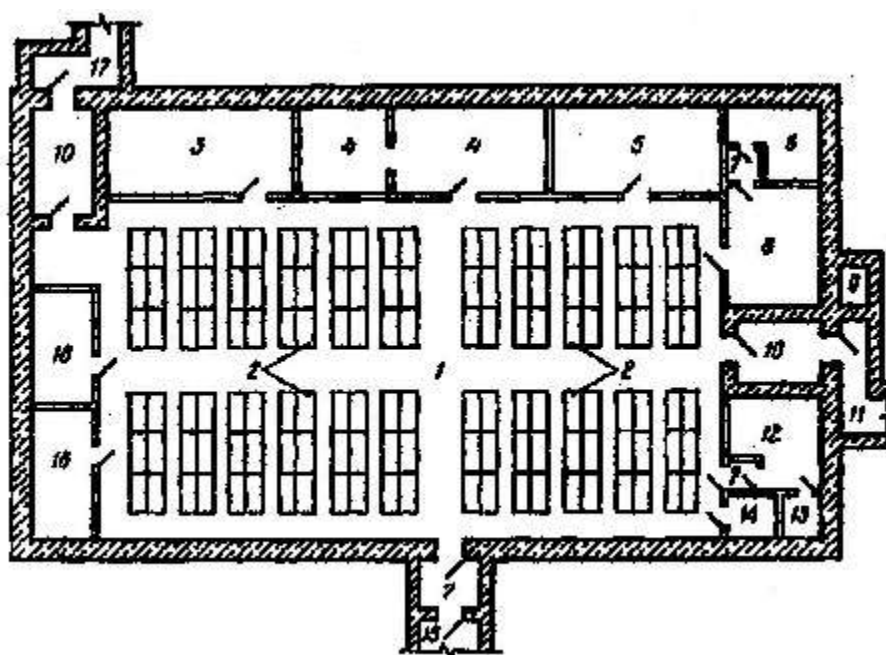
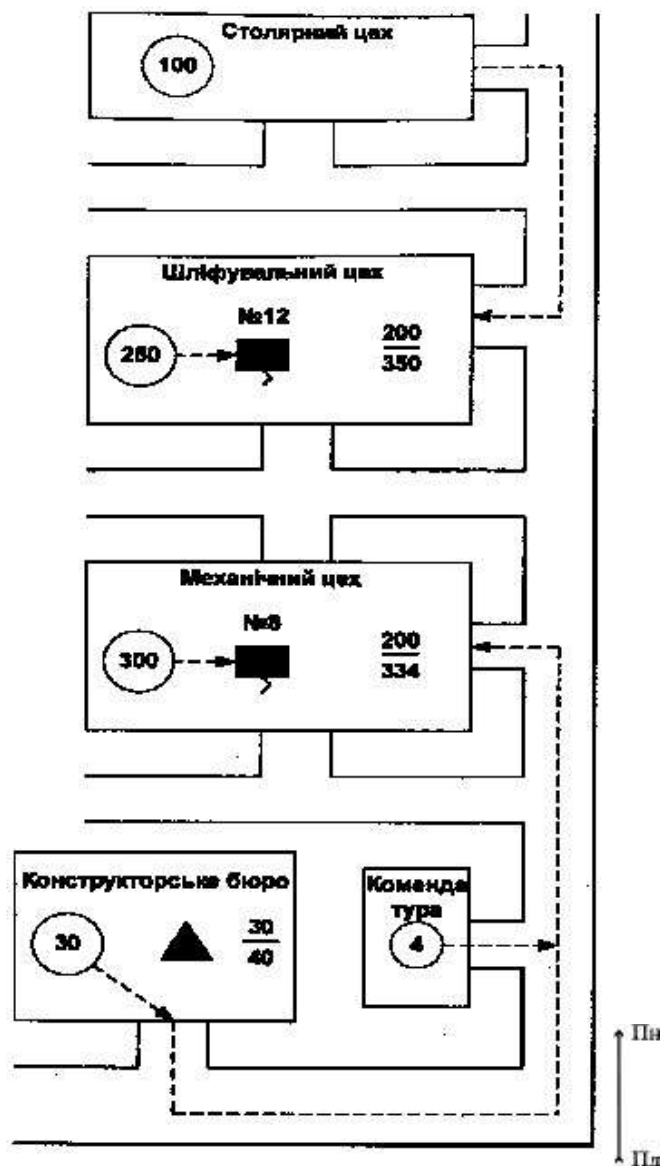



Рис. Дб.1. План сховища: 1 – приміщення для людей; 2 – ослони-нари; 3 – медпункт; 4 – пункт управління ЦО; 5 – приміщення для продуктів; 6 – для балонів з киснем (регенерації повітря); 7 – тамбур; 8 – фільтровентиляційна; 9 – розширювальна камера; 10 – тамбур-шлюз; 11 – вхід 1; 12 – ДЕС; 13 – склад паливно-мастильних матеріалів; 14 – електрощитова; 15 – вхід 3 (аварійний вихід); 16 – санвузли (жіночий, чоловічий); 17 – вхід 2


Оцінити інженерний захист робітників і службовців об'єкта за вихідними даними вказаного варіанта





Масштаб 1 : 4 000

Умовні позначення

- 

200	сховище витримує $\Delta P_{\text{в}}$ до 200 кПа, місткість 350 ос.
350	
- 

30	ПРУ витримує $\Delta P_{\text{в}}$ до 30 кПа, місткість 40 ос.
40	
- 

300	кількість працівників цеху
-----	-------------------------------
- 

----->	Маршрут руху людей
--------	-----------------------

Рис.Д6.2. План укриття працівників машинобудівного заводу

Таблиця Дб.2. Рівні радіації на вісі сліду наземного ядерного вибуху на 1 год після вибуху, Р/год

Відстань від центру вибуху, км	Потужність боєприпасу, кт					
	50	100	200	300	500	1000
Швидкість вітру 25 км/год						
2	8500	14000	25000	35700	57000	100000
4	3200	5700	10000	14300	23000	44000
6	2000	3600	6800	9200	14000	28000
8	1200	2400	4700	6800	11000	19000
10	830	1500	3200	4800	8000	15000
12	620	1200	2500	3600	5600	11000
14	500	960	2000	2900	4600	9700
16	400	800	1700	2400	3600	8100
20	300	590	1200	1600	2300	5500
Швидкість вітру 50 км/год						
2	5000	9350	17100	26800	381	69200
4	2200	4000	7500	10700	17000	31000
6	1400	2610	4750	6700	10500	20800
8	910	1740	3010	4800	6900	13000
10	730	1260	2400	3500	5300	9900
12	560	1030	1900	2880	4300	8800
14	470	880	1580	3400	3680	6500
16	370	680	1350	1920	3000	5900
20	250	440	960	1440	2400	4500
Швидкість вітру 100 км/год						
2	3300	6100	10880	16000	23680	41600
4	1430	2160	7000	10200	15400	34000
6	1200	1760	3200	4500	7200	12800
8	620	1200	2240	3360	5120	9440
10	480	960	1680	2700	3840	7200
12	400	800	1440	2100	3200	5900
14	300	590	1120	1680	2400	3840
16	280	530	960	1440	2240	4300
20	210	400	700	1120	1600	2880

Звіт по практичній роботі №4 з цивільного захисту на тему
**Засоби індивідуального та колективного захисту працівників об'єкта
 господарювання з використанням захисних споруд**

Прізвище, ініціали _____ група _____
 номер варіанту _____

Характеристики захисних споруд машинобудівного заводу

Тип, номер захисної споруди	Площа приміщень, м ²			Висота приміщень	Аварійний вихід
	Для людей з санітарним постом	Допоміжних			
		ФВП, санвузли	Для продуктів		
ПРУ 1					є
Сховище 8					є
Сховище 12					є

1.1. Наявність основних і допоміжних приміщень:

1.2. Розрахункова місткість захисних споруд за площею:

$$M_{\text{ПРУ}} =$$

$$M_8 =$$

$$M_{12} =$$

1.3. розрахункову місткість за об'ємом приміщень:

$$M_{\text{ПРУ}} =$$

$$M_8 =$$

$$M_{12} =$$

1.4. Загальна розрахункова місткість (всіх захисних споруд на заводі):.

$$M_{\text{заг}} =$$

1.5. Коефіцієнт місткості: $K_M =$

1.6. Визначаємо потрібну кількість нар у приміщеннях для людей

$$\text{ПРУ: } N = \quad \text{Сховище №8: } N = \quad \text{Сховище №12: } N =$$

1.7. Висновки.

2. Оцінювання захисних споруд за захисними властивостями

2.1. Визначаємо потрібні захисні властивості споруд:

2.1.а) для захисту від ударної хвилі:

$$R_{\text{min}} =$$

$$\Delta P_{\text{ф. max}} = \Delta P_{\text{ф. потр}} =$$

2.1.б) для захисту від радіоактивного зараження

$$K_{\text{осл. потр}} =$$

$P_{1\text{макс}} =$

$t_{\text{поч}} =$

$t_{\text{кінця}} =$

2.2. Наявні захисні властивості захисних споруд:

2.2.а) від ударної хвилі відповідно до вихідних даних:

для ПРУ :

для сх. № 8 і 12 :

2.2.б) від радіоактивного зараження:

для ПРУ :

для сх. № 8 і 12 :

2.3. Порівняння захисних властивостей захисних споруд з потрібними:

2.3.а) за ударною хвилею:

для ПРУ :

для сх. № 8 і 12:

2.3.б) за іонізуючим випромінюванням:

для ПРУ :

для сх. № 8 і 12:

2.4. Показник, який характеризує інженерний захист робітників і службовців за захисними властивостями : $K_{із} =$

2.5. Висновок:

3. Оцінювання систем життєзабезпечення захисних споруд

3.1. Оцінювання системи повітропостачання

3.1.1. Режими роботи, які має забезпечувати система повітропостачання:

3.1.2. Можливості системи:

а) у режимі I («Чистої вентиляції») за наявною кількістю ФВК (n):

V_I для I –

W_I для I -

– у сховищі № 8: $n =$, $N_{\text{пов}} =$

– у сховищі № 12: $n =$, $N_{\text{пов}} =$

б) у режимі II («Фільтровентиляції»):

V_{II} для II –

W_{II} для II -

– у сховищі № 8: $n =$, $N_{\text{пов}} =$

– у сховищі № 12: $n =$, $N_{\text{пов}} =$

в) у режимі III («Повної ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря»):

V_{III} для III –

W_{III} для III -

– у сховищі № 8: $n=$, $N_{пов} =$

– у сховищі № 12: $n=$, $N_{пов} =$

3.1.3. Показник, який характеризує захисні споруди за повітрязабезпеченням людей у режимі ___

$K_{ж.з.пов.} =$

в т.ч. для №8: $K_{ж.з.пов.} =$

для №12: $K_{ж.з.пов.} =$

Розрахунок необхідної кількості комплектів ФВК для всіх режимів роботи системи повітропостачання.

для чист.вентиляції :

схов. №8 $n=$

схов. №12 $n=$

для фільтровентиляції:

схов. №8 $n=$

схов. №12 $n=$

для повної ізоляції:

схов. №8 $n=$

схов. №12 $n=$

потрібна кількість ФВК:

3.1.4.Висновки.

3.2. Оцінювання системи водопостачання

3.2.1. Можливості системи із забезпечення водою в аварійній ситуації:

– у сх. № 8 $N_{вод} =$

– у сх. № 12 $N_{вод} =$

3.2.2. Показник життєзабезпечення водою:

$K_{ж.з.вод.} =$

3.2.3. Слід установити додаткові баки запасу води:

– у сховищі № 8 –

– у сховищі № 12 –

3.3.3. Загальний показник життєзабезпечення

3.3.Висновки.

4. Оцінювання захисних споруд за своєчасним укриттям робітників і службовців

4.1. Розподіл робітників і службовців за захисними спорудами:

– у сх. № 8:

– у сх. № 12:

4.2. Відстань від місця роботи до закріплених захисних споруд:

– до сх. № 8:

– до сх. № 12:

4.3. Час на рух людей до захисних споруд:

– до сх. № 8:

– до сх. №12 :

4.4. Потрібний час на укриття людей в захисних спорудах:

механічний цех: $t_{\text{укр}} =$

шліфувальний цех: $t_{\text{укр}} =$

столярний цех: $t_{\text{укр}} =$

КБ: $t_{\text{укр}} =$

комендатура: $t_{\text{укр}} =$

4.5. Порівнюємо потрібний час на укриття зі встановленим для всіх людей, що укриваються у сховищах:

4.6. Показник своєчасного укриття:

$K_{\text{св.у.}} =$

4.7. Висновок.

5. Загальні висновки та детальний план евакуації заводу

Таблиця Дб.4. Вихідні дані для оцінювання надійності інженерного захисту робітників і службовців об'єкта з використанням захисних споруд

№ п/п	Найменування	Одиниця	Варіанти									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	<u>Кількість працівників:</u> столярний цех	ос.	100	95	90	85	105	110	115	120	125	130
	шліфувальний цех		250	240	235	230	260	265	270	275	280	285
	механічний цех		300	290	280	270	310	315	320	325	330	335
	конструкторське бюро, комендатура		30	26	21	16	36	41	41	46	51	46
			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2.	<u>Характеристика ЗС:</u> а) площа приміщень для людей з санпостом: ПРУ	м ²	22	20	18	15	24	24	26	28	30	35
	сховище № 8		177	175	170	165	185	190	196	200	210	220
	сховище № 12		177	175	170	165	185	190	195	200	210	220
	висота		2,4	2,3	2,2	2,15	2,4	2,3	2,4	2,3	2,4	2,2
	б) допоміжні приміщення: ПРУ: ФВП, санвузли	м ²	5	5	5	5	5	5	5	6	6	7
	сховище № 8: ФВП, санвузли		61	60	58	57	65	65	68	70	75	78
	Тамбур-шлюз		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	сховище № 12: ФВП, санвузли		61	60	58	57	65	65	68	70	75	78
	тамбур-шлюз		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	для продуктів		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	в) тамбури та аварійні виходи		є	є	є	є	є	є	є	є	є	є
	г) коефіцієнт ослаблення радіації: ПРУ		200	200	200	150	150	200	250	400	300	500
	сховище № 8		1000	1500	2500	2000	2500	3000	2000	2500	2500	3000

№ п/п	Найменування	Одиниця	Варіанти									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.	Час безаварійної зупинки виробництва	хв	3	4	3	2	4	2	3	4	2	3
6.	Час заповнення сховища (ПРУ)	хв	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7.	Швидкість руху людей	м/хв	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
8.	Час, встановлений для укриття людей	хв	9	10	9	8	10	8	9	10	8	9
9.	Зараження території чадним газом		Не очік.	Не очік.	Не очік.	Не очік.	Не очік.	Очік.	Не очік.	Не очік.	Не очік.	Очік.
10.	Допустима доза опромінення (за 4 доби)	Р	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
11.	Очікувана потужність вибуху	кт	50	200	1000	50	1000	1000	50	200	200	1000
12.	Вид вибуху		Наземний	Наземний	Наземний	Наземний	Наземний	Наземний	Наземний	Наземний	Наземний	Наземний
13.	Ймовірне максимальне відхилення центра вибуху від точки прицілювання	км	0,7	0,5	0,6	0,4	0,5	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4
14.	Віддалення об'єкта від точки прицілювання	км	2,7	2,5	4,6	2,4	4,5	4,3	2,2	2,2	2,4	4,4
15.	Швидкість середнього вітру	км/год	25	50	100	50	50	25	100	25	50	50
16.	Кліматична зона		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II

ПРАКТИЧНА РОБОТА №7 «Фізичні забруднення та їх вплив на здоров'я людини. Шумове забруднення. Заходи та засоби захисту»

Мета роботи: ознайомитися з принципами оцінки і методами захисту працюючих від впливу акустичних факторів.

Витяг з ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

«...2. Класифікація виробничих акустичних коливань

2.1. Класифікація шумів

2.1.1. За характером спектра шуми слід поділяти на:

- широкосмугові, з безперервним спектром шириною більш ніж одна октава;
- вузькосмужні або тональні, в спектрі яких є виражені дискретні тони.

Тональний характер шуму встановлюється вимірюванням випромінювання у третинооктавних смугах частот по перевищенню рівня шуму в одній смузі над сусідніми не менш ніж на 10 дБ.

2.1.2. За часовими характеристиками шуми слід поділяти на:

- постійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється не більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях на часовій характеристиці "повільно" шумоміра по шкалі "А";
- непостійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях за часовою характеристикою "повільно" шумоміра по шкалі "А".

2.1.3. Непостійні шуми поділяються на:

- мінливі, рівень яких безперервно змінюється у часі;
- переривчасті, рівень шуму яких змінюється ступінчасто на 5 дБА і більше при вимірюваннях на часовій характеристиці "повільно" шумоміра по шкалі "А", при цьому довжина інтервалів, під час яких рівень залишається сталим, становить 1 с і більше;
- імпульсні, кі складаються з одного або декількох звукових сигналів, кожен з яких довжиною менше 1 с, при цьому, рівні шуму у дБ(A1) і дБ(A), виміряні на часових характеристиках "імпульс" та "повільно" шумоміра, відрізняються не менш ніж на 7 дБ.

2.2. Класифікація ультразвуку

2.2.1. За способом передачі від джерела до людини ультразвук поділяють на:

- повітряний, що передається через повітряне середовище;

- контактний, що передається на руки працюючої людини через тверде чи рідке середовище.

2.2.2. За спектром ультразвук поділяють на:

- низькочастотний, коливання якого передаються людині повітряним та контактним шляхом (від $1,2 \times 10^4$ до $1,0 \times 10^5$ Гц);

- високочастотний, коливання якого передаються людині тільки контактним шляхом (від $1,0 \times 10^5$ до $1,0 \times 10^9$ Гц).

2.3. Класифікація інфразвуку

2.3.1. За часовими характеристиками інфразвук поділяють на:

- постійний, рівень звукового тиску якого по шкалі "Лінійна" на характеристиці "повільно" змінюється не більш ніж на 10 дБ за 1хв. спостереження;

- непостійний, рівень звукового тиску якого по шкалі "Лінійна" на характеристиці "повільно" змінюється більш ніж на 10 дБ за 1 хв. спостереження.

3. Акустичні параметри, що нормуються

3.1. Параметри шуму, що нормуються

3.1.1. Параметри постійного шуму на робочих місцях, що нормуються, є рівнями звукових тисків у октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц в децибелах, які визначаються за формулою:

$$L = 20 \text{ Lg } P/P_0, \quad (7.1)$$

де: P - середньоквадратичне значення звукового тиску у кожній октавній смузі, Па;
 P_0 - вихідне значення звукового тиску у повітрі, що дорівнює 2×10^{-5} Па.

3.1.2. При орієнтовній гігієнічній оцінці параметрів постійного широкосмужного шуму на робочих місцях, що нормуються, дозволяється застосовувати рівень шуму в дБА, вимірний по шкалі "А" часової характеристики "повільно" шумоміра та визначений за формулою:

$$L_A = 20 \text{ Lg } P_A / P_0, \quad (7.2)$$

де: P_A - ефективне значення звукового тиску з урахуванням корекції "А" шумоміра, Па.

3.1.3. Середній рівень звуку або октавних рівнів звукового тиску визначається...»

«...Визначення середнього рівня шуму або октавних рівнів звукового тиску

Середній рівень шуму $L_{\text{Сер. дБА}}$ та середні октавні рівні звукового тиску $L_{\text{Сер. дБ}}$ обчислюють за допомогою таблиці .1.

Таблиця Д.1.1.

Різниця двох рівнів, що додаються, дБА або дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Додаток до більш високого рівня, дБ	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Додавання рівнів за таблицею проводять у такому порядку:

- 1) обчислюють різницю рівнів, що додаються;
- 2) визначають додаток до більш високого рівня відповідно до таблиці;
- 3) додають додаток до більш високого рівня;
- 4) аналогічні дії проводять з одержаною сумою та третім рівнем і т. д.

Від одержаної суми "n" віднімають $10 \lg n$, одержуючи середній рівень. Якщо різниця між найбільшим та найменшим виміряними рівнями не перевищує 5 дБ, то середнє значення $L_{\text{Асер.}} L_{\text{сер.}}$ дорівнює середньому арифметичному значенню всіх вимірянних рівнів».

«3.1.4. Параметрами непостійного шуму (що коливається в часі та переривається) на робочих місцях, які нормуються, є інтегральний рівень - еквівалентний (по енергії) та максимальний рівень шуму у дБА.

Для імпульсного шуму нормованим параметром є еквівалентний рівень шуму у дБАекв. та максимальний рівень шуму - у дБА1.

Еквівалентний рівень - це рівень постійного шуму, дія якого відповідає дії фактичного шуму із змінними рівнями за той же час, виміряного по шкалі "А" шумоміра.

Обчислення еквівалентного рівня переривчастого шуму

Обчислення еквівалентного рівня шуму, дБА (рівня звукового тиску, дБ) проводиться у такій послідовності.

1. Визначають поправки $L_{\text{Аі}}$, дБА, L_i , дБ до значень вимірянних рівнів шуму $L_{\text{Аі}}$, або октавних рівнів звукового тиску L_i в залежності від тривалості ступенів шуму відповідно до таблиці Д.2.1.

Таблиця Д.2.1

Тривалість ступенів переривчастого шуму, хв./	480	420	360	300	240	150	120	60	30	15	6
/ % за зміну	100	88	75	65	50	38	25	12	6	3	1
Поправка, ЛдБА, ЛдБ	0	0,6	1,2	2,0	3,0	4,2	6,0	9,0	12,0	15,1	19,1

2. Обчислюють різницю $L_{\text{Аі}} - L_{\text{Аі}}$, $L_i - L_i$ для кожного ступеню шуму.

3. Додають енергетично одержані рівні шуму кожного ступеня за таблицею Д.1.1. Ця сума і є еквівалентним рівнем переривчастого шуму.

Приклад розрахунку еквівалентного рівня переривчастого шуму:

Умова: $L_{1A} = 110$ дБА протягом 30 хв.

$L_{2A} = 98$ дБА протягом 130 хв.

$L_{3A} = 75$ дБА протягом 320 хв.

За таблицею Д.2.1 визначаємо L_A для кожного найближчого значення рівня.

$L_{1A} = 12,0$ дБА

$L_{2A} = 6,0$ дБА

$L_{3A} = 2,0$ дБА

Визначаємо величини $L_{Ai} - L_{Ai}$ для кожного рівня.

110 дБА - $12,0$ дБА = $98,0$ дБА

98 дБА - $6,0$ дБА = $92,0$ дБА

75 дБА - $2,0$ дБА = $73,0$ дБА

Визначаємо енергетичну суму рівнів за таблицею Д.1.1.

98 дБА - $92,0$ дБА = $6,0$ дБА

При різниці рівнів $6,0$ дБА додаток $L_A = 1$ дБА, яку додаємо до більшого рівня:

$98,0$ дБА + 1 дБА = $99,0$ дБА

Визначаємо різницю між сумою двох перших рівнів та третім рівнем:

$99,0$ дБА - $73,0$ дБА = $26,0$ дБА

При різниці рівнів $26,0$ дБА додаток $L_A = 0$, який додаємо до більшого рівня:

$99,0$ дБА + $0 = 99,0$ дБА

Еквівалентний рівень - 99 дБА.

Обчислення еквівалентного рівня шуму, який коливається у часі

Обчислення проводиться у такій послідовності.

1. Діапазон рівнів шуму, які вимірюються, поділяють на наступні інтервали: від 38 до 42; від 43 до 47; від 48 до 52; від 53 до 57; від 58 до 62; від 63 до 67; від 68 до 72; від 73 до 77; від 78 до 82; від 83 до 87; від 88 до 92; від 93 до 97; від 98 до 102; від 103 до 107; від 108 до 112; від 113 до 117; від 118 до 122 дБА.

2. Вимірювані рівні шуму розподіляють по інтервалах, підраховують число відліків рівнів шуму у кожному інтервалі.

Результати відліків заносяться у графи 2 та 3 таблиці Д.3.1.

3. За таблицею Д.3.2 визначають часткові індекси в залежності від інтервалу та числа відліків у даному інтервалі рівнів шуму. Одержані значення записують у графу 4 табл. Д.3.1.

4. Записані у графу 4 часткові індекси додають, а результат записують у графу 5 табл. Д.3.1.

5. Еквівалентний рівень шуму $L_{Aекв.} = 30 + L_{Ai}$, де L_{Ai} - поправка, дБА, яка визначається за таблицею Д.3.3 в залежності від величини сумарного індексу.»

«3.1.5. Допускається для характеристики виробничого шуму на робочих місцях застосовувати дозу шуму або відносну дозу шуму. Метод розрахунку дози».

«Методи розрахунку доз шуму

З фізичної точки зору, еквівалентний рівень та доза є аналогами і можливий їх взаємний перерахунок, але у фізіолого-гігієнічному відношенні ці два параметри відрізняються принципово: еквівалентний рівень визначається по логарифмічній шкалі у децибелах від порога сприйняття, а доза - у частках від допустимої дози, яка є порогом шкідливого впливу, та оцінюється у лінійних величинах. Еквівалентний рівень відображає середнє значення рівня шуму за зміну, а доза характеризує сумарну енергію шуму за зміну.

При гігієнічній оцінці за допомогою дози одержане фактичне значення порівнюємо з допустимим, а результат виражаємо у її кратності. Для логарифмічних рівнів фактичне їх значення порівнюємо з допустимим, а одержану різницю за таблицею Д.4.1 переводимо у рази.

Таблиця Д.4.1

Різниця рівнів, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Відношення доз, раз	1	1,3	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	32	100

Якщо числове значення отриманої різниці рівнів у таблиці відсутнє, то по стрічці "Різниця рівнів" знаходимо значення, які у сумі відповідають отриманій різниці. Відповідно на стрічці "Відношення доз" знаходимо значення доз і їх перемножуємо.

Приклад:

Отримана різниця рівнів 12 дБА.

12 дБА можна отримати додаванням $10 + 2$; $9 + 3$ і т.д. По стрічці "Різниця рівнів" знаходимо, що 10 дБА відповідає дозам 10; 2дБА - 1,6; 9дБА - 8; 3дБА - 2. Отримані дози перемножуємо $10 \times 1,6 = 16$; $8 \times 2 = 16$.»

«3.2. Параметри інфразвуку, що нормуються.

3.2.1. Параметри постійного інфразвуку на робочих місцях, що нормуються, є рівнями звукового тиску у октавних смугах частот з середньгеометричними частотами 2; 4; 8; 16 Гц у децибелах.

3.2.2. Для непостійного інфразвуку параметром, що нормується, є загальний еквівалентний рівень звукового тиску по шкалі "Лінійна" шумоміра у дБлін. Еквівалентний рівень визначають відповідно до додатків 2 та 3.

3.2.3. Для орієнтовної оцінки постійного інфразвуку допускається використовувати рівні звукового тиску по шкалі "Лінійна" та "А" шумоміра.

а) $L_{\text{лін.}} - L \leq 10$ дБ, інфразвук практично відсутній;

б) $10 \text{ дБ/}L_{\text{лін.}} - L / \leq 20$ дБ, інфразвук не виразний;

в) $L_{\text{лін.}} - L > 20$ дБ, виразний інфразвук.

3.3. Параметри ультразвуку, що нормуються

3.3.1. Параметрами ультразвуку, що нормуються, утворюваного коливаннями повітряного середовища у робочій зоні, є рівні звукового тиску в дБ

у третинооктавних смугах з середньгеометричними частотами 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 63,0; 80,0; 100,0 кГц.

3.3.2. Параметром ультразвуку, що нормується і передається контактним шляхом, є пікове значення віброшвидкості (м/с) у частотному діапазоні від 0,1 МГц до 10 МГц, або його логарифмічний рівень у дБ, який визначається за формулою:

$$L_v = 20 \lg V/V_0, \quad (7.3)$$

де: V - пікове значення віброшвидкості, м/с;

V_0 - опорне значення віброшвидкості, що дорівнює 5×10 м/с.

Для ультразвуку при контактній передачі допускається застосовувати як параметр, що нормується, інтенсивність у ватах на квадратний сантиметр (Вт/кв. см).

4. Методи вимірювання шуму, інфразвуку та ультразвуку

4.1. Вимірювання шуму проводиться на постійних робочих місцях у приміщеннях, на території підприємств, на промислових спорудах та машинах (в кабінах, на пультах управління і т.п.).

4.1.1. Результати вимірювань повинні характеризувати шумовий вплив за час робочої зміни (робочого дня).

4.1.2. Встановлюється така тривалість вимірювання непостійного шуму:

- для переривчастого шуму, за час повного робочого циклу з урахуванням сумарної тривалості перерв з рівнем фонового шуму;

- для шуму, що коливається у часі, допускається загальна тривалість вимірювання - 30 хвилин безперервно або вимірювання складається з трьох циклів, по 10 хв. кожний;

- для імпульсного шуму тривалість вимірювання - 30 хвилин.

4.1.3. Вимірювання шуму в октавних смугах або рівня шуму проводиться за допомогою шумоміра, який відповідає діючим вимогам Держстандарту України і має посвідчення про перевірку.

Вимірювання еквівалентних рівнів шуму слід проводити інтегруючими шумомірами та шумоінтеграторами.

Допускається використовувати індивідуальні дозиметри шуму з параметром еквівалентності $q = 3$ - число децибел, що додаються до рівня шуму, при зменшенні часу його дії у 2 рази для збереження тієї ж дози шуму.

Прилади повинні бути перевірені в органах Держстандарту.

4.1.4. До та після вимірювань проводять акустичну або електричну калібровку вимірювальних приладів. Різниця в калібровці не повинна перевищувати 1 дБ.

4.1.5. При проведенні вимірювань мікрофон слід розташовувати на висоті 1,5 м над рівнем підлоги чи робочого майданчика (якщо робота виконується

стоячи) чи на висоті і відстані 15 см від вуха людини, на яку діє шум (якщо робота виконується сидячи чи лежачи). Мікрофон повинен бути зорієнтований у напрямку максимального рівня шуму та віддалений не менш ніж на 0,5 м від оператора, який проводить вимірювання.

4.1.6. При швидкості руху повітря більш ніж 1 м/с на місці, де проводяться виміри, мікрофон захищений протиповітряним пристроєм.

4.1.7. При проведенні вимірювань октавних рівнів звукового тиску перемикач частотної характеристики пристрою встановлюють в положенні "фільтр". Октавні рівні звукового тиску вимірюють у смугах з середньгеометричними частотами 31,5 - 8000 Гц.

При проведенні вимірювань рівнів звуку та еквівалентних рівнів звуку, дБА, дБАекв. перемикач частотної характеристики пристрою встановлюють у положенні "А" чи "Аекв".

4.1.8. При проведенні вимірювань рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску постійного шуму перемикач часової характеристики пристрою встановлюють в положення "повільно". Значення рівнів приймають за середніми показниками при коливанні стрілки пристрою.

4.1.9. Значення рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску зчитують зі шкали пристрою з точністю до 1 дБА, дБ.

4.1.10. Вимірювання рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску постійного шуму повинні бути проведені у кожній точці не менше трьох разів.

4.1.11. При проведенні вимірювань еквівалентних рівнів шуму, що коливаються в часі, для визначення еквівалентного (за енергією) рівня шуму перемикач часової характеристики пристрою встановлюють в положенні "повільно". Значення рівнів шуму приймають за показниками стрілки пристрою у момент відліку.

4.1.12. При проведенні вимірювань максимальних рівнів імпульсного шуму перемикач часової характеристики пристрою встановлюють в положенні "імпульс". Значення рівнів приймають за максимальним показником пристрою.

4.1.13. Інтервали відліку рівнів шуму, що коливається в часі, при вимірюваннях еквівалентного рівня тривалістю 30 хвилин становлять 5 - 6 с при загальній кількості відліків 360.

4.1.14. Для наочного графічного зображення розподілу рівнів шуму у виробничих приміщеннях рекомендується складати карти шуму.

4.2. Вимірювання інфразвуку проводять на постійних робочих місцях (біля органів керування машин, пультів, в кабінах і т. п.), або в робочих зонах обслуговування при роботі обладнання у характерному режимі.

В кабінах самохідних та транспортно-технологічних машин вимірювання проводять при відчинених та зачинених вікнах, при цьому, мікрофон розміщують на відстані 15 см від вуха працюючого.

4.2.1. Вимірювання інфразвуку проводиться шумомірами 1 класу з частотною характеристикою від 1 Гц і октавними або третинооктавними фільтрами, а мікрофон повинен мати нижньочастотну межу 2 - 3 Гц. Дозволяється використання магнітографа з частотною характеристикою не менш ніж 2 Гц.

4.2.2. Для постійного інфразвуку вимірюють рівні звукового тиску у дБлін та рівні шуму дБА, а також спектр у октавних смугах з відліком показників за середнім положенням стрілки шумовимірювача на характеристиці "повільно", або проводять магнітний запис інфразвуку, а для непостійного - визначають їх відповідні еквівалентні рівні.

Для непостійного інфразвуку у вигляді піків, що повторюються, або імпульсів проводять додатково відлік за характеристикою "швидко" шумоміра по максимуму показника

4.2.3. Час спостереження при вимірюванні октавних рівнів звукового тиску повинен відповідати величинам»

«Мінімальний та рекомендований час вимірювання при частотному аналізі інфразвуку

Час вимірювання	Помилка оцінки рівнів, дБ	Час вимірювання (с) в октавних полосах середньгеометричних частот, Гц			
		2	4	8	16
Мінімальний	+3	30	15	8	4
Рекомендований	+1	300	150	80	40

4.3. Вимірювання ультразвуку у повітряному середовищі проводиться згідно з пунктом 4.1.6 на відстані 0,5 м від контуру устаткування та не менш ніж 2 м від оточуючих поверхонь. Вимірювання потрібно проводити не менш ніж у 4 контрольних точках по контуру устаткування; при цьому, відстань між точками вимірювання не повинна перевищувати 1 м.

4.4. Вимірювання ультразвуку, який поширюється контактним шляхом, проводиться шляхом визначення пікового значення віброшвидкості на поверхнях, призначених для контакту з руками оператора.

4.4.1. Вимірювання повинно проводитися інтерферометром у точці максимального випромінювання. Рекомендований вимірювальний тракт повинен складатися з датчика з чутливістю, яка дозволяє реєструвати ультразвукові коливання з рівнем коливальної швидкості на поверхні не нижче 80 дБ, лазерного інтерферометра, схеми обробки сигналів, яка включає фільтри низької та високої частоти, мілівольтметра ВЗ-40, підсилювача частоти диференціального ланцюга та імпульсного мілівольтметра ВЧ-12.

4.4.2. Вимірювання рівнів ультразвуку слід проводити не менше трьох разів у кожній октавній смузі у кожній точці.

При вимірюванні непостійних рівнів звукового тиску відліки проводять при максимальних значеннях.

5. Нормативи виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку

5.1. Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях»

N п/п	Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні шуму та еквівалентні рівні шуму, дБАекв.
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	80	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Підприємства, установи, організації											
1.	Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання та проектування, програмування, викладання та навчання, лікарська діяльність; робочі місця у приміщеннях - дирекції, проектно-конструкторських бюро, розраховувачів, програмістів обчислювальних машин у лабораторіях для теоретичних робіт та обробки даних, прийому хворих у медпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2.	Висококваліфікована робота, що вимагає зосередження, адміністративно-керівна діяльність, вимірювальні та аналітичні роботи у лабораторії; робочі місця в приміщеннях цехового керівного апарату, контор, лабораторій	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3.	Робота, що виконується з вказівками та акустичними сигналами, які часто знаходять, робота, що потребує постійного слухового контролю, операторська робота з точним графіком зінструкцією, диспетчерська робота: робочі місця у приміщеннях диспетчерської служби, кабінетах та приміщеннях спостереження та дистанційного	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	керування з мовним зв'язком по телефону, друкарських бюро, на дільницях точного складання, на телефонних та телеграфних станціях, у приміщеннях майстрів, у залах обробки інформації на обчислювальних машинах без дисплея та у приміщеннях операторів-акустиків										

...»

«...5.2. Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні шуму та еквівалентні рівні шуму на робочих місцях для тонального та імпульсного шуму слід приймати на 5 дБ менше за значення, що вказані у таблиці 2.

5.3. Для шуму, утворюваного у приміщенні установками кондиціонування повітря, вентиляції та повітряного опалення, допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні шуму та еквівалентні рівні звукового тиску на робочих місцях встановлюються на 5 дБ менше ніж фактичні рівні шуму у приміщенні, якщо останні не перевищують значень таблиці 2. Поправка для тонального та імпульсного шуму, при цьому, не враховується.

5.4. Максимальний рівень шуму, що коливається в часі та переривається, не повинен перевищувати 110 дБА. Максимальний рівень для імпульсного шуму не повинен перевищувати 125 дБА.

5.5. При розробці відомчих нормативів допустимі рівні шуму для окремих видів трудової діяльності повинні встановлюватися з урахуванням важкості та напруженості праці

«Класи, умови та характер праці	Допустима важкість	Шкідлива та небезпечна важкість праці		
		1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь
	Рівень шуму, дБА			
Допустима напруженість	80	до 80	75	до 75
Шкідливість та небезпечність напруженості				
1 ступінь	70	до 70	65	до 65
2 ступінь	60	до 60	-	-
3 ступінь	50	до 50	-	-

5.6. Допустимий рівень ультразвукового тиску в третинооктавних смугах з середньгеометричними частотами 12,5; 16; 25; 31,5 - 100 та вище кГц на робочих місцях від ультразвукових установок

«Середньгеометричні частоти третинооктавних смуг, кГц	12,5	16	20	25	31,5 -
Допустимі рівні тиску, дБ	80	90	100	105	110

Допустимий рівень ультразвукових тисків в октавних смугах з середньгеометричними частотами 16; 31,5; 63 та вище кГц».

Середньгеометричні частота октавних смуг, кГц	16	31,5		63 та вище
Допустимі рівні тиску, дБ	88	106		110

5.7. Максимальна величина ультразвуку у зонах, призначених для контакту рук оператора з робочими органами приладів та устаткування, протягом 8-годинного робочого дня не повинна перевищувати значень

Параметр, що нормується	Допустима величина
Віброшвидкість	1,6 x 10 в ступ. -2 м/с
Логарифмічний рівень віброшвидкості	110 дБ
Інтенсивність	0,1 Вт/см

5.8. Характеристиками інфразвуку на робочих місцях, що нормуються, є рівні звукового тиску в октавних смугах частот з середньгеометричними частотами: 2; 4; 8; 16 Гц в дБ. Допустимі рівні

Допустимі рівні звукового тиску у дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц				Загальний рівень звукового тиску, дБлін.
2	4	8	16	
105	105	105	105	110

...»

Задача.

Умова. На підприємстві, де встановлено нормоване значення 75дБА, працюють джерела переривчастого шуму, характеристики яких наведено у вихідних

Завдання.

- за вихідними даними визначити еквівалентний рівень шуму, якщо відомо час дії (t_i , хв..) та відповідно виміряні значення рівнів шуму (LA_i , дБА);
- зробити перевірочний розрахунок;
- зробити висновок щодо відповідності виміряних значень нормі;
- отримані результати записати у звіт за формою (додаток 6).

Вихідні дані

№ варіанту	Фактичні значення							
	Пеший вимір		Другий вимір		Третій вимір		Четвертий вимір	
	t_1 , хв..	LA_1 , дБА	t_2 , хв..	LA_2 , дБА	t_3 , хв..	LA_3 , дБА	t_4 , хв..	LA_4 , дБА
1	60	81	300	70	60	74	60	79
2	300	72	120	72	30	77	30	80
3	240	83	120	82	60	69	60	87
4	240	81	60	83	120	73	60	85
5	300	78	60	81	60	77	60	83
6	300	76	120	76	30	82	30	84
7	240	86	120	85	60	81	60	90
8	60	94	240	84	120	81	60	92
9	30	97	300	83	120	86	30	95
10	240	86	60	88	120	74	60	90

Хід виконання роботи

1. За таблицею Д.2.1 визначити LA для кожного найближчого значення рівня

(Примітка: див. приклад у теоретичних відомостях)

2. Визначити величини $LA_{ip} = LA_i - LA_i$ для кожного рівня.

Визначити енергетичну суму рівнів за таблицею (у вживанні має назву номограма) Д.1.1. (див. вище в теоретичних відомостях).

Наприклад: дано такі рівні: 65дБА, 75дБА, 77дБА, 70дБА.

77 дБА - 75 дБА = 2 дБА. За номограмою різниці 2 дБА відповідає $\Delta L_1 = 2$ дБА,

77 дБА + 2 дБА = 79 дБА,

79 дБА - 70 дБА = 9 дБА, відповідно $\Delta L_2 = 0,5$ дБА,

79 дБА + 0,5 дБА = 79,5 дБА,

79,5 дБА - 65 дБА = 14,5 дБА. $\Delta L_3 \approx 0,2$ дБА,

79,5 + 0,2 = 79,7. Тобто сума заданих рівнів шуму дорівнює приблизно 79,7 дБА.

3. Перевірити отримане значення можна за допомогою формули

$$LA_{\text{сум}} = 10 \lg (10^{0,1LA_{1p}} + 10^{0,1LA_{2p}} + 10^{0,1LA_{3p}} + 10^{0,1LA_{4p}}).$$

(Примітка: похибка в значеннях має бути менше, ніж 1дБА)

6. Зробити висновок щодо відповідності фактичного значення допустимим нормам.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №8 «Вплив на людину реалізованих небезпек. Надання першої домедичної допомоги»

Мета роботи: засвоєння практичних методів надання першої допомоги потерпілим, які отримали одну з найбільш поширених травм чи гостре захворювання. Робота полягає у вирішенні практичних завдань, кожне з яких описує ситуацію одержання людиною травми. Потрібно класифікувати травму (в залежності від виду діяльності постраждалого, за ступенем важкості, залежно від факторів, що впливають, за формою прояву) та розробити стратегію надання першої медичної допомоги.

Загальні відомості

Найперше завдання при ліквідації наслідків дії небезпечних і шкідливих факторів на людину - надання першої долікарської допомоги постраждалим (рис. 8.1).

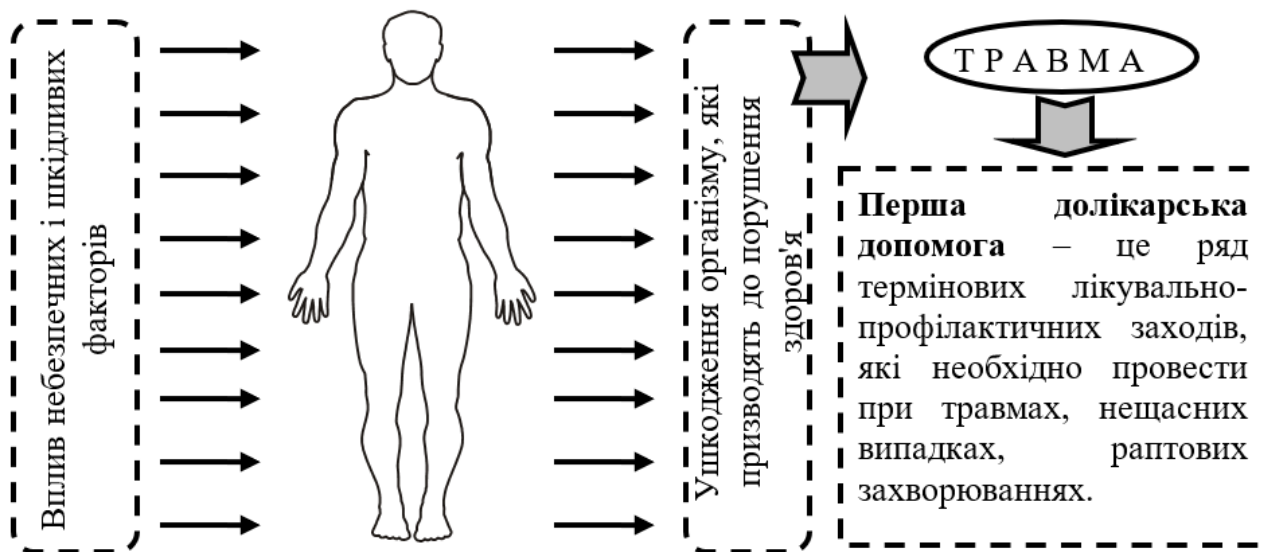


Рис. 8.1. Поняття "травма" і "перша долікарська допомога"

Для надання відповідної долікарської допомоги необхідно, перш за все, правильно класифікувати одержану постраждалим травму.

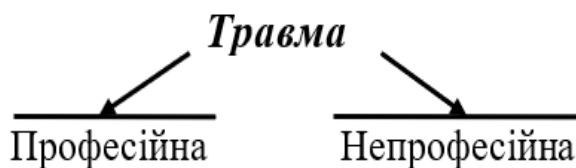


Рис. 8.2. Класифікація травм в залежності від виду діяльності постраждалого.



Рис.8.3. Класифікація травм за ступенем важкості

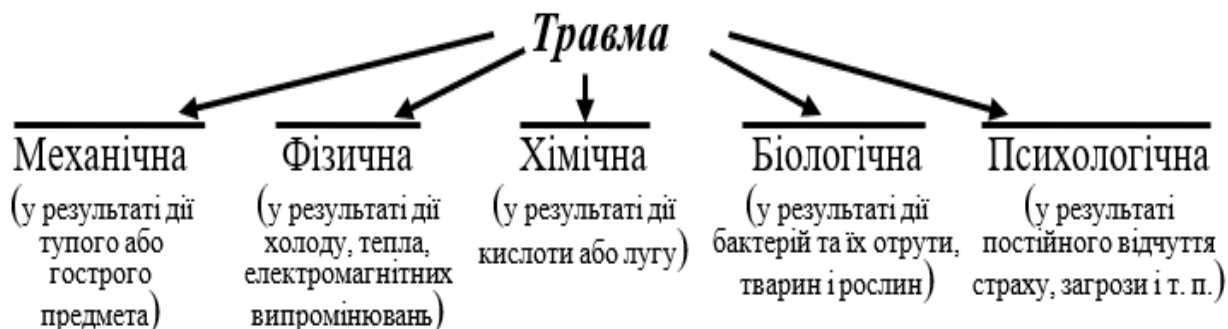


Рис.8.4. Класифікація травм в залежності від факторів, що впливають

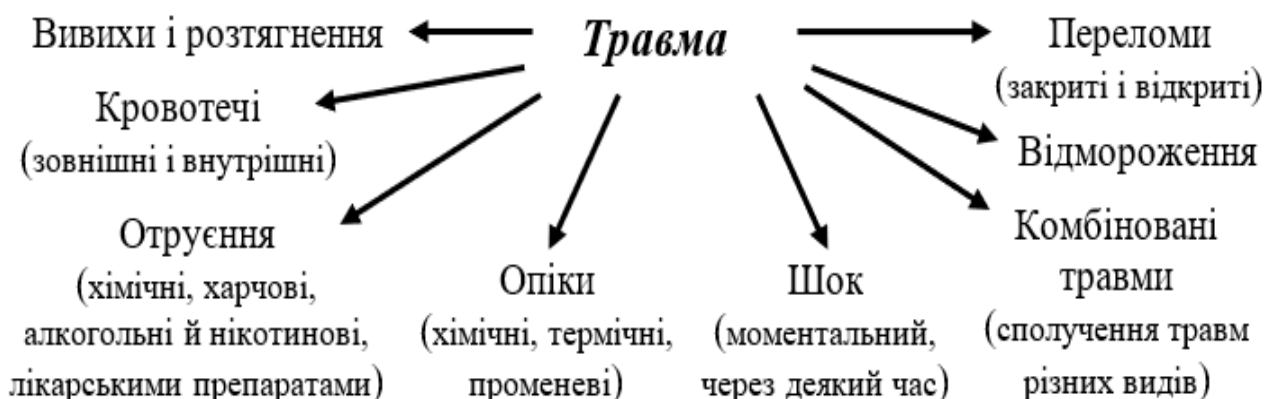
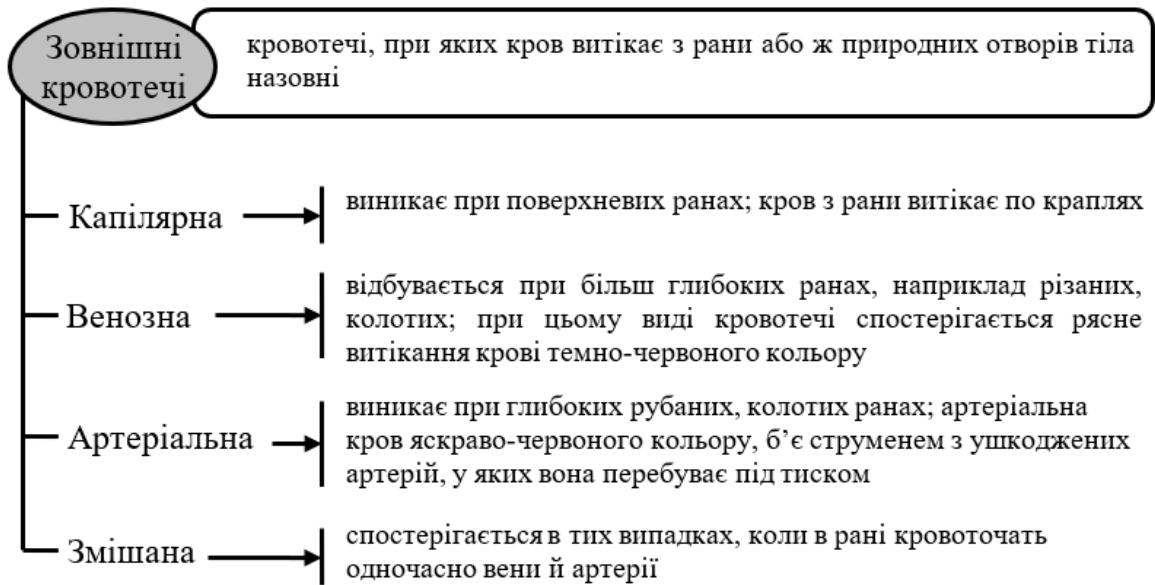


Рис.8.5. Класифікація травм за формою прояву

Перша допомога при кровотечах

Кровотеча - це витікання крові з судин, що настає найчастіше в результаті їхнього ушкодження. При кровотечах головна небезпека пов'язана із втратою крові й виникненням у зв'язку із цим гострого недостатнього кровопостачання тканин. Недостатнє постачання органів киснем викликає порушення їхньої діяльності; у першу чергу це стосується мозку, серця й легень.

Перша допомога при зовнішніх кровотечах



Перша допомога при капілярній кровотечі. При капілярній кровотечі втрата крові порівняно невелика. Таку кровотечу можна швидко зупинити, наклавши на ділянку, що кровоточить, чисту марлю, поверх марлі - шар вати і перев'язавши рану. Якщо під рукою немає ні марлі, ні бинта, то місце, що кровоточить, можна перев'язати чистою носовою хусткою. Накладати прямо на рану волохату тканину не можна, тому що на її ворсинках перебувають численні бактерії, які можуть викликати зараження рани. З цієї ж причини безпосередньо на відкриту рану не можна накладати й вату.

Перша допомога при венозній кровотечі. Венозна кровотеча, поряд зі значною втратою крові, таїть у собі небезпеку того, що при пораненнях вен, особливо шийних, може відбутися усмоктування повітря в судини через ушкоджені місця. Повітря, яке проникає в судину, може потім потрапити і в серце. В таких випадках виникає повітряна емболія, небезпечна для життя потерпілого.

Венозна кровотеча найкраще зупиняється пов'язкою, що давить. На ділянку, що кровоточить, накладають чисту марлю, поверх її - розгорнутий бинт або складену в кілька разів марлю, в крайньому випадку - складена чиста носова хустка. Таким чином здійснюється тиск на відкриті кінці ушкоджених судин, що дозволяє здавити їх і кровотеча припиняється.

Якщо при наданні допомоги немає під рукою пов'язки, що давить, а в потерпілого сильна кровотеча з ушкодженої вени, місце, яке кровоточить треба відразу пригорнути пальцями. При кровотечі з вени верхньої кінцівки в деяких випадках досить просто підняти руку нагору. Але у всіх випадках на рану варто накласти пов'язку. Найбільш зручним для таких цілей є індивідуальний перев'язний пакет, що продається в аптеках.

Перша допомога при артеріальній кровотечі. Артеріальна кровотеча є самим небезпечним із всіх видів кровотеч, тому що при ньому може швидко наступити повне знекровлювання потерпілого. При кровотечах із сонної, стегнової або ж пахвової артерій людина може загинути через три або навіть через дві з половиною хвилини.

Артеріальну кровотеча, як і венозну, можна зупинити за допомогою пов'язки, що давить.

При кровотечі з великої артерії варто негайно зупинити приплив крові до ушкодженої ділянки, надавши артерію пальцем вище місця поранення. Однак ця міра є тимчасовою; артерію притискають пальцем доти, поки не підготують і не накладуть пов'язку, що давить.

При кровотечі зі стегнової артерії накладення однієї пов'язки, що давить, іноді виявляється недостатнім. У таких випадках доводиться накладати петлю або джгут. Якщо ж під рукою немає стандартного джгута, то замість нього можна застосувати імпровізований джгут - косинку, носову хустку, краватку, підтяжки.

Джгут або петлю на кінцівку накладають відразу ж вище місця кровотечі. Для цього дуже зручно використовувати індивідуальний перев'язний пакет. Щоб не зашкодити шкіру і нерви, місце накладення джгута або петлі покривають шаром марлі.

Накладений джгут або петля повністю припиняють приплив крові в кінцівку. Тому якщо їх залишити на кінцівці на тривалий час, то може відбутися її омертвіння. У зв'язку із цим їх застосовують тільки у виняткових випадках, зокрема на плечі та стегні (при відриві частини кінцівки, при ампутаціях).

Потерпілого з накладеним джгутом або петлею протягом двох годин обов'язково варто доставити в лікувальну установу для спеціальної хірургічної обробки.

Кровотечу з верхньої кінцівки можна зупинити за допомогою пакетика бинта, вкладеного в ліктьовий згин або в пахвову западину, при одночасному стягуванні кінцівки джгутом. Подібним чином роблять і при кровотечах нижньої кінцівки, вкладаючи в підколінну ямку валик; правда, такий спосіб зупинки кровотечі застосовується не часто.

При кровотечі з головної шийної артерії - сонної - варто негайно пригорнути рану пальцями або ж кулаком; після цього рану набивають більшою кількістю чистої марлі. Цей спосіб зупинки кровотечі називається тампонуванням.

Після перев'язки судин, що кровоточать, постраждалого варто напоїти яким-небудь безалкогольним напоєм і якомога швидше доставити в лікувальну установу.

Перша допомога при інших зовнішніх кровотечах. Першу допомогу доводиться робити не тільки при кровотечах з ран, але й при деяких інших видах зовнішніх кровотеч.

Кровотеча з носа виникає при ударі в ніс, сильному чханні, при важких травмах черепа, а також при деяких захворюваннях, наприклад при грипі.

Потерпілого укладають на спину із трохи піднятою головою; на перенісся, шию і область серця кладуть холодні компреси або лід. Потерпілий стискає пальцями крила носа. При носовій кровотечі не можна промивати ніс водою. Кров, що стікає в носоглотку, потрібно випльовувати.

Кровотечу після видалення зуба можна зупинити, поклавши на місце вилученого зуба марлеві кульки, що хворий затискає зубами.

Кровотеча з вуха спостерігається при пораненнях зовнішнього слухового проходу і при переломах черепа. На поранене вухо накладають чисту марлю, а потім перев'язують. Потерпілий лежить із трохи піднятою головою на здоровому боці. Робити промивання вуха не можна.

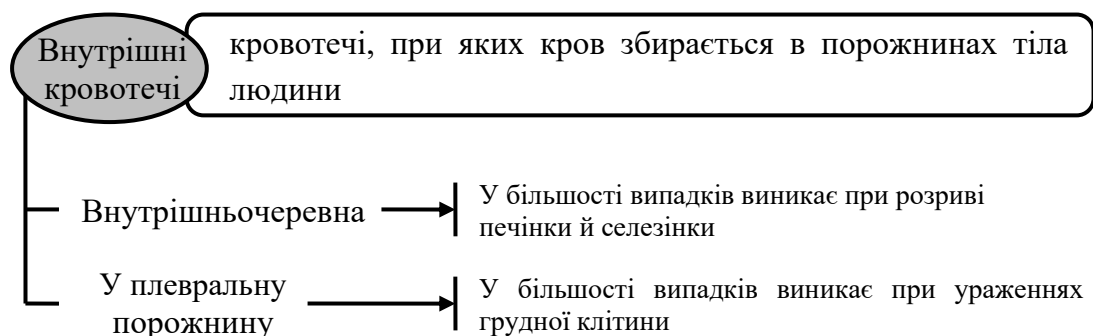
Кровотеча з легень виникає при сильних ударах у грудну клітку, переломах ребр, при туберкульозі. Потерпілий відкашлює яскраво-червону пінисту кров; дихання при цьому утруднене.

Потерпілого укладають у пів сидячому положенні, під спину йому підкладають валик, на який він може обпертися. На відкриті груди кладуть холодний компрес. Хворому забороняють говорити й рухатися.

Кровотеча зі стравоходу виникає при його пораненні або ж при розриві його вен, розширених при деяких захворюваннях печінки. Шлункова кровотеча спостерігається при виразці шлунку або пухлині, які роз'їдають судини, що проходять у його стінках, а також при травмах шлунку.

Перша допомога при внутрішніх кровотечах

Потерпілого укладають у пів сидячому положенні із зігнутими в колінах ногами. На черевну область кладуть холодний компрес. Потерпілому не можна пити та їсти. Необхідний повний спокій. При кровотечах із травного тракту необхідно термінове хірургічне втручання.



Перша допомога при внутрішньочеревних кровотечах. Потерпілого укладають у пів сидячому положенні із зігнутими в колінах ногами, на область живота кладуть холодний компрес. Не можна давати пити і їсти. Необхідно забезпечити негайне транспортування хворого в лікувальну установу.

Перша допомога при кровотечах у плевральну порожнину. При кровотечі в плевральну порожнину дихання утруднене, при значній кровотечі потерпілий задихається. Його укладають у пів сидячому положенні із зігнутими нижніми кінцівками, на грудну клітку кладуть холодний компрес. Хворий потребує термінової госпіталізації.

Перша допомога при в розтягненнях і вивихах

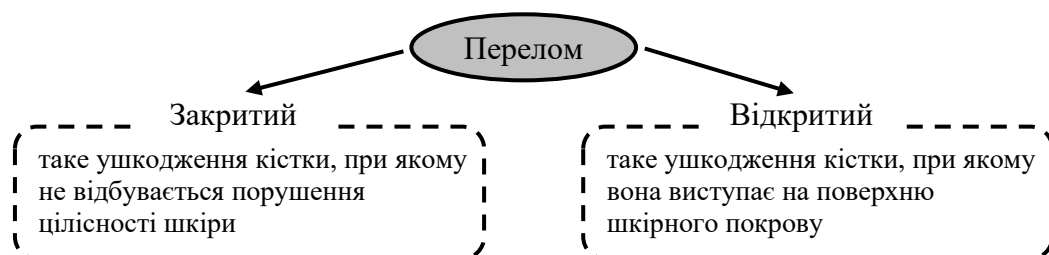
Розтягнення і вивихи - хворобливі ушкодження тканин в області суглобів.

Перша допомога при розтягненнях. При будь-якому розтягненні необхідно, перш за все, зменшити біль у постраждалого. Потім необхідно іммобілізувати поранений суглоб. Для цього при невеликій пухлині можна застосувати еластичний бинт. Додатково можна зробити компрес для зменшення пухлини. При розтягненні необхідно звернутися за допомогою до лікаря, тому що при такому ушкодженні не виключена тріщина кістки.

Перша допомога при вивихах. Вивихи легко визначаються по зміні зовнішнього вигляду суглоба і по скривленню. Потерпілий може рухати вивихнутою кінцівкою, але з великою напругою, причому кожен рух надзвичайно болісний. Суглоб опухає. Вивихнута кінцівка вимагає дуже обережного обходження. Її іммобілізують у тому положенні, яке вона прийняла після травми. Не можна самим уживати яких-небудь спроб до вправлення вивихнутої кінцівки, оскільки будь-який змушений рух заподіює сильний біль і, крім того, при вивиху можливий перелом кістки. Тому, не відкладаючи, треба звернутися по допомогу до лікаря.

Перша допомога при переломах

Перелом - це порушення цілості кісток. Кістка хоча і є найбільш твердою із всіх тканин організму, але її міцність також має певні границі.



Перша допомога при закритих переломах. Типовою ознакою закритого перелому є пухлина, а в деяких випадках - зміна зовнішнього вигляду ушкодженої ділянки тіла, зокрема скривлення, особливо характерне для важких переломів кінцівок. Рухи сусідніх суглобів супроводжуються сильним колочим болем у місці перелому.

Перелом кістки є важким пораненням і вимагає негайного надання першої допомоги. Переламаною кінцівкою в жодному разі не можна робити різких рухів, за неї не можна тягти. Одним із симптомів перелому є хрускіт (крепітація) у місці перелому, однак перевіряти цей симптом шляхом несильного впливу на переламані кістки не можна. Біль при переломі обумовлюється пораненням окістя, досить багатой нервовими закінченнями.

На місце закритого перелому накладається компрес із препаратом оцтовокислого алюмінію. Потім переламану кінцівку або ж частину тіла іммобілізують. Якщо потерпілого мучить спрага, то його варто напоїти, найкраще якою-небудь мінеральною водою. Після ретельної іммобілізації переламаної ділянки тіла постраждалого варто доставити в лікувальну установу для хірургічної обробки.

Перша допомога при відкритих переломах. При відкритому переломі уламки кісток не можна заштовхувати в рану. Відкритий перелом спочатку обробляють за принципом обробки ран, а потім уже як перелом. На місце закритого перелому накладається компрес із препаратом оцтовокислого алюмінію. Потім переламану кінцівку або ж частину тіла іммобілізують. Після ретельної іммобілізації переламаної ділянки тіла постраждалого варто доставити в лікувальну установу для хірургічної обробки.

Перша допомога при опіках

Опік - ушкодження тканин організму, викликане впливом високої температури, деяких хімічних речовин або радіаційних промінів.



Незалежно від факторів, які викликали появу опіку, розрізняють чотири ступені опіків:

I - почервоніння і набряк шкіри;

II - поява міхурів, наповнених жовтуватою рідиною - плазмою крові;

III - утворення струпів як результат місцевого некрозу (омертвіння) тканин;
IV - обвуглювання тканин.

Перша допомога при термічних і променевих опіках. Насамперед постраждалого варто винести із зони дії джерела високої температури, загасити палаючі частини одягу за допомогою простирадл, ковдр, пальто або ж води.

Обробка обпалених поверхонь тіла повинна проводитися в чистих умовах. Рот і ніс потерпілого повинні бути по можливості закриті марлею або хоча б чистою носовою хусткою або косинкою для того, щоб при розмові й подиху з рота й носа на обпалені місця не попадали хвороботворні бактерії, здатні викликати зараження.

До обпалених місць не можна доторкатися руками; не слід проколювати міхури, відривати прилиплі до місць опіку частини одягу. Обпалені місця потрібно прикрити чистою марлею; при великих опіках для цих цілей використовують чисті пропрасовані простирадла. У вигляді виключення замість марлі можна використати чисті носові хустки. Дуже зручно для цих цілей застосовувати спеціальні пакети.

Постраждалого варто укутати в ковдру, але не перегрівати його, напоїти його великою кількістю рідини - чаєм, мінеральною водою, після чого негайно транспортувати в лікувальну установу. Обпалену поверхню забороняється змазувати мазями і засипати порошками.

Перша допомога при хімічних опіках. Характер надання першої допомоги при хімічних опіках залежить від того, якою речовиною вони викликаються.

При *опіках розчином кислоти* уражену поверхню потрібно обливи великою кількістю води, краще тримати це місце під струменем води протягом 10 - 15 хвилин, потім змити слабким розчином лугу (одна ложка питної соди на склянку води).

Опік, викликаний розчином лугу, промивають великою кількістю води протягом 10 - 15 хвилин, уражену поверхню змочують слабким розчином (1 - 2%) оцтової або лимонної кислоти.

Опік негашеним вапном обмивати водою **не можна**.

Після виконання необхідних процедур постраждалого негайно транспортувати в лікувальну установу.

Перша допомога при відмороженнях

Відмороження - ушкодження тканин організму, викликане впливом низької температури.

Найчастіше відмороженню піддаються ніс, вуха, пальці рук і ніг. При відмороженні спочатку відчувається мерзлякуватість, відчуття холоду, змінювані онімінням.

Розрізняють IV ступеня відмороження. При відмороженнях I ступеня характерною ознакою є збліднення шкіри, різке зниження або повна відсутність чутливості. Цей ступінь відмороження оборотний і при зігріванні синюшно-червоний відтінок шкіри, почуття печіння, набряклість тканин, а також тупі болі звичайно проходять через кілька днів. Загальний стан потерпілого погіршується незначно. При відмороженні II ступеня після зігрівання на шкірі з'являються міхури із прозорою білою або кров'янистою рідиною. Значно погіршується загальний стан: підвищується температура, турбує озноб, знижується апетит і порушується сон. Шкіра тривалий час залишається синюшною зі зниженою чутливістю. Для відмороження III ступеня характерні омертвіння всіх шарів шкіри й м'яких тканин (при цьому навколо вогнища утвориться запальний вал, а через 3 - 5 днів може розвинути гангрена), озноб, рясний піт, апатія. При відмороженнях IV ступеня настає омертвіння не тільки м'яких тканин, але й кістки.

Перша допомога при відмороженнях. Необхідно якнайшвидше зігріти хворого - перенести (або перевезти) у тепле приміщення. Потім зігріти постраждалу частину тіла розтиранням відмороженої ділянки чистими руками або змоченими спиртом, горілкою або одеколоном до появи чутливості, почервоніння шкіри. Крім того, варто напоїти гарячим міцним чаєм, кавою або молоком. Не можна розтирати відморожені ділянки тіла снігом, бо це може бути причиною додаткового ушкодження і занесення інфекції, а також розтирати і масажувати шкіру з міхурами. В цьому випадку зігрівати можна за допомогою теплих ванн, поступово (протягом 30 хв) підвищуючи температуру води з 20 до 40 °С. Після цих процедур уражену ділянку тіла треба насухо протерти, закрити чистою (краще стерильною) серветкою або пов'язкою і укутати чим-небудь теплим. Жиром і різними мазями місце відмороження змазувати не можна.

Перша допомога при отруєннях

Отруєння - група захворювань, які обумовлені впливом на організм отрути різного походження.

Отрута - це шкідлива речовина, яка згубно діє на функціонування організму, порушує обмін речовин. Дія отрути проявляється у вигляді отруєння, результат якого може бути смертельним.



Перша допомога при отруєннях газами. Окис вуглецю утвориться при неповному згорянні вугілля; ця сполука міститься у світильному газі і вихлопних газах автомобілів. Отруєння окисом вуглецю настає у випадках опалювання приміщення вугіллям при передчасному закритті грубної труби, при впливі світильного газу, а також у закритих гаражах при працюючому моторі.

Потрапляючи в організм при вдиханні, газ швидко проникає в червоні кров'яні тільця, тим самим перешкоджаючи надходженню в них кисню. Отруєння окисом вуглецю проявляється головними болями, слабкістю, запамороченням, шумом у вухах, нудотою й блювотою, втратою свідомості й нарешті смертю. Потерпілого потрібно винести на свіже повітря і негайно почати проводити заходи щодо оживлення.

Небезпека отруєння *вуглекислим газом* виникає при горінні, бродінні у виноробних підвалах, колодязях. Проявляється серцебиттям, шумом у вухах, почуттям тиску за грудиною, втратою свідомості. Потерпілого потрібно винести на свіже повітря й негайно почати проводити заходи щодо оживлення.

Перша допомога при отруєннях харчовими продуктами. У побуті найчастіше спостерігається *отруєння грибами*. Навіть їстівні гриби можуть стати шкідливими при повторному підігріванні. Шкідлива дія отруєних грибів залежно від їхнього виду різна. Органи травлення можуть бути уражені блідою поганкою й іншими отруєними грибами.

На печінку і нирки шкідливо діють зелена і бліда поганки. Симптоми отруєння настають через 6 - 12 годин після вживання. Спочатку з'являються болі в животі, діарея, потім - слабкість, почуття повної знемоги, зменшення кількості відокремлюваної сечі.

На нервову систему негативно впливають отруєння мухомором червоним. Уже через півгодини після їхнього вживання в їжу з'являються головні болі, шум у вухах, припливи жару до обличчя, збудження, багатослівність і, нарешті, втрата свідомості.

Усі види отруєння грибами вимагають термінової допомоги. Необхідно відразу ж викликати блювоту, дати потерпілому активоване вугілля, молоко і викликають швидку допомогу.

У старих м'ясних консервах, зіпсованих копченостях, м'ясі утвориться *м'ясна отрута*, яка називається ботулічним токсином. Ознаки отруєння з'являються через 12 - 30 годин після вживання в їжу зіпсованих продуктів у вигляді блювоти, поносу, головних болів, роздвоєного бачення, порушення ковтання,

паралічу кінцівок. Може наступити смерть через ослаблення серцевої діяльності і паралічу дихального центру.

При отруєнні ботулічним токсином варто негайно викликати блювоту, напоїти отруєного молоком, дати йому активоване вугілля (карболен) і відразу ж викликати швидку допомогу.

Сальмонельоз виникає при вживанні в їжу несвіжих картопляних і рибних салатів може виникнути діарея, що супроводжується болями в животі. В цьому випадку мова йде про хвороботворні мікроорганізми - сальмонели, що розмножуються в салатах протягом 10 - 12 годин. Постраждалому варто дати активоване вугілля і викликати швидку допомогу.

Перша допомога при отруєнні хімічними речовинами. У випадках, коли кислота попадає усередину організму людини, на обличчі з'являється опік (на губах, у кутах рота). Слизувата оболонка порожнини рота здобуває білі кольори, потерпілий скаржить на сильний біль на всьому протязі шлункового тракту, голос стає хрипким, з'являється задишка, може наступити колапс. Перша допомога при отруєнні кислотами полягає в промиванні шлунку великою кількістю води з додаванням паленої магнезії (30г на 200 мл води), рясному питві води зі шматочками льоду. Добре давати постраждалому молоко, сирий яєчний білок, відвар лляного насіння, соняшникове масло.

Якщо усередину потрапила лужна речовина, виникає опік слизуватої; з'являються блювота маслянистими масами чорних кольорів, сильне слиновиділення, біль у роті, глотці й стравоході, ковтання порушується. Насамперед необхідно промити шлунок підкисленою водою (100 мл розчину оцту на 1л води) до припинення блювоти. Потерпілому дають пити у великих кількостях молоко, лимонний й апельсиновий сік, 1% -вий розчин лимонної або оцтової кислоти зі шматочками льоду.

У випадку потрапляння парів бензину усередину організму людини з'являються головні болі, запаморочення, слабкість, нудота, блювота, судороги, ослаблення дихання.

Постраждалого варто негайно винести на свіже повітря; якщо подих ослаблений, то треба відразу ж приступити до штучного дихання. Доцільно викликати в потерпілого блювоту.

У випадку потрапляння розчинників усередину організму ці речовини шкідливо впливають на нирки і печінку. Спочатку вони викликають почуття сп'яніння, потім запаморочення, блювоту, пізніше - втрату свідомості. Розчинники впливають і на дихальний центр.

У постраждалого варто відразу ж викликати блювоту, напоїти молоком і якомога швидше доставити в лікувальну установу.

При контакті із ртуттю виникають отруєння, що проявляються ушкодженням печінки, нирок і кишечника. Потерпілий відчуває пекучий біль у шлунку, спостерігаються блювота, інтенсивний кривавий понос, зменшується виділення сечі.

Потерпілому необхідно дати активоване вугілля, сирий яєчний білок, молоко і негайно транспортують у лікувальну установу.

Перша допомога при отруєннях наркотичними засобами. Алкоголь уживається у вигляді етилового спирту, який міститься в спиртних напоях, а також у вигляді метилового спирту (денатурату).

Смертельна доза *етилового спирту* - 7 - 8 г на 1 кг ваги людини. Але отруєння етиловим спиртом викликають і більш низькі дози. Алкоголь, діючи на судини, розширює їх, завдяки чому виникає відчуття тепла; крім того, він викликає порушення слизуватої оболонки шлунку. Найбільший вплив спирт здійснює на мозок. Людина, що перебуває у важкій стадії сп'яніння, засинає; сон переходить у несвідомий стан і у результаті паралічу центрів дихання і кровообігу може наступити смерть.

Метиловий спирт як алкогольний напій уживають найчастіше ті алкоголіки, які по роботі мають до нього доступ. Доза 10 мл метилового спирту може виявитися смертельною. Через 10 - 12 годин після вживання виникають головні болі, запаморочення, біль у животі і очах, блювота. Зір порушується, розвивається сліпота. Далі настає втрата свідомості і смерть.

Отруєного алкоголем варто винести на свіже повітря, викликати в нього блювоту, при припиненні дихальної діяльності треба робити штучне дихання. Якщо свідомість збережена, корисно дати випити чорної кава.

Нікотин - це отрута, що міститься в тютюнових листах і впливає на вегетативну нервову систему, на мозок. Смертельна разова доза становить 0,05 г. Отруєння нікотином може спостерігатися не тільки в початківців, але і у курців зі стажем. Проявляється це слабкістю, слинотечею, нудотою, блювотою, позивами на низ. Зіниці при цьому звужені, пульс уповільнений.

Постраждалого варто напоїти чорною кавою, порадити глибоко дихати свіжим повітрям.

Перша допомога при отруєннях лікарськими препаратами

Болезаспокійливі і жарознижуючі засоби. До цих засобів насамперед відносяться бутадіон, промедол, анальгін і т.п. Дія цих ліків викликає гальмування

центральної нервової системи та посилення віддачі тепла розширеними шкірними судинами. Прийом великих доз цих препаратів обумовлює значне потіння, сонливість і глибокий сон, що може перейти в несвідомий стан.

При наданні першої допомоги велику роль відіграє швидкість доставки потерпілого в лікувальну установу; у випадках порушення дихання і серцевої діяльності варто негайно почати робити штучне дихання.

Снотворні засоби. Уживання великих доз гексобарбіталу, фенобарбіталу, циклобарбіталу та інших снотворних засобів викликає глибоке гальмування мозкової діяльності; настає сон, з якого потерпілий більше не приходить у себе, розвивається параліч дихального центру і центру кровообігу. Смерть настає в результаті зупинки серця і паралічу дихальних м'язів. Першими ознаками отруєння є почуття втоми, слабкість і сонливість. У важкій стадії отруєння спостерігаються хрипіння, неправильне дихання, синюшність шкірних покривів.

Перша допомога аналогічна зазначеній вище. Якщо потерпілий у свідомості, у нього викликають блювоту.

Наркотичні засоби - морфін і опій - дуже потрібні в медицині ліки. Призначення цих ліків строго контролюється, але проте люди, що страждають морфінізмом, дістають їх незаконними шляхами і тайком їх уживають. Морфін і опій придушують біль, викликають приємні відчуття, прекрасний настрій. Отруєння цими речовинами проявляється запамороченням, глибоким сном, навіть втратою свідомості, порушенням дихання, звуженням зіниць.

При наданні першої допомоги, насамперед, варто провести штучне дихання; якщо свідомість збережена, потерпілого рекомендується напоїти чорною кавою і швидко доставити в лікувальну установу.

Перша допомога при укусах тварин

Укуси комах. Колючі органи комах містять отруйні речовини, що викликають набряк у місці укусу, а пізніше - під впливом бактерій - і інфекцію.

Якщо людину вжалить оса, бджола або шершень, то перш за все варто видалити жало, а потім пальцями видавити з ранки отруту. Місця укусу протирають йодною настоячкою або ж розведеним нашатирним спиртом. Якщо не вдається видалити з ранки жало, то цю процедуру залишають лікареві. Місця укусів комарів, мух, гедзів протирають нашатирним спиртом або ж змочують мильним розчином.

При укусі бджоли в язик у результаті удушення може наступити смерть. У таких випадках потерпілому необхідна термінова допомога: у рот йому кладуть шматки льоду, дають морозиво або хоча б рекомендують обполіскувати порожнина рота холодною водою.

Укуси змій. Однією із самих небезпечних отрутних змій є гадюка звичайна. Улітку випадки укусів гадюкою досить часті. В місці укусу, найчастіше в області гомілки, видно дві маленькі криваві крапки. Це сліди від зубів гадюки. Над двома передніми зубами в неї розташовується мішечок з отрутою. При укусі отрута проникає в рану і з місця укусу поширюється далі по всьому організмі. При першій допомозі з рани та навколишніх ділянок прагнуть видавити або відсмоктати якнайбільше крові й промивають ранку розчином марганцевокислого калію, після чого перев'язують. Потерпілому треба дати випити побільше рідини, корисна при цьому чорна кава. Потім по можливості якнайшвидше варто звернутися до лікаря.

Укуси тварин. Рани від укусів тварин обробляються відповідно до загальних правил, але при цьому їх завжди варто вважати ранами інфікованими. При укусах лісових тварин, головним чином диких кішок і лисиць, а іноді й невідомих, підозріло агресивних собак, особливо в польових умовах, виникає підозра на сказ. У таких випадках рану варто обробити так само, як і при укусі гадюки.

Перша допомога при шоккових станах

При важких травмах, пораненнях виникає багато факторів, які шкідливо впливають на весь організм. Це біль, втрата крові, утворення в уражених тканинах шкідливих продуктів і т.п. Вони впливають на життєво важливі органи тіла - мозок, залози внутрішньої секреції. Спочатку завдяки своїм захисним механізмам - звуженню судин, прискоренню пульсу для підтримування в нормі кров'яного тиску, подиху і підвищенню обміну речовин - ці органи протидіють шкідливим впливам. Однак тривалий безперервний вплив шкідливих факторів, зрештою, виснажує захисні можливості організму, в результаті виникають порушення кровообігу, подиху і обміну речовин, поєднані загальною назвою шок.

Таким чином, **шок** - це серйозна реакція організму на поранення, що становить велику небезпеку для життя потерпілого. Іноді шок виникає відразу ж (миттєвий), в інших випадках - через 2 - 4 години після травми, коли життєво важливі органи тіла загальмовуються і виснажуються в результаті боротьби з наслідками травми.

Ознаками шокowego стану є те, що потерпілий у стані шоку блідий, не сприймає навколишнє середовище, чоло покривається холодним потом, зіниці розширені, подих і пульс прискорені, кров'яний тиск падає. При важкому шокowому стані спостерігаються блювота, сильна спрага, колір обличчя стає попелястим, губи, мочки вух і кінчики пальців набувають синюшного відтінку. Такий стан може перейти в несвідоме і закінчитися смертю.

Швидка і ефективна перша допомога, яка надається при будь-якому важкому пораненні, попереджає виникнення шоку. Однак якщо в постраждалого вже розвився шок, йому необхідно надати допомогу, що відповідає, насамперед виду поранення, а саме: зупинити кровотечу, іммобілізувати перелом і тощо. Потім його вкочують у ковдру та вкладають у горизонтальному положенні із трохи опущеною головою. Якщо потерпілий відчуває спрагу і при цьому немає підозри на ушкодження черевних органів, йому дають попити мінеральної води.

Транспортування потерпілого в шоківому стані в лікувальну установу повинна проводитися винятково дбайливо. Всі заходи, що перешкоджають виникненню шоку, полягають у наступному: створення тиші, спокій, тепло (але не перегрівання), зменшення болів, прийом рідини (тільки при кровотечах і опіках, але в жодному разі при пораненнях травного тракту), швидке транспортування.

Порядок виконання роботи

Ознайомившись загальними відомостями необхідно приступити до виконання роботи. Робота полягає у вирішенні практичних завдань. Кожне завдання описує ситуацію одержання людиною травми. Потрібно класифікувати травму (в залежності від виду діяльності постраждалого, за ступенем важкості, залежно від факторів, що впливають, за формою прояву) і розробити стратегію надання першої медичної допомоги потерпілому в даній ситуації.

Варіанти завдання (табл.8.1) видаються викладачем.

Таблиця 8.1. Варіанти завдань

№ з/п	Опис ситуації
1	Травма голови від гострого предмета. Рана кровоточить. Свідомість присутня. Потерпілий марить
2	Перелом руки і стегна в результаті падіння з висоти. Перелом закритий, сильний біль, підвищена говірливість постраждалого
3	Ушкодження рук гострим різальним інструментом. Сильна венозна кровотеча. Шок
4	Хімічний опік обличчя. Неглибокі рани на тілі в результаті падіння. Втрата свідомості
5	Глибокі рвані рани в результаті укусу людини бездомною собакою. Закритий перелом руки в результаті падіння
6	Термічний опік другого ступеня обох ніг. Відсутність свідомості. Сильний біль
7	Отруєння вугарним газом. Дихальна діяльність пригноблена
8	Потерпілий випадково випив кислоту. Затримка подиху
9	Отруєння лугом. Втрата свідомості і падіння постраждалого у результаті чого утворилось багато поверхневих ран

№ з/п	Опис ситуації
10	Обмороження ніг третього ступеня. Відсутність чутливості пальців ніг. Сильний біль
11	Травма спини в результаті падіння з висоти. Сильний біль, що підсилюється при русі
12	Сильне харчове отруєння. Біль у шлунку, блювота, підвищення температури
13	Відкрита травма черепа, рясна кровотеча, втрата свідомості
14	Загальний перегрів організму. Підвищення температури тіла
15	Венозна кровотеча. Втрата свідомості
16	Падіння з висоти і втрата свідомості
17	Перелом руки в результаті падіння. Перелом відкритий, підвищена говірливість постраждалого, спрага
18	Неглибокі рани на тілі в результаті падіння. Втрата свідомості.
19	Вивих руки у плечовому суглобі. Сильний біль
20	Наркотичне отруєння. Запаморочення, глибокий сон з порушенням дихання та звуженням зіниць
21	Ураження електричним струмом побутового напруження 220В від пошкодженого шнура праски
22	Падіння з дробини. Утворення багатьох поверхневих ран. Втрата свідомості
23	Відмороження пальців рук. Збліднення шкіри, повна відсутність чутливості
24	Ураження електрострумом від торкання до обірваного електрод роту бкВ. Судоми, спазми дихальних м'язів, раптова зупинка серця.
25	Отруєння вуглекислим газом. Серцебиття, шум у вухах, почуття тиску за грудиною, втрата свідомості
26	Удар голови в результаті ДТП. Сильний головний біль, запаморочення, блідість, шум у вухах, слабкість, блювота, тимчасова втрата свідомості
27	Серцевий напад. Відсутність пульсу, серцебиття і реакції зіниць на світло
28	Стан клінічної смерті після ДТП, поранення голови
29	Отруєння грибами. Головні болі, шум у вухах, припливи жару до обличчя, збудження, багатослівність, втрата свідомості.
30	Ураження грудної клітини о руль при ДТП. Дихання ускладнене, потерпілий задихається, сильний біль, спрага.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9 «Негативний вплив діяльності людей на екологічну безпеку. Засоби і заходи захисту від забруднень»

Мета роботи: отримати навички пошуку та аналізу інформації щодо джерел, засобів і заходів уникнення небезпек, стану екологічної ситуації на різних рівнях, робити висновки та пропонувати шляхи поліпшення техногенно-екологічної ситуації в промислово-економічній сфері та в розвитку цивільного захисту

Загальні відомості

Згідно ст. 50 закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» Екологічна безпека – це такий **стан навколишнього середовища, коли гарантується запобігання погіршення екологічної ситуації та здоров'я людини.**

Цілісність екосистем сама по собі є об'єктом економічного аналізу як запорука відтворення асиміляційного потенціалу навколишнього середовища чи окремої екосистеми.

Раніше виділяли три групи екологічних факторів: абіотичні (неорганічні умови: хімічні й фізичні, такі, як склад повітря, води, ґрунтів, температура, світло, вологість, радіація, тиск тощо); біотичні (форми взаємодії між організмами – хазяїн - паразит) та антропогенні (форми діяльності людини).

Сьогодні розрізняють декілька груп екологічних факторів (загальна кількість - близько шістдесяти), об'єднаних у спеціальну класифікацію:

- ✓ за часом - фактори часу (еволюційний, історичний, діючий), періодичності (періодичний і неперіодичний), первинні та вторинні;
- ✓ за походженням (космічні, абіотичні, природно-антропогенні, техногенні, антропогенні);
- ✓ за середовищем виникнення (атмосферні, водні, геоморфологічні, фізіологічні, генетичні, екосистемні);
- ✓ за характером (інформаційні, фізичні, хімічні, енергетичні, термічні, біогенні, комплексні, кліматичні);
- ✓ за об'єктом впливу (індивідуальні, групові, видові, соціальні);
- ✓ за ступенем впливу (летальні, екстремальні, обмежуючі, мутагенні, тератогенні);
- ✓ за умовами дії (залежні чи незалежні від щільності);
- ✓ за спектром впливу (вибіркової чи загальної дії).

Одні й ті самі екологічні фактори неоднаково впливають на організми різних видів, які живуть разом. Для деяких вони можуть бути сприятливими, для інших - ні. Важливим елементом є реакція організмів на силу впливу екологічного фактору,

негативна дія якого може виникати у разі надлишку або нестачі дози. Тому є поняття сприятлива доза, або зона оптимуму фактору й зона песимізму (доза фактору, за якої організми почуваються пригнічено).

Діапазон зон оптимуму й песимізму є критеріями для визначення екологічної валентності - здатності живого організму пристосовуватися до змін умов середовища. Кількісно вона виражається діапазоном середовища, в межах якого вид нормально існує. Екологічна валентність різних видів відрізняється одна від одної (північний олень витримує коливання температури повітря від -55 до 25-30°C, а тропічні корали гинуть вже при зміні температури на 5-6°C).

За екологічною валентністю організми поділяють на: стенобіонти - з малою пристосованістю до змін середовища (орхідеї, форель, далекосхідний рябчик, глибоководні риби) та еврибіонти - з великою пристосованістю до змін довкілля (колорадський жук, миші, пацюки, вовки, таргани, очерет, пирій). У межах еврибіонтів і стенобіонтів залежно від конкретного фактору організми поділяють на евритермні та стенотермні (за реакцією на температуру), евригалінні й стеногалінні (за реакцією на солоність водного середовища), еврифоти та стенофоти (за реакцією на освітлення).

Слід наголосити, що в природі екологічні фактори діють комплексно. Особливо важливо пам'ятати це, оцінюючи вплив хімічних забруднювачів, коли "сумаційний" ефект (на негативну дію однієї речовини накладається негативна дія інших, до чого додається вплив стресової ситуації, шумів, різних фізичних полів - радіаційного, теплового, гравітаційного чи електромагнітного) дуже змінює умовні значення ГДК, наведені в довідниках. Це питання на сьогодні ще мало вивчене, але через актуальність і велике значення перебуває в стані активного дослідження в усіх розвинених країнах.

Важливим є також поняття лімітуючи фактори, тобто такі, рівень (доза) яких наближається до межі витривалості організму, концентрація якого нижча або вища оптимальної. Це поняття започатковане законами мінімуму Лібіха (1840 р.) і толерантності Шелфорда (1913 р.). Найчастіше лімітуючи ми факторами є температура, світло, біогенні речовини, течії та тиск у середовищі, пожежі тощо.

Найбільше поширені організми з широким діапазоном толерантності щодо всіх екологічних факторів. Найвища толерантність характерна для бактерій і синьо-зелених водоростей, які виживають у широкому діапазоні температур, радіації, солоності, рН.

Варіанти тем для дослідження (номер і можливу варіацію назви варіанту для кожного окремого студента (чи групи студентів) видає викладач).

1. Сучасна екологія та об'єкт її дослідження.

2. Екологічна аварія та її класифікація.
3. Основні причини виникнення техногенних аварій і катастроф в Україні.
4. Цінності екологічної безпеки як соціокультурний код безпечної життєдіяльності.
5. Забруднення річок України.
6. Державні стандарти питної води.
7. Стан техногенно-екологічної небезпеки в Україні.
8. Радіоекологічна ситуація після аварії на ЧАЕС.
9. Життєдіяльність населення в умовах радіаційного забруднення.
10. Вплив на довкілля зберігання твердих побутових і промислових відходів.
11. Нові технології накопичення та переробки сміття, їх переваги.
12. Стан біологічного різноманіття в Україні.
13. Залежність рівня (якості) здоров'я населення від стану навколишнього середовища.
14. Організаційно-управлінські проблеми техногенно-екологічної безпеки України.
15. Технологічні причини, що призводять до зростання аварійності на підприємствах України.
16. Основні чинники, які негативно впливають на результати навчально-виховного процесу з екологічної освіти.
17. Основні засади свідомої еко діяльності та її виміри.
18. Роль громадських об'єднань у розв'язанні проблем екологічної безпеки України.
19. Основні напрями діяльності неурядових екологічних організацій і рухів.
20. Роль ЗМІ в забезпеченні екологічної безпеки України
21. Аналізі заходів запобігання атмосферних забруднень: виділіть три групи: глобальні, регіональні, місцеві.
22. Заходи інженерного захисту територій залежно від ситуації, що склалася.
23. Використання засобів колективного захисту.
24. Заходи біологічного захисту залежно від ситуації.
25. Засобів колективного та індивідуального захисту.