

Міністерство освіти і науки України  
Миколаївський національний аграрний університет

Інженерно-енергетичний факультет

Кафедра методики професійного навчання

## **ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ**

### **Визначення впливу вражаючих факторів НС**

#### **Методичні рекомендації**

з вивчення дисципліни та виконання самостійних творчих робіт  
для здобувачів вищої освіти спеціальностей 208 «Агроінженерія»,  
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
денної форми навчання

МИКОЛАЇВ

2021

УДК 355.58

Ц58

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 08.06.2021 р., протокол № 10.

Укладач:

В.М. Курепін

канд. екон. наук, старший викладач кафедри методики професійного навчання, Миколаївський національний аграрний університет

Рецензенти:

О.А. Герасіменя

начальник Управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення Миколаївської міської ради

Л.М. Маркіна

доктор технічних наук, доцент, завідувачка кафедри техногенної та цивільної безпеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

## Зміст

Вступ	4
1. ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ВРАЖАЮЧИХ ФАКТОРІВ НС	5
1.1. Визначення характеристик небезпечних геологічних процесів	5
1.2. Визначення характеристик вражаючих факторів вибухів	8
1.2.1. Прогнозування можливих руйнувань та уражень під час вибуху ГПС (ППС) у відкритому просторі	10
1.2.2. Визначення параметрів ударної хвилі при вибуху ГПС та ППС у приміщенні	11
1.2.3. Розрахунок параметрів зон теплового впливу при вибухах ГПС (ППС)	13
1.2.4. Розрахунок параметрів зони теплового впливу, що може утворитися під час пожежі	14
1.2.5. Розрахунок характеристик зони токсичного задимлення, що утворюється під час пожеж	15
1.3. Визначення впливу вражаючих факторів при аварії з викидом радіоактивно небезпечних речовин	16
1.3.1. Визначення дози опромінення при знаходженні в зоні радіоактивного забруднення	18
1.3.2. Визначення допустимого часу при знаходженні в зоні радіоактивного забруднення	19
1.3.3. Визначення радіаційних втрат при знаходженні в зоні радіоактивного забруднення	19
1.3.4. Визначення режиму радіаційного захисту при знаходженні в зоні радіоактивного забруднення	20
1.4. Визначення характеристик вражаючих факторів при аваріях з викидом НХР	20
1.4.1. Довгострокове (оперативне) прогнозування	21
1.4.2. Аварійне прогнозування	23
Додаток 1	28
Додаток 2	30
Додаток 3	33
Додаток 4	35
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ	38
Список використаної літератури	39

## ВСТУП

Одним з найголовніших завдань суспільства на сучасному етапі розвитку є забезпечення на підґрунті ризико - орієнтовного підходу прийнятного рівня безпеки надскладної системи “людина-життєве середовище”. Відповідальність за це в Україні покладено на спеціально уповноважені підрозділи Єдиної державної системи цивільного захисту населення і територій (ЄСЦЗ). Однак кількість надзвичайних ситуацій (НС) з часом не зменшується. Тому керівники та персонал об’єктів економіки (ОЕ) повинні бути підготовлені до вирішення питань щодо захисту працівників ОЕ та населення від вражаючих факторів НС.

У даних методичних вказівках наведені методики визначення впливу вражаючих факторів НС техногенного та природного походження. Опанування поданого матеріалу буде сприяти набуттю студентами передбаченої програмою здатності аналізувати механізми впливу небезпек на людину, визначати характер взаємодії організму людини з небезпеками середовища існування, вмінню обґрунтовувати нормативно-організаційні заходи забезпечення безпечної експлуатації технологічного обладнання та попередження виникнення НС.

Матеріали даного видання можуть бути корисними також і відповідним фахівцям при розв’язуванні специфічних питань щодо моніторингу (декларування) безпеки потенційно небезпечних ОЕ.

# 1. ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ВРАЖАЮЧИХ ФАКТОРІВ НС

## 1.1. Визначення характеристик небезпечних геологічних процесів

**Землетруси** – це підземні удари та коливання поверхні Землі, спричинені природними причинами. Область виникнення підземного удару – осередок землетрусу – представляє деякий об'єм у товщі Землі, в межах якого відбувається процес вивільнення енергії, що накопичується тривалий час. Ця енергія вивільняється при майже миттєвому переміщенні мас. У центрі осередку умовно виділяється точка, іменована гіпоцентром. Проекцію гіпоцентру на поверхню землі називають епіцентром. Від осередку в усі боки поширюються пружні сейсмічні хвилі, серед яких розрізняють поздовжні й поперечні.

Поздовжні хвилі - це перенесення стиснення та розтягнення в напрямку поширення, поперечні - коливання частинок, що відбуваються перпендикулярно напрямку поширення хвилі. Швидкість поздовжніх хвиль більше поперечних. У результаті заломлення та відбивання в неоднорідному середовищі поблизу поверхонь розділу виникають поверхневі хвилі, які поширюються поверхнею Землі в усі боки від епіцентру – сейсмічні хвилі.

Мірою загальної енергії хвиль служить **магнітуда землетрусу ( $M$ )** – деяка умовна величина, пропорційна логарифму максимальної амплітуди зсуву частинок ґрунту. Ця величина визначається з спостережень на сейсмічних станціях, через амплітуду  $Z_m$  (мкм) поверхневої хвилі та відстані  $R$  (км), до епіцентру землетрусу за формулою:

$$M = \lg Z_m - 1,32R ,$$

і виражається у відносних одиницях. Найдужчий землетрус має магнітуду не більше 9. Енергія, що виділяється при землетрусі визначається за співвідношенням:

$$E = 10^{(5,24+1,44M)}, \text{ Дж.}$$

Силу землетрусу оцінюють за інтенсивністю руйнувань на поверхні Землі. Для характеристики струсів використовують різні шкали інтенсивності землетрусів EMS-98 (ЕС), MM (США), SHINDO (Японія), **MSK-64 (країни СНД)**.

**Основними оціночними параметрами землетрусу є:**

- інтенсивність землетрусу на відстані  $R$  від епіцентру,  $I_R$ ;

- реальна інтенсивність землетрусу, що враховує тип ґрунту під забудовою,  $I'_R$ ;
- час приходу поздовжніх сейсмічних хвиль,  $t_I$ ;
- час приходу поверхневих сейсмічних хвиль,  $t_{II}$ ;
- інтервал часу від початку першої фази землетрусу до початку другої (головної) фази  $\Delta t$ ;
- імовірність загальних,  $P_{\text{заг}}$ , незворотних,  $P_{\text{незв}}$ , та санітарних втрат,  $P_{\text{сан}}$ ;
- потенційні втрати населення в будинках,  $N_{\text{пот}}$ .

**Вихідні дані для розрахунку включають:**

**- Вихідні дані для розрахунку включають:**

- $M$  - магнітуда землетрусу – **8,5**;
- $H$  – глибина гіпоцентру - **200 км**;
- $R$  – відстань від епіцентру - **450 км**;
- $N$  – кількість людей у будинку - **300 чол.**;
- конструкція будинку – **великопанельний будинок**;
- тип ґрунту під будинком - **насипний**;
- тип ґрунту поза будинком - **пісок**.

**Розв'язок:**

1. Визначаємо інтенсивність землетрусу на відстані  $R$  від епіцентру  $I_R$ , бали. Для однорідного ґрунту вона визначається за формулою:

$$I_R = 1,5M - 3,5 \lg \sqrt{R^2 + H^2} + 3.$$

$$I_R = 12,75 - 9,42 + 3 = 6,85 = 6,33 \text{ бал.}$$

2. Визначаємо реальну інтенсивність землетрусу, що враховує тип ґрунту під забудовою  $I'_R$ , бали:

$$I'_R = I_R - (\Delta I_M - \Delta I_3),$$

де  $\Delta I_3$  – збільшення бальності для ґрунту, на якому побудований будинок у порівнянні з гранітом;

$\Delta I_M$  – збільшення бальності для ґрунту оточуючої місцевості.

З таблиці 1.1. додатку 1. знаходимо  $\Delta I_M = 1,6$ ;  $\Delta I_3 = 2,6$ .

$$I'_R = 6,33 - (1,6 - 2,6) = 7,33 \text{ бал.}$$

3. За реальною інтенсивністю землетрусу  $I'_R = 6,04$  бал., користуючись шкалою інтенсивності землетрусу MSK-64 (табл. 1.2 дод. 1), визначаємо тип землетрусу –

дуже **сильний** та його характеристику – **тріщини в стінах кам'яних будинків ;антисейсмічні та дерев'яні будинки залишаються цілими.**

4. З таблиці 1.3. додатку 1. за конструктивними даними будинку визначаємо його тип – **B2** та сейсмостійкість,  **$I_c=6,6$  балів,**

5. За таблицею 1.4. додатку 1. визначаємо ймовірність та ступінь ушкодження будинку  **$B : 7,33 - 6,6 = 0,73$ . Ступінь ушкодження першої степені з ймовірністю 50%.**

6. Визначаємо час приходу поздовжніх сейсмічних хвиль – I фаза землетрусу,  **$t_I$ , с:**

$$t_I = \frac{\sqrt{R^2 + H^2}}{V_{\text{повз}}} = \frac{\sqrt{450^2 + 200^2}}{1,6} = 307,78 \text{ с}$$

та час приходу поверхневих (найбільш небезпечних) сейсмічних хвиль – II фаза землетрусу,  **$t_{II}$ , с:**

$$t_{II} = \frac{H}{V_{\text{повз}}} + \frac{R}{V_{\text{пов}}} \quad t_{II} = \frac{200}{1,6} + \frac{450}{1,2} = 125 + 375 = 500 \text{ с},$$

За табл. 1.5 додатку 1. знаходимо середню швидкість поширення поздовжніх та поверхневих хвиль,  **$V_{\text{повз}}=0,7$  км/ с;  $V_{\text{пов}}=1,2$  км/ с.**

7. Визначаємо інтервал часу від настання першої фази землетрусу до настання другої (головної) фази  **$\Delta t$ , с:**

$$\Delta t = t_{II} - t_I = 500 - 307,78 = 192,22 \text{ с.}$$

8. За таблицею 1.6 додатку 1. визначаємо імовірність загальних  **$P_{\text{заг}}$**  і незворотних (летальних)  **$P_{\text{незв}}$**  втрат людей залежно від ступеня ушкодження будинків

Оскільки ймовірність отримання будинками ушкоджень різного ступеня (див. таблицю 1.4 дод. 1) і ймовірність втрат людей (табл. 1.6 дод.1) є величинами випадковими, то їх слід оцінювати за формулами:

- імовірність загальних втрат:

$$P_{\text{заг}} = (0,05P_3 + 0,50P_4 + 0,95P_5); \quad P_{\text{заг.}} = (0,05 \times 0 + 0,5 \times 0 + 0,95 \times 0) = 0.$$

- незворотних втрат:

$$P_{\text{незв}} = (0,01P_3 + 0,17P_4 + 0,65P_5); \quad P_{\text{незв.}} = (0,01 \times 0 + 0,17 \times 0 + 0,65 \times 0) = 0.$$

- санітарних втрат:

$$P_{\text{сан}} = P_{\text{заг}} - P_{\text{незв}}, \quad P_{\text{сан.}} = 0.$$

де  $P_3, P_4, P_5$  - ймовірність отримання будинком ушкоджень відповідного ступеня (табл. 1.4 дод. 1).

9. Визначаємо потенційні загальні, незворотні та санітарні втрати населення в будинках  $N_{\text{пот}}$  за формулою:

$$N_{\text{пот}} = P_i \cdot N, \quad N_{\text{общ}} = 0 \times 300 = 0. \quad N_{\text{без}} = 0 \times 300 = 0.$$

де  $N$  - загальна чисельність людей у будинку;

$P_i$  - ймовірність відповідних втрат.

**10.Висновок** На основі проведених розрахунків робимо висновок, що ймовірність загальних та безповоротних втрат не передбачається. Санітарні втрати відсутні. Ймовірність пошкодження будинку: першої ступені – 50%

## **1.2. Визначення характеристик вражаючих факторів вибухів.**

Внаслідок дії сейсмічної хвилі були пошкоджені будівлі, зруйновані ємності з пальними речовинами й створилися умови для виникнення вибухів та пожеж на постраждалій від землетрусу території.

**Вибух** – це процес фізичних і хімічних перетворювань речовин, що швидко протікає й супроводжується звільненням значної кількості енергії в обмеженому об'ємі, внаслідок чого в навколишньому просторі виникає та розповсюджується ударна хвиля (УХ).

**УХ вибуху** – зона стисненого повітря, що поширюється з надзвуковою швидкістю від центру вибуху, викликаючи ураження людей, руйнування споруд, техніки й ін. Характер цих руйнувань залежить від багатьох чинників: від типу, розмірів об'єкту, будівельного матеріалу, інтенсивності УХ тощо. Непрямий вплив УХ полягає в ураженні людей предметами, що захоплюються нею.

Найважливіша кількісна характеристика УХ - надлишковий тиск фронту УХ,  $\Delta P_{\text{ф}}$ , **кПа** - різниця між максимальним тиском у фронті УХ й нормальним атмосферним тиском.

Найчастіше відбуваються вибухи газо - та паливо-повітряних сумішей (ГПС, ППС).

Характерними рисами вибухів ГПС, ППС є:



- виникнення різних типів вибухів: детонаційного, дефлаграційного чи комбінованого (найбільш розповсюджений);
- утворення п'яти зон ураження: детонаційної, розсіювання продуктів вибуху, дії УХ, теплового ураження та задимлення;
- залежність потужності вибуху від параметрів середовища, в якому відбувається вибух (температура, швидкість вітру, щільність забудови, рельєф місцевості).

***Вихідні дані для розрахунку включають:***

- тип ГПС (ППС), що зберігаються у ємностях - **бензин**;
- маса ГПС (ППС),  **$M - 16$  кг**;
- тип вибуху - **внутрішній**;
- відстань між ємністю з ГПС (ППС) та досліджуваним будинком,  
 **$R - 500$  м**;
- висота приміщення будинку,  **$H - 25$  м**;
- довжина приміщення будинку,  **$L - 75$  м**;
- ширина приміщення будинку,  **$B - 20$  м**;
- температура повітря у приміщенні будинку,  **$t_{п} - 30$  С°**;
- ступінь вертикальної стійкості повітря (СВСП) - **конвенція**;
- маса токсичних продуктів горіння,  **$M_{т.п.} - 750$  кг**;
- швидкість середнього вітру,  **$v - 1$  м/с**.

### 1.2.1. Прогнозування можливих руйнувань та уражень під час вибуху ГПС (ППС) у відкритому просторі.

В осередку вибуху, щодо дії УХ, виділяють три концентричні зони (див. рис.1).

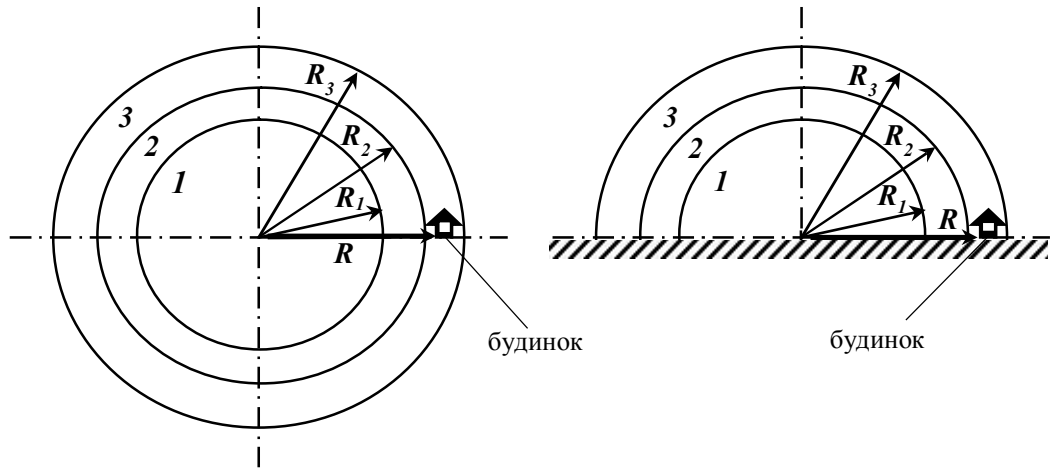


Рис. 1. Зони осередку вибуху ГПС (ППС)

1 – детонації, 2 – розсіювання продуктів вибуху, 3 – повітряної ударної хвилі.

1. Для прогнозування можливих руйнувань та уражень знаходимо радіуси цих зон та визначаємо в якій зоні знаходиться досліджуваний будинок.

Радіус зони детонації  $R_1$  визначається за залежністю:

$$R_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{M}, \quad R_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{16} = 17,5 \times 2,52 = 44,1 \text{ м.}$$

де  $M$  – маса пальної речовини, т.

Радіус зони розсіювання продуктів вибуху,  $R_2$ :

$$R_2 = 1,7 \cdot R_1, \text{ м.} \quad R_2 = 1,7 \times 44,1 = 74,97 \text{ м.}$$

Радіус зони дії УХ.  $R_3$ :

$$R_3 = 12 \cdot R_1, \text{ м.} \quad R_3 = 12 \times 44,1 = 529,2 \text{ м.}$$

2. Визначаємо величину надмірного тиску на відстані до досліджуваного об'єкту (будинку).

В межах зони детонації, надмірний тиск, умовно, приймається постійним і дорівнює  $\Delta P = 1700 \text{ кПа}$

В зоні розсіювання продуктів вибуху надмірний тиск визначаємо за формулою:

$$\Delta P_2 = 1300(R_1 / R)^3 + 50, \text{ кПа}, \quad \Delta P_2 = 1300(44,1/500)^3 + 50 = 164,66 \text{ кПа}$$

де  $R$  – відстань від центру вибуху до досліджуваного об'єкту (будинку), м.

У зоні дії повітряної **УХ**, надмірний тиск розраховуємо за приведеними нижче формулами.

Для цього попередньо визначається відносна величина:

$$\psi = 0,24(R / R_1) \quad \psi = 0,24(500/44,1) = 2,72$$

якщо  $\psi > 2$ , то

$$\Delta P_{\phi} = \frac{22}{2,72(\sqrt{\lg 2,72 + 0,158})} = 11,94 \text{ кПа}$$

**3. За знайденою величиною надмірного тиску зробимо висновки** щодо ступеня уражень незахищених людей та можливих руйнувань об'єктів за таблицями 2.1 та 2.2, додатку 2. :

- ступінь уражень незахищених людей ударною хвилею 10 - 40 – **легкі ураження(забиті місяця, втрата слуху);**

- ступені руйнувань об'єктів в залежності від величини надлишкового тиску  $P$ , ударної хвилі - **слабке (це цех з металевим каркасом або цегляні будинки).**

**1.2.2. Визначення параметрів ударної хвилі при вибуху ГПС та ППС у приміщенні.**

Оскільки межі приміщення не дають можливості вільно розширюватися продуктам горіння у замкнутому об'ємі, надмірний тиск вибуху для пальних речовин, що складаються з атомів **C, H, N, Cl, Br, I, F** визначається за формулою:

$$\Delta P_{\max} = (P_{\max} - P_o) \frac{100 \cdot M \cdot z}{c_{\text{стх}} \cdot V_{\text{во}} \cdot \rho_{\text{П(Г)}} \cdot \varphi}, \text{ кПа}; \quad V_{\text{во}} = H \times L \times B = 37500 \times 0,8 = 30000$$

$$\Delta P_{\max} = (900 - 101) \frac{100 \cdot 16 \cdot 0,5}{9,36 \cdot 30000 \cdot 0,77 \cdot 3} = 4,46 \text{ кПа},$$

де  $P_{\max}$  – максимальний тиск вибуху стехіометричної ГПС (ППС) у замкнутому об'ємі, визначається за довідником. Якщо дані відсутні, то приймають  $P_{\max} = 900$  кПа;

$P_0$  – початковий тиск у приміщенні, кПа (приймають  $P_0 = 101$ кПа);

$M$  – маса ГПС (ППС), що потрапила у приміщення в наслідок аварії, кг;

$z$  – коефіцієнт участі пальної речовини у вибуху в приміщенні, дорівнює: **0,5** – для пальних газів, промислового пилю;

**0,3** – для легко займистої речовини (ЛЗР) і пальних рідин, нагрітих до температури спалаху та вище й при температурі нижче температури спалаху при утворенні аерозолі;

$V_{\text{во}}$  – вільний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>, що складає 80% від загального об'єму;

$\varphi$  – коефіцієнт негерметичності приміщення та не адіабатичності процесу горіння, прийняти рівним **3**;

$\rho_{\text{п(г)}}$  – щільність пари (газу) при  $P_0$ , кг/м<sup>3</sup>, визначається залежністю:

$$\rho_{\text{п(г)}} = \frac{12,15 \cdot M_p}{t_{\text{п}} + 273}, \quad \rho_{\text{п(г)}} = \frac{12,15 \cdot 114}{30 + 247} = 0,17$$

де  $t_{\text{п}}$  – температура повітря в приміщенні, °С;

$M_p$  – молярна маса речовини, г/моль (табл. 2.3 дод.2);

$C_{\text{стх}}$  – стехіометрична концентрація газів чи пари, визначається за формулою:

$$C_{\text{стх}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \quad C_{\text{стх}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 2} = 9,36$$

де  $\beta$  – стехіометричний коефіцієнт кисню в рівнянні реакції горіння, дорівнює:

$$\beta = n_c + \frac{n_n - n_r}{4} - \frac{n_o}{2}, \quad \beta = 1 + \frac{4}{4} = 2$$

де  $n_c$ ,  $n_n$ ,  $n_o$ ,  $n_r$  – кількість атомів С, Н, О та галогенів у молекулі пального.

**Висновок. при величині надлишкового тиску менше 10 кПа згідно таб.2.1. додаток 2 :**

- ступінь ураження незахищених людей ударною хвилею це є безпечна відстань;

- ступінь руйнувань об'єкту це є слабе руйнування віконних і дверних прорізів та перегородок. Можливе враження людей уламками конструкцій. Підвали і нижні поверхи цілком зберігаються і придатні для тимчасового використання після поточного ремонту. Збиток складає до 10% вартості основних продуктивних фондів (балансової вартості будівель і споруд. Відновлення можливе через середній чи поточний ремонт.

*Примітка.* Стехиометричною сумішшю називають суміш у якій кількість повітря забезпечує повне згорання пального.

Якщо у приміщенні стався вибух з  $\Delta P_{max} > 30 \text{кПа}$ , то воно, як правило, руйнується повністю.

### **1.2.3. Розрахунок параметрів зон теплового впливу при вибухах ГПС (ППС)**

1. Визначаємо радіус вогняної кулі,  $R_{BK}$ , при загоранні хмари ГПС за залежністю:

$$R_{BK} = 2,25\sqrt[3]{M}, \text{ м}, \quad R_{BK} = 2,25\sqrt[3]{15} = 2,25 \cdot 2,52 = 5,67 \text{ м},$$

де  $M$  – маса ГПС (ППС), кг.

2. Визначаємо час свічення вогняної кулі,  $t_{BK}$ :

$$t_{BK} = 2,76\sqrt[3]{M}, \text{ с}. \quad t_{BK} = 2,76\sqrt[3]{15} = 2,76 \cdot 2,52 = 6,96 \text{ с}$$

3. Визначаємо інтенсивність теплового випромінювання,  $I$ :

$$I = \frac{133\sqrt[3]{M^2}}{R^2}, \text{ кДж/м}^2\text{с}, \quad I = \frac{133 \times 6 \times 35}{250000} = 0,0034 \text{ кДж/м}^2\text{с}$$

де  $R$  – відстань між ємністю з ГПС (ППС) та об'єктом (людиною).

4. Визначаємо тепловий імпульс  $U$  вогняної кулі:

$$U = I \cdot t_{BK}, \text{ кДж/м}^2. \quad U = 0,0034 \times 6 \times 96 = 0,024 \text{ кДж/м}^2$$

5. Визначаємо за табл. 2.4 вражаючу дію вогняної кулі на людей та за табл. 2.5 додатку 2 на матеріали - вражаюча дія вогняної кулі на людей - **безпечна**, пожежі – **відсутні**.

6. Визначаємо безпечний радіус дії теплового випромінювання на людину:

$$R_{\text{безп}} = \sqrt{\frac{133 \cdot 16^{\frac{2}{3}}}{1.25}} = 23.25 \text{ м}$$

де  $I^*$  - безпечна інтенсивність теплового випромінювання для людини (табл. 2.4 дод.2), кДж/м<sup>2</sup>·с.

#### **1.2.4. Розрахунок параметрів зони теплового впливу, що може утворитися під час пожежі.**

За рахунок теплового впливу відбувається займання об'єкту й розвиток пожежі.

Розміри зони теплового впливу під час пожежі розраховують за співвідношенням, яке визначає безпечну відстань  $R_{\text{без}}$ , м, при заданому рівні інтенсивності теплового випромінювання для людини:

$$R_{\text{без}} = R^* \sqrt{\frac{\chi Q_0}{I^*}},$$

де  $\chi$  – коефіцієнт, що характеризує геометрію осередку горіння:

$\chi = 0,02$  – якщо джерело горіння плоске (розлив на поверхні землі чи води);

$\chi = 0,08$  – якщо джерело горіння об'ємне (будинок, резервуар);

$Q_0$  – питома теплота пожежі, кДж/м<sup>2</sup>·с (табл. 2.3 дод. 2);

$I^*$  – безпечна інтенсивність теплового випромінювання для людини, кДж/м<sup>2</sup>·с (табл. 2.4 дод. 2);

$R^*$  – приведений розмір осередку горіння (пожежі):

- для будівель  $R^* = \sqrt{S} = \sqrt{Lh}$  ( $L$  - довжина найбільшої стіни,  $h$  - висота будівлі), м;

$$R^* = \sqrt{S} = \sqrt{75 \cdot 25} = 43,30$$

$$R_{\text{без}} = 43,30 \sqrt{\frac{0,08 \cdot 2200}{1,25}} = 513,79$$

### 1.2.5. Розрахунок характеристик зони токсичного задимлення, що утворюється під час пожежі

Зона задимлення при пожежі має форму трапеції (рис. 2)

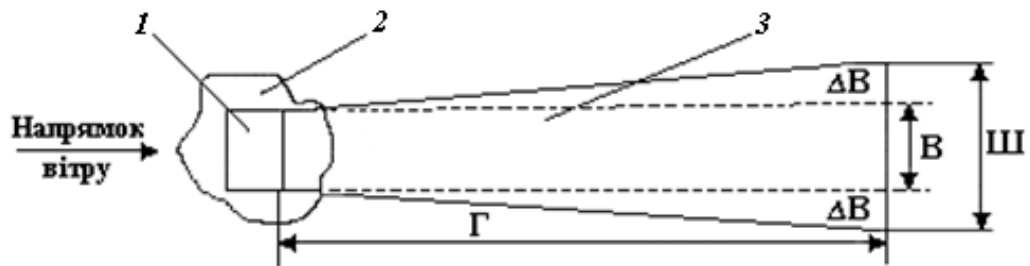


Рис. 2. Зони вражаючого впливу на людину під час пожежі:

1 – об'єкт, на якому сталася пожежа; 2 – зона теплового впливу; 3 – зона задимлення; В – ширина зони горіння (дорівнює ширині об'єкту), м;  $\Delta B$  – бічне розсіювання; Г – глибина зони задимлення, м; Ш – ширина зони задимлення, м.

**Послідовність оцінки є наступною:**

1. Визначаємо глибину небезпечної за токсичною дією частини зони задимлення Г, м, за співвідношенням:

$$\Gamma = \frac{34,2}{K_1} \cdot \left[ \frac{M_{\text{т.п.}}}{K_2 \cdot w \cdot D} \right]^{\frac{2}{3}},$$

де  $K_1$  – коефіцієнт шорсткості поверхні (відкрита поверхня – 1; степова рослинність, сільгоспугіддя – 2; чагарник, окремі дерева – 2,5; міська забудова, ліс – 3,3);

$M_{\text{т.п.}}$  – маса токсичних продуктів горіння, кг;

$K_2$  – коефіцієнт ступеня вертикальної стійкості повітря (інверсія – 1; ізотермія – 1,5; конвекція – 2),

$w$  – швидкість переносу переднього фронту диму (табл. 2.6 дод.2), км/год;

$D$  – порогова токсична доза, мг·хв/л (табл. 2.7. дод.2), прийняти для оксиду вуглецю.

$$\Gamma = \frac{34,2}{3,3} \cdot \left[ \frac{16}{2 \cdot 7 \cdot 60} \right]^{\frac{2}{3}} = 10,36 \cdot 0,07 = 0,73 \text{ м}$$

2. Визначаємо ширину зони задимлення  $\mathbf{Ш}$ , м, за формулою:

$$\mathbf{Ш} = B + 2\Delta B ,$$

Де  $\Delta B$  – бічне розсіювання. При стійкому вітрі ( $v_{\text{в}} \geq 1\text{м/с}$ ),  $\Delta B = 0,1 \cdot \Gamma$ , при нестійкому вітрі ( $v_{\text{в}} < 1\text{м/с}$ ),  $\Delta B = 0,4 \cdot \Gamma$ .

$$\mathbf{Ш} = 20 + 2 \cdot 0,1 = 20,2$$

**Висновок** - Зона задимлення за даних умов є відносно невеликою.

### ***1.3. Визначення впливу вражаючих факторів при аварії з викидом радіоактивно небезпечних речовин***

Відповідно до Закону України «Про захист населення і територій від НС техногенного та природного характеру» одним з основних заходів є радіаційний захист, що включає виявлення та оцінку радіаційної обстановки, організацію дозиметричного контролю, розробку режимів радіаційного захисту, забезпечення засобами індивідуального та колективного захисту, організацію й проведення санітарної обробки населення і дезактивації місцевості, техніки та майна.

Ефективність проведення зазначених заходів залежить від правильної оцінки впливу радіоактивного забруднення при радіаційних аваріях.

#### **Оцінка впливу радіоактивного забруднення на персонал ОЕ і населення.**

Визначення рівнів радіоактивного забруднення на місцевості має вирішальне значення для проведення аналізу його впливу на життєдіяльність і для вибору найбільш доцільних варіантів дій, при яких виключається радіаційне ураження людей.

Зміна рівнів радіації характеризується закономірністю:

$$P_t = P_0 \left( \frac{t}{t_0} \right)^{-n} ,$$

де  $P_0$  – початковий (вихідний) рівень радіації на момент часу  $t_0$  ;

$P_t$  – рівень радіації на момент часу  $t$  ;

$n$  – показник ступеня, що залежить від ізотопного складу забруднення.



При фактичній аварії розраховується емпіричним шляхом за формулою:

$$n = \frac{\lg \frac{P_1}{P_2}}{\lg \frac{t_2}{t_1}},$$

для чого необхідно в одному і тому ж місці, два рази виміряти потужність дози  $P_1$  та  $P_2$  й зафіксувати час замірів  $t_1$  і  $t_2$ , що минув після аварії. При аварії на ЧАЕС  $n = 0,4$ .

Дози випромінювання, які отримують люди на забрудненій радіоактивними речовинами (РР) території при перебуванні там з моменту початку опромінення  $t_n$  до моменту кінця опромінення  $t_k$  розраховуються за формулою:

$$D = \int_{t_n}^{t_k} P_t \cdot dt = \int_{t_n}^{t_k} P_0 \left( \frac{t}{t_0} \right)^{-n} \cdot dt = \frac{P_0}{t_0^{-n}} \left( \frac{t_k^{1-n} - t_n^{1-n}}{1-n} \right), \text{ при } n \neq 1.$$

$P_0$  зазвичай перераховується на  $t_0 = 1$  год, тоді при  $n = 0,4$ ,

$$D = 1,7P_1(t_k^{0,6} - t_n^{0,6}).$$

Якщо є укриття з коефіцієнтом ослаблення  $K_{\text{осл}}$ , то доза визначається за формулою:

$$D = \frac{1,7P_1(t_k^{0,6} - t_n^{0,6})}{K_{\text{осл}}} \quad \text{або} \quad D = \frac{1,7(P_k t_k - P_n t_n)}{K_{\text{осл}}},$$

де  $P_n$  – рівень радіації на момент початку опромінення ( $t_n$ );

$P_k$  – рівень радіації на момент кінця опромінення ( $t_k$ ).

Основні задачі, що вирішуються при оцінці впливу радіоактивного забруднення наступні:

а) прогнозування дози опромінення при перебуванні в зонах радіаційного забруднення (ЗРЗ);

б) розрахунок допустимого часу перебування в ЗРЗ при заданій дозі випромінювання;

в) розрахунок радіаційних втрат при знаходженні в ЗРЗ;

г) визначення режиму радіаційного захисту у ЗРЗ.

**1.3.1. Визначення дози опромінення при знаходженні в зоні радіоактивного забруднення.**

**Вихідні дані для розрахунків включають:**

$t_{\text{п}}$  – час початку опромінення після аварії - 2 год;

$P_{\text{п}}$  – потужність дози (рівень радіації) в момент початку опромінення – 15 рад/год;

$T$  – тривалість опромінення -6 год;

$K_{\text{осл}}$  – коефіцієнт ослаблення дози радіації спорудами - 8.

**Послідовність оцінки:**

1. Визначаємо час кінця опромінення:

$$t_{\text{к}} = t_{\text{п}} + T \cdot t_{\text{п}} = 2 + 6 = 8 \text{ ч.}$$

2. Перераховуємо наявний рівень радіації  $P_{\text{п}}$  на 1 годину після аварії за формулою:

$$P_1 = \frac{P_{\text{п}}}{K_{\text{п}}}; \quad P_1 = \frac{15}{0,76} = 19,74 \text{ рад/ч.}$$

де  $P_{\text{п}}$  – наявний рівень радіації;

$K_{\text{п}}$  – коефіцієнт перерахунку, вибирається з таблиці 3.1, дод.3 на момент  $t_{\text{п}}$ .

3. Знаходимо з таблиці 3.1 додатку 3 коефіцієнт перерахунку  $K_{\text{к}}$  на момент  $t_{\text{к}}$  і Визначаємо рівень радіації на момент кінця опромінення за формулою:

$$P_{\text{к}} = P_1 \cdot K_{\text{к}}. \quad P_{\text{к}} = 19,74 \times 0,434 = 8,57 \text{ рад/ч}$$

4. Визначаємо дозу випромінювання за співвідношенням:

$$D = \frac{1,7(P_{\text{к}}t_{\text{к}} - P_{\text{п}}t_{\text{п}})}{K_{\text{осл}}}. \quad D = \frac{1,7(8,57 \cdot 8 - 15 \cdot 2)}{8} = 6,55$$

5. Визначаємо еквівалентну дозу опромінення  $D_{\text{екв}} = D \cdot Q$  (бер),

де  $Q$  - коефіцієнт відносної біологічної ефективності джерела випромінювання (прийняти  $Q = 1$  для гама-випромінювання)

$$D_{\text{екв}} = 6,55 \times 1 = 6,55 \text{ (бер)},$$

**Висновок** – Тяжкість захворювань - легка форма.

**1.3.2. Визначення допустимого часу при знаходженні в зоні радіоактивного забруднення.**

**Вихідні дані:**

$t_{п}$  – час початку опромінення - **5** год;

$P_{п}$  – рівень радіації на момент початку опромінення - **13** рад/год;

$D_{з}$  – запланована межа дози опромінення - **15** рад;

$K_{осл}$  – коефіцієнт ослаблення дози радіації спорудами - **3**.

1. Перерахуємо відомий рівень радіації  $P_{п}$  на 1 год, за допомогою таблиці 3.1 додатка 3:

$$P_1 = P_{п} / K_{п..} \quad P_1 = 13 / 0,525 = 24,76$$

2. Визначимо значення  $\alpha$  :

$$\alpha = \frac{P_1}{D_{з} \cdot K_{осл}} \quad \alpha = 24,76 / 15 \times 3 = 0,55 = 0,6$$

3. За значенням  $\alpha$  та  $t_{п}$ , визначимо допустиму тривалість роботи  $T_{доп}$ , за табл. 3.4.  $T_{доп} = 3,45$  год

**1.3.3. Визначення радіаційних втрат при знаходженні в зоні радіоактивного забруднення**

**Вихідні дані:**

$D_{опр}$  – отримана доза опромінення – **200** рад;

$t_{п}$  – час початку опромінення, - **48** год;

$T_{опр}$  – тривалість опромінення, - **1** год.

За таблицею 3.3 додаток 3 визначаємо відсоток радіаційних втрат – **50%**, за таблицею 3.5 додаток 3 визначаємо час початку втрати працездатності - **4 доби.** ; смертність- од. випадки

### ***1.3.4. Визначення режиму радіаційного захисту при знаходженні в зоні радіоактивного забруднення***

***Вихідні дані:***

**$P = 0,35 \text{ м Р/г}$**

За таблицею 3.6 додаток 3 - номер режиму – «2»; Заходи – заходи I режиму :йодна профілактика дітей, обмежене перебування на вулицях всього населення Обладнення санітарних бар'єрів при вході в будинки.

### ***1.4 Визначення характеристик вражаючих факторів при аваріях з викидом НХР***

В Україні 19000 ОЕ відносяться до потенційно небезпечних, з них – 1500 – хімічно-небезпечні об'єкти (ХНО).

***ХНО*** – це промисловий об'єкт (підприємство) або його структурні підрозділи, на якому знаходяться в обігу (виробляються, переробляються, перевозяться (пересуваються), завантажуються або розвантажуються, використовуються у виробництві, розміщуються або складуються постійно або тимчасово, знищуються тощо) одна або декілька НХР.

***НХР*** – хімічна речовина, безпосередня чи опосередкована дія якої може спричинити загибель, гостре чи хронічне захворювання або отруєння людей і (чи) завдати шкоди довкіллю.

Хімічна аварія – аварія на ХНО, що приводить до виливу або викиду НХР, які здатні привести до загибелі або хімічного зараження людей, продовольства, харчової сировини та кормів, сільськогосподарських тварин і рослин, або до хімічного зараження довкілля. За цих умов виникає хімічна обстановка.

Під оцінкою хімічної обстановки розуміють визначення масштабу та характеру зараження НХР, аналіз їх впливу на діяльність об'єктів, сил ЦЗ і населення.

З метою визначення єдиного порядку оцінки хімічної обстановки та підвищення якості планування заходів щодо захисту населення у разі аварії на

ХНО наказом МНС № 73 від 27.03.2001 року затверджено Методику прогнозування наслідків впливу (викиду) НХР при аваріях на промислових об'єктах і транспорті.

Ця методика може бути використана для довгострокового (оперативного) і аварійного прогнозування при аваріях на ХНО і транспорті, а також для визначення ступеня хімічної небезпеки ХНО й АТО.

#### ***1.4.1 Довгострокове (оперативне) прогнозування.***

Довгострокове прогнозування здійснюється заздалегідь для визначення ступеня небезпеки **ХНО** та **АТО**, можливих масштабів забруднення, сил і засобів, які залучатимуться для ліквідації наслідків аварії, складення планів роботи та інших довгострокових (довідкових) матеріалів.

##### ***Вихідні дані:***

1. Вид НХР - **аміак**;
2. Кількість НХР  $Q_0$ , - **250т**,
3. Відстань від ХНО до ОЕ -**14 км**;
4. Чисельність персоналу ОЕ – **800 чол.**
5. Наявність засобів захисту –**в протигазів**;
6. Щільність населення  $\rho$  – **1800 чол./км<sup>2</sup>** ;
7. Температура середовища -**+ 40 °С**;
8. Швидкість вітру у приземному шарі – **2 м/с**
9. Ступінь вертикальної стійкості повітря (СВСП) – **конвенція**
10. Напрямок вітру -**320 градусів**;
11. Товщина шару розливу НХР  $h$  – **0,05 м**
12. Час прогнозу після аварії  $N$  – **4 год.**
13. Характер розливу – **вільний**

## **Послідовність оцінки:**

### **2.4.1. Довгострокове прогнозування:**

Вихідні дані:

$t = 20\text{C}$  напрям повітря в колі – 360С

$V_{\text{в}} = 1\text{м/}$  кількість хімічної речовини(аміак) -70%

ТВУ- інверсія

$Q : 250 \times 0.7 = 175\text{м}$

Визначаємо глибину зони можливого хімічного забруднення  $\Gamma$ , км, за таблицею

4.1. додатку 4. -  $\Gamma = 14.6 + 14.6 \times 0,0 = 15,33\text{ км}$

Порівнюємо значення глибини зони хімічного забруднення з відстанню від ХНО до ОЕ (АТО),  $X$ , км, та робимо висновок:

**Висновок:** значення глибини зони хімічного забруднення 15,33км, а відстань від ХНО до ОЕ(АТО) 14 км таким чином глибина зони хімічного забруднення буде досягати 1,35 км.

2.4.2. Для визначення кількості людей, які проживають в зоні можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ) визначається її площа.

**ЗМХЗ** – територія, в межах якої під впливом зміни напрямку вітру може виникнути переміщення хмари НХР з небезпечними для людини концентраціями.

1. Розраховуємо площу ЗМХЗ за співвідношенням:

$$S_{\text{ЗМХЗ}} = 3,14 \Gamma^2 = 3,14 \times 2350 = 737,9 \text{ км}^2$$

Для визначення кількості людей, які можуть зазнати впливу НХР розраховується площа прогнозованої зони хімічного забруднення (ПЗХЗ).

2. Розраховуємо площу ПЗХЗ за співвідношенням:

$$S_{\text{ПЗХЗ}} = 0,11 \Gamma^2 = 0,11 \times 2350 = 258 \text{ км}^2.$$

При довгостроковому прогнозуванні ЗМХЗ на картах та схемах має вигляд круга з радіусом, що дорівнює глибині  $\Gamma$ . ПЗХЗ – розрахункова зона в межах ЗМХЗ, параметри якої приблизно визначаються за формою еліпса. З огляду на можливе переміщення хмари НХР під впливом зміни напрямку вітру

та інших метеорологічних умов, зображення ПЗХЗ наносяться пунктиром (рис. 3).

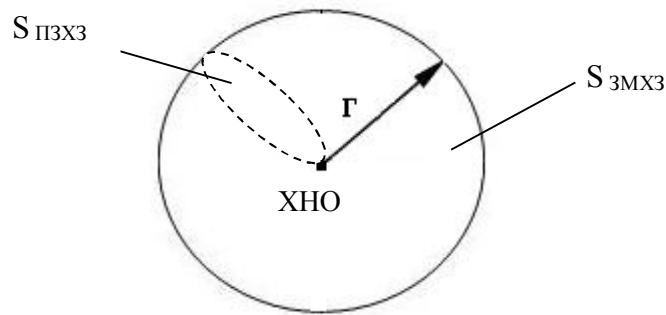


Рис.3. Вигляд зони можливого зараження при довгостроковому прогнозуванні

3. Визначаємо кількість людей, які проживають в ЗМХЗ за співвідношенням:

$$N_{\text{ЗМХЗ}} = \rho \cdot S_{\text{ЗМХЗ}} = 1800 \times 737,9 = 1328220 \text{ осіб.}$$

де  $\rho$  - середня щільність населення для цієї місцевості, осіб/км<sup>2</sup>.

4. Визначаємо кількість людей, які можуть зазнати впливу НХР за

$$N_{\text{ПЗХЗ}} = \rho \cdot S_{\text{ПЗХЗ}} = 1800 \times 258 = 46440 \text{ осіб. співвідношенням:}$$

**Висновок** – кількість людей які можуть постраждати в ЗМХЗ при довгостроковому періоді **46702** це менше, ніж кількість людей які можуть зазнати впливу НХР- **4245660**.

#### 1.4.2 Аварійне прогнозування

##### Послідовність оцінки:

1. Визначаємо площу та радіус зони розливу НХР за залежностями:

$$S_p = \frac{Q_0}{h \cdot d}, \text{ м}^2, \quad S_p = \frac{50}{0,05 \cdot 0,681} = 7352,9 \text{ м}^2,$$

де  $h$  – товщина шару розливої НХР, м (прийняти 0,05 м),

$d$  – густина НХР, т/м<sup>3</sup> (визначається за табл.4.2. додатку 4),

$$r_p = \sqrt{S_p / \pi}, \quad r_p = \sqrt{7352,9 / 3,14} = 48,4 \text{ м.}$$

2. За даними прогнозу або за таблицею 4.3. додатку 4 визначаємо СВСП  
Ступінь вертикальної стійкості повітря за даними прогнозу погоди – *ясно, конвенції*

3. Визначаємо глибину зони можливого хімічного забруднення  $\Gamma$  за таблицею 4.1. додатку 4 на реальні метеоумови.

За таблицею 4.1. додатку 4 глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря з вражаючими концентраціями НХР на відкритій місцевості  $\Gamma_1=3.96$ ;  $\Gamma=3.46+3.96 \times 0.1 - 4.35 \times 0.7 = 3.04$

4. Після визначення  $\Gamma_3$  з урахуванням усіх коефіцієнтів, отримана величина порівнюємо з максимальним значенням глибини переносу повітряних мас за  $N$  годин  $\Gamma'$  :

$$\Gamma' = Nw, \quad \Gamma' = 4 \cdot 14 = 56 \text{ км,}$$

де  $w$  – швидкість переносу переднього фронту зараженого повітря в залежності від швидкості вітру та СВСП, км/год (табл. 2.6 дод.2).

Для подальших розрахунків береться менше із двох значень глибини зони зараження  $\Gamma$  та величини глибини переносу повітряних мас  $\Gamma'$  .

5. Розмір ЗМХЗ приймається як сектор кола, площа якого залежить від швидкості та напрямку вітру й розраховується за емпіричною формулою:

$$S_{\text{ЗМХЗ}} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi, = 8.72 \times 10 \times 3 \times 3.04 = 7.25 \text{ км}^2,$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт, який умовно дорівнюється кутовому розміру зони (табл. 4.7 додатка 4).

6. Визначаємо площу ПЗХЗ за формулою:

$$S_{\text{ПЗХЗ}} = k \cdot \Gamma^2 N^{0,2} \text{ км}^2,$$

де  $k$  – коефіцієнт, що залежить від СВСП і дорівнює , при конвекції – 0,235;

$N$  – час, на який розраховується глибина ПЗХЗ (час прогнозу).

7. Визначаємо ширину ПЗХЗ:

- при інверсії  $\text{Ш} = 0,3 \cdot \Gamma^{0,6}$ , км;
- при ізотермії  $\text{Ш} = 0,3 \cdot \Gamma^{0,75}$ , км;
- при конвекції  $\text{Ш} = 0,3 \cdot \Gamma^{0,95}$ , км,

де  $\Gamma$  – прийнята глибина зони забруднення.

$$S_{\text{ПЗХЗ}} = 0,081 \times 9.24 \times 1,32 = 2.87 \text{ км}^2$$



8. Визначаємо межі зон хімічного забруднення та наносимо їх на карту.

При аварійному прогнозуванні від місця аварії в напрямку вітру будується вісь зони хімічного забруднення. Симетрично вісі будується сектор ЗМХЗ. Кутовий розмір сектора  $\varphi$  залежить від швидкості вітру: при швидкості 2 м/с – півкола, бісектриса якого збігається з віссю сліду хмари й орієнтована за напрямком вітру (рис 4, б),

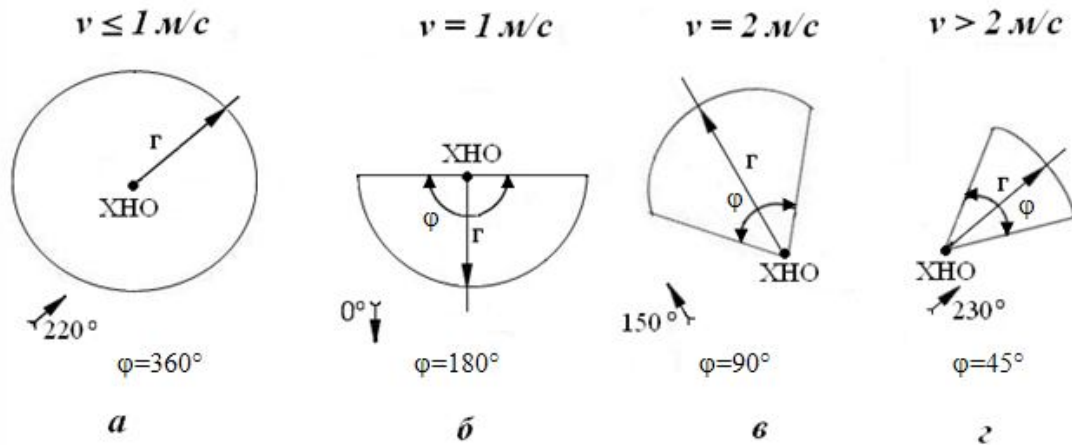


Рис.4. Вигляд зон можливого забруднення при аварійному прогнозуванні в залежності від швидкості та напрямку вітру.

Для нанесення позначення напрямку вітру на схему за вихідними даними – користуватися рис.5.

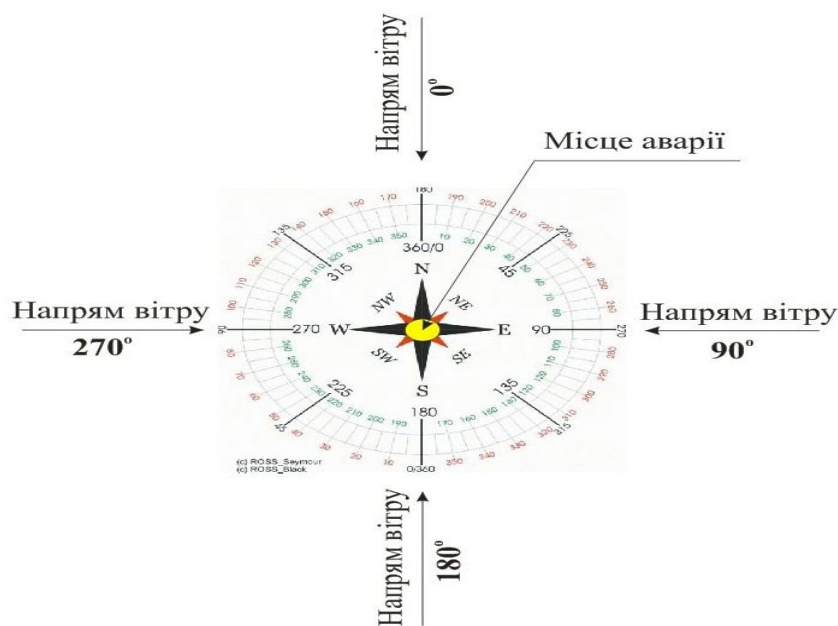


Рис. 5. Визначення напрямку вітру.

ПЗХЗ будується у вигляді еліпсу з великою піввіссю за напрямком вітру (див. рис. 6). Мала піввісь еліпсу дорівнює ширині зони забруднення Ш, будується перпендикулярно великій піввісі, від середини, по пів ширини в кожен бік. Через кінці піввісей будується еліпс, контур якого зображується пунктиром чорного кольору. ПЗХЗ потрібно заштрихувати. ЗМХЗ фарбується жовтим кольором. Після нанесення всіх зон (в масштабі) на карту (схему), визначаються межі осередків ураження.

Приклад нанесення зон хімічного забруднення на карту (схему) місцевості при аварійному прогнозуванні, швидкості вітру 2 м/с, напрямку вітру - 320°, приведений на рис. 6.

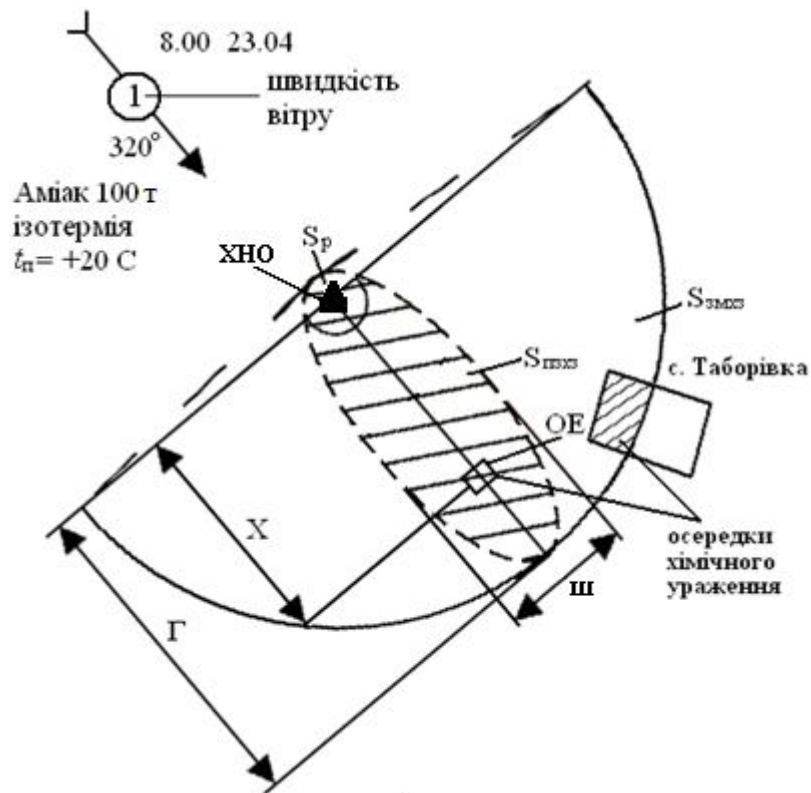


Рис. 6. Нанесення зон хімічного забруднення на карту (схему) при аварійному прогнозуванні.

9. Визначаємо час підходу хмари забрудненого повітря до ОЕ за формулою:

$$t = \frac{X}{w}, \quad t = \frac{14}{14} = 1 \text{ год}$$

де  $X$  – відстань від місця аварії до об'єкту, км.

10. Визначаємо тривалість вражаючої дії НХР,  $t_{вр}$ , год.

За табл. 4.8 додатка 4. тривалість вражаючої дії НХР при характері розливу "вільно"  $t_{вр} = 0,6$  год.

11. Визначаємо кількість людей, які проживають в ЗМХЗ за співвідношенням:

$$N_{ЗМХЗ} = \rho \cdot S_{ЗМХЗ}, = 1800 \times 7 \times 25 = 13050 \text{ чол.}$$

де  $\rho$  - середня щільність населення для цієї місцевості, чол/км<sup>2</sup>.

12. Визначаємо кількість людей, які можуть зазнати впливу НХР в ПЗХЗ за співвідношенням:

$$N_{ПЗХЗ} = \rho \cdot S_{ПЗХЗ}, = 1800 \times 2,87 = 5166 \text{ чол.}$$

**Висновок:** - оцінюючи можливі втрати робітників і службовців згідно вище наведених розрахунків визначили, що 13050 людей проживають в ЗМХЗ, з них 5166 чол можуть зазнати впливу НХР в ПЗХЗ та майже 40% можуть постраждати в ЗМХЗ при аварійному прогнозуванні;

- при оцінці можливих втрати робітників і службовців ОЕ від дії НХР в осередку хімічного ураження за таблицею 4.9 додатку 4. встановили, що можливі втрати робітників і службовців ОЕ від дії НХР у протигазах на відкритій місцевості складатимуть 1-2 чол., а в будівлях або в простіших сховищах – 50%.

Таблиця 1.1. Збільшення бальності для різних ґрунтів

Тип ґрунту	Збільшення $\Delta I_3$ ( $\Delta I_M$ )
Граніт	0
Вапняк	0,52
Щебень, гравій, галька	1,36
Напівскельний (гіпс)	0,92
Піщаний	1,6
Глинистий	1,61
Насипний, пухкий	2,6

Таблиця 1.2. Сейсмічна шкала (схематизована)

Бал	Тип (назва) землетрусу	Стисла характеристика
1	Непомітний	Відзначається тільки сейсмічними приладами.
2	Дуже слабкий	Відчувається окремими людьми в стані повного спокою.
3	Слабкий	Відчувається лише невеликою частиною населення.
4	Помірний	Розпізнається по легкому деренчанню та коливанню речей, посуду, шибок, скрипу дверей.
5	Досить сильний	Загальний струс будинків, коливання меблів. Тріщини в шибках і штукатурці. Пробудження сплячих.
6	Сильний	Відчувається всіма. Відколюються шматки штукатурки, легкі ушкодження будинків.
7	Дуже сильний	Тріщини в стінах кам'яних будинків. Антисейсмічні та дерев'яні будівлі залишаються цілими.
8	Руйнівний	Тріщини на крутих схилах, сирому ґрунті, пам'ятники зрушуються. Сильні ушкодження будинків.
9	Спустошливий	Сильне ушкодження кам'яних будинків, зсуви, обвали.
10	Нищівний	Руйнування кам'яних будівель великі тріщини в ґрунті, зсуви та обвали, скривлення залізничних рейок.
11	Катастрофа	Повне руйнування кам'яних будівель широкі тріщини в землі, численні зсуви та обвали.
12	Сильна катастрофа	Жодне спорудження не витримує. Зміна рельєфу місцевості.

**Таблиця 1.3. Класифікація будинків і споруд за сейсмостійкістю**

Тип будинків і споруд за сейсмостійкістю		Характеристики будинків	Сейсмостійкість $I_c$ , бали
А	А1	Безкаркасний будинок з місцевого матеріалу без фундаменту	4
	А2	Будинки з сирцевої цегли на фундаменті	4,5
Б	Б1	Будинки з дерев'яним каркасом з легкими перекриттями	5
	Б2	Будинок з паленої цегли або бетонних блоків	5,5
В	В1	Дерев'яні будинки, рубані в «лапу»	6
	В2	Залізобетонні каркасні та великопанельні будинки	6,6

**Таблиця 1.4. Імовірність отримання будинками ушкоджень різного ступеня,  $P_u$**

Бали* $B = I_R^* - I_c$	Ступінь ушкодження					
	0	1	2	3	4	5
$\leq 0$	0,9	0,1				
1	0,4	0,5	0,1			
2	0,1	0,3	0,5	0,1		
3		0,1	0,3	0,5	0,1	
4			0,1	0,3	0,5	0,1
5				0,1	0,3	0,6
$\geq 6$					0,1	0,9

\*Бали розраховуються як різниця між реальною інтенсивністю  $I_R^*$  та сейсмостійкістю  $I_c$ .

**Таблиця 1.5. Швидкість поширення повздовжніх і поверхневих хвиль**

Тип ґрунту	$V_{\text{повз}}$ , км/с	$V_{\text{пов}}$ , км/с
Граніт	6,9	5,6
Осадкові породи	6,1	5,5
Піщаний, вапняк	1,5...5,6	4
Напівскельні (гіпс, мергель, глинисті сланці)	1,4...3,6	1
Великоуламкові (галька, гравій, щебень)	1,1...2,1	1,5
Насипні ґрунти	0,2...0,5	0,35
Пісок	0,7...1,6	1,2
Глина, суглинок, супісок	0,5...1,5	1

Таблиця 1.6. Імовірність загальних ( $P_{\text{заг}}$ ) і незворотних ( $P_{\text{незв}}$ ) втрат людей

Втрати людей	Ступінь ушкодження будинків				
	1	2	3	4	5
$P_{\text{заг}}$	0,00	0,00	0,05	0,50	0,95
$P_{\text{незв}}$	0,00	0,00	0,01	0,17	0,65

## Додаток 2

Таблиця 2.1. Ступінь ураження незахищених людей ударною хвилею

$\Delta P_{\phi}$ , кПа	Ступінь ураження
>100	Смертельні (незворотні)
60-100	Важкі ураження (контузії)
40-60	Середні ураження (кровотечі, вивихи, струси мозку)
10-40	Легкі ураження (забиті місця, втрата слуху)
<10	Безпечна відстань

Таблиця 2.2. Ступені руйнувань об'єктів в залежності від величини надлишкового тиску  $\Delta P_{\phi}$  ударної хвилі, кПа

Найменування елементів об'єкту	Ступінь руйнування		
	сильне	середнє	слабке
Будинок з металевим каркасом	50-30	30-20	20-10
Цегляні будинки	30-20	20-12	12-8
Дерев'яні будинки	30-20	20-10	10
Цистерни з/д	90-60	60-40	40-20
Вантажна машина	>50	50-40	40-20
ЛЕП	120-80	70-50	40-20
Трубопроводи наземні	>130	130-50	50-20
- на естакаді	50-40	40-30	30-20
Резервуари ГЗМ наземні	100-50	50-30	30-10
- підземні	200-100	100-50	50-30
ТЕС	25-20	20-15	15-10
Водонапірна башта	60-40	40-20	20-10

*Примітка:* При цьому слід враховувати ступені руйнувань:

**повне руйнування** – руйнування й обвали всіх елементів будинків, включаючи підвальні приміщення, ураження людей, що знаходяться в них. Збиток складає більше 70 % (більше 70 % від балансової вартості будівель, споруд, комунікацій), подальше їхнє використання неможливе. Відновлення можливе тільки шляхом нового будівництва;

**сильне руйнування** – руйнування частини стін і перекриттів верхніх поверхів, утворення тріщин у стінах, деформація перекриттів нижніх поверхів, ураження великої кількості людей, що знаходяться в них. Збиток складає 50 % від вартості основних виробничих фондів (балансової вартості будівель, споруд, комунікацій); можливе обмежене

використання потужностей, що збереглися. Відновлення можливе через проведення капітального ремонту;

**середнє руйнування** – руйнування другорядних елементів, утворення тріщин у стінах. Перекриття, як правило, не завалені, підвальні приміщення збереглися, ураження людей уламками конструкцій. Збиток – 40 % від вартості основних виробничих фондів (балансової вартості будівель, споруд, комунікацій). Промислове устаткування, техніка, транспортні засоби відновлюються в процесі середнього ремонту, а будівлі і споруди – після капітального ремонту;

**слабке руйнування** – руйнування віконних і дверних прорізів та перегородок. Можливе враження людей уламками конструкцій. Підвали і нижні поверхи цілком зберігаються і придатні для тимчасового використання після поточного ремонту. Збиток складає до 10 % вартості основних продуктивних фондів (балансової вартості будівель і споруд). Відновлення можливе через середній чи поточний ремонт.

**Таблиця 2.3. Характеристики деяких ГПС і ППС**

Речовина	Формула	Молярна маса, г/моль	Теплота пожежі $Q_0$ кДж/м <sup>2</sup> ·с
Ацетон	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	42	1200
Ацетилен	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	26	-
Бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78	2500
Бензин (октан)	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	114	1780...2200
Метан	CH <sub>4</sub>	16	2600
Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	2800
Метиловий спирт	CH <sub>3</sub> OH	32	1780...2200
Етиловий спирт	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46	8200...10000
Мазут	-	-	1300
Деревина	-	-	260
Пиломатеріали	-	-	150

**Таблиця 2.4. Граничні значення інтенсивності теплового випромінювання для людини**

Граничне значення $I$ , кДж/м <sup>2</sup> ·с	Час	
	до початку больових відчуттів, с	до появи опіків (почервоніння, пухирів), с
30	1	2
22	2	3
18	2,5	4,3
11	5	8,5
10,5	6	10
8	8	13,5

5	16	25
4,2	15...20	40
2,5	40	45
1,5	Тривалий період (1...2 години)	
1,25	Безпечний І*	

**Таблиця 2.5. Граничні значення теплового імпульсу, що не приводять до займання або стійкого горіння різноманітних матеріалів**

Найменування матеріалів	Тепловий імпульс, кДж/м <sup>2</sup>	
	Займання, обвуглювання	Стійке горіння
Папір газетний	-	130-170
Папір, білий	340-420	630-750
Сухе сіно, солома, стружка	340-500	710-840
Хвоя, опале листя	420-590	750-1100
Бавовняно-паперова тканина:		
темна	250-420	590-670
кольору хакі	340-590	670-1000
світла	500-750	840-1500
Резина автомобільна	250-420	630-840
Брезент наметочний	420-500	630-840
Брезент білого кольору	1700	2500
Дерматин	200-340	420-690
Дошки соснові (сухі, не пофарбовані)	500-670	1700-2100
Дошки пофарбовані в білий колір	1700-1900	4200-6300
Дошки темного кольору	250-420	840-1200
Кривля м'яка (толь, руберойд)	590-840	1000-1700
Черепиця червона (оплавлення)	840-1700	-

**Примітка:** зовнішня межа осередку виникнення пожеж за величиною теплового імпульсу складає 100...200 кДж/м<sup>2</sup>.

**Таблиця 2.6. Швидкість перенесення переднього фронту забруднення в залежності від швидкості вітру та СВСП, км/год**

СВСП	Швидкість вітру, м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інверсія	5	10	16	21	-	-				
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекція	7	14	21	28	-	-	-			



Таблиця 2.7. Значення токсодоз в зоні задимлення

НХР	Токсична доза, мгхв/л	
	Смертельна $D_{см}$	Порогова $D_{пор}$
Аміак	60	18
Двуоксид хлору	0,6	0,06
Оксид вуглецю	60	25
Оксид азоту	3	1,5
Сірчаний ангідрид	70	1,8
Синільна кислота	2	0,2
Фосген	6	6,2
Фурфурол	22,5	1,5
Фенол	22,5	1,5
Формалін	22,5	1,5
Хлор	6,0	0,6

### Додаток 3

Таблиця 3.1. Коефіцієнт  $K_t = t^{-0,4}$  для перерахунку рівнів радіації на різний час після аварії (руйнування) АЕС

$t$ , год	$K_t$	$t$ , год	$K_t$	$t$ , год	$K_t$	$t$ , год	$K_t$
0,5	1,32	4,5	0,545	8,5	0,427	12,5	0,364
1,0	1,0	5,0	0,525	9,0	0,415	13,0	0,358
1,5	0,85	5,5	0,508	9,5	0,408	13,5	0,352
2,0	0,76	6,0	0,49	10,0	0,4	14,0	0,347
2,5	0,7	6,5	0,474	10,5	0,39	14,5	0,342
3,0	0,645	7,0	0,459	11,0	0,385	15,0	0,338
3,5	0,61	7,5	0,447	11,5	0,377	15,5	0,333
4,0	0,574	8,0	0,435	12,0	0,37	16,0	0,329

Таблиця 3.2. Залежність тяжкості променевої хвороби від дози опромінення людини

Доза опромінення		Тяжкість захворювання
Зв	Бер	
1,5-2,0	150-200	легка форма
2,5-4,0	250-400	середня
4,0-6,0	400-600	тяжка
6,0-10	600-1000	надзвичайно тяжка

Таблиця 3.3. Радіаційні втрати при різних дозах випромінювання

Сумарна доза випромінювання, рад	100	125	150	175	200	225	250	275	300
Вихід із ладу, %	-	5	15	30	50	70	85	90	100

**Таблиця 3.4. Допустима тривалість перебування людей на радіоактивно забрудненій місцевості при аварії (руйнуванні) АЕС, (год, хв.)**

$\alpha = \frac{P_1}{D_{\text{зад}} \cdot K_{\text{осл}}}$	Час, що пройшов від моменту аварії до початку опромінення, год							
	1	2	3	4	5	8	12	24
0,2	7,30	8,35	10,00	11,30	12,30	14,00	16,00	21,00
0,3	4,50	5,35	6,30	7,10	8,00	9,00	10,30	13,30
0,4	3,30	4,00	4,35	5,10	5,50	6,30	1,30	10,00
0,5	2,45	3,05	3,35	4,05	4,30	5,00	6,00	1,50
0,6	2,15	2,35	3,00	3,20	3,45	4,10	4,50	6,25
0,7	1,50	2,10	2,30	2,40	3,10	3,30	4,00	5,25
0,8	1,35	1,50	2,10	2,25	2,45	3,00	3,30	4,50
0,9	1,25	1,35	1,55	2,05	2,25	2,40	3,05	4,00
1,0	1,15	1,30	1,40	1,55	2,10	2,20	2,45	3,40

**Таблиця 3.5. Радіаційне ураження людей (%) при опроміненні дозою вище 100 рад**

Доза, рад	Час початку опромінення	Тривалість опромінення	% і час настання врати працездатності					Смертність, %
			Години		Доба			
			6	12	1	15	30	
125	до 4 діб	4 доби	-	-	-	-	5	Од. випадки
150	до 4 діб	4 доби	-	-	-	-	15	
200	до 4 діб	30 хв	5	5	5	5	50	
		1 год	5	5	5	5	50	
		6 год	-	5	5	5	50	
		12 год	-	2	5	5	50	
250	4 доби	1 доба	-	-	4	5	50	
		4 доби	-	-	2	5	50	
		30 хв	10	10	10	10	85	
		1 год	10	10	10	10	85	
		6 год	1	10	10	10	85	
		12 год	-	3	10	10	85	
		1 доба	-	-	5	10	85	

**Таблиця 3.6. Тимчасові режими захисту населення у разі ускладнення становища на АЕС**

№ режиму	Потужність експозиційної дози, мР/год	Режимні заходи із захисту населення
1	0,1-0,3	Укриття дітей, герметизація приміщень, укриття та упаковка продуктів харчування. Обмежене перебування на відкритому повітрі дорослих. Встановлення санітарних бар'єрів на входах у квартири
2	0,3-1,5	Заходи першого режиму, йодна профілактика дітей, обмежене перебування на вулицях всього населення. Встановлення санітарних бар'єрів на входах у квартири
3	1,51-15	Заходи попередніх режимів, йодна профілактика всього населення, часткова евакуація (дітей та вагітних жінок)

4	15,1-100	Заходи 1, 2, 3 режимів. Евакуація всього населення, крім контингенту, задіяного в аварійно-рятувальних роботах
5	більше 100	Повна евакуація населення

#### Додаток 4

**Таблиця 4.1. Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря з вражаючими концентраціями НХР на відкритій місцевості, км (ємності не обваловані, швидкість вітру 1 м/с, температура повітря 0°C)**

Найменування НХР	Кількість ХНР в ємності, т							
	1	5	10	20	30	50	100	300
<b>Інверсія</b>								
Хлор	4,65	12,2	18,5	28,3	36,7	50,4	78,7	156
Аміак	<0,5	1,6	2,45	4,05	5,25	6,85	10,8	21
Соляна кислота	1,25	3,05	4,65	6,8	8,75	12,2	18,7	31,7
<b>Ізотермія</b>								
Хлор	1,75	5,05	7,35	11,6	14,8	20,2	30,9	62
Аміак		<0,5	1,25	1,55	1,95	2,75	4,45	8,35
Соляна кислота	<0,5	1,3	1,85	2,9	3,7	5	7,45	14,7
<b>Конвекція</b>								
Хлор	0,75	2,4	4,05	6,05	7,6	10,7	16,1	31,9
Аміак				<0,5	1,05	1,45	2,2	4,55
Соляна кислота		<0,5	0,95	1,5	1,9	2,6	4,0	7,7

*Примітки.* 1. При температурі повітря +20 °С глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря збільшується, а при -20 °С зменшується на 5 %, від наведених у таблиці для 0 °С. 2. При температурі +40 °С при ізотермії та конвекції глибина збільшується на 10 %. 3. Для НХР, що не увійшли до таблиці, для розрахунку береться глибина розповсюдження хмари хлору для заданих умов і множиться на коефіцієнт для певної НХР: фосген -1,14; оксиди азоту - 0,28; метиламін - 0,24; диметиламін -0,24; нітробензол - 0,01; оксид етилену - 0,06; водень фтористий - 0,3; водень ціаністий - 0,97.

**Таблиця 4.2. Допоміжні коефіцієнти для визначення тривалості випаровування НХР**

Найменування НХР	Густина НХР, $d$ , т/м <sup>3</sup>	Вражаюча токсодоза, мг хв/л	$k_2$ залежно від температури			
			-20°C	0 °C	20 °C	40°C
Аміак	0,681	15	1	1	1	1
Хлор	1,553	0,6	1	1	1	1

Соляна кислота	1,198	2	0,1	0,3	1	1,6
----------------	-------	---	-----	-----	---	-----

**Таблиця 4.3. Графік для визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за даними прогнозу погоди**

Швидкість вітру, м/с	Ніч			День		
	Ясно	Напівясно	Похмуро	Ясно	Напівясно	Похмуро
0,5	Інверсія			Конвекція		
0,6 – 2,0	Ізотермія			Ізотермія		
2,1 – 4,0						
Більше 4,0						

**Таблиця 4.4. Корегувальні коефіцієнти зменшення глибини розповсюдження хмари забрудненого повітря в залежності від швидкості вітру**

СВСП	Швидкість вітру, м/с					
	1	2	3	4	5	10
Інверсія	1	0,6	0,45	0,4	-	-
Ізотермія	1	0,65	0,55	0,5	0,45	0,35
Конвекція	1	0,7	0,6	0,55	-	-

**Таблиця 4.5. Коефіцієнти зменшення глибини розповсюдження хмари НХР при виливі "у піддон" в залежності від висоти обвалування**

Найменування НХР	Висота обвалування, м		
	H=1	H=2	H=3
Хлор	2,1	2,4	2,5
Аміак	2	2,25	2,35
Соляна кислота	4,6	7,4	10

*Примітка.* У разі проміжних значень висоти обвалування існуюче значення висоти обвалування округляється до ближчого. Якщо приміщення, де зберігаються НХР, герметично зачиняються та обладнані спеціальними вловлювачами, то відповідний коефіцієнт збільшується втричі.

**Таблиця 4.6. Коефіцієнти зменшення глибини розповсюдження хмари НХР на кожний 1 км довжини закритої місцевості,  $k_{зм}$**

СВСП	Міська забудова	Сільська забудова	Лісові масиви
Інверсія	3,5	3	1,8
Ізотермія	3	2,5	1,7
Конвекція	3	2	1,5

**Таблиця 4.7. Залежність коефіцієнту  $\phi$  від швидкості вітру**

$v$ , м/с	< 1	1	2	> 2
$\phi$ , град	360	180	90	45

**Таблиця 4.8. Тривалість випаровування (термін дії джерела забруднення)  $t_{ур}$ , год (швидкість вітру 1 м/с)**

Найменування НХР	Характер розливу											
	Ємності не обваловані розлив "вільний"				Ємності обваловані, розлив у "піддон"							
	$h=0,05$ м				$H=1$ м				$H=3$ м			
	Температура повітря, °С											
	-20	0	20	40	-20	0	20	40	-20	0	20	40
Соляна кислота	28,5	9,5	2,85	1,8	457	15	45	28,6	1598	533	160	99,8
Хлор	1,5				23,9				83,7			
Аміак	1,4				21,8				76,3			

*Примітка.* При швидкості вітру більше 1 м/с вводиться корегувальний коефіцієнт:

Швидкість вітру	1	2	3	5	10
Корегувальний коефіцієнт	0,75	0,6	0,5	0,43	0,25

**Таблиця 4.9. Можливі втрати населення, робітників та службовців, які опинилися у ЗМХЗ (ПЗХЗ) (%)**

Забезпеченість засобами захисту	На відкритій місцевості	В будівлях або в простіших сховищах
Без протигазів	90-100	50
У протигасах	1-2	до 1
У простіших засобах захисту	50	30-45

*Примітка:* Структура втрат може розподілятися за наступними даними: легкі отруєння – до 25%; середньої тяжкості – до 40%; зі смертельними наслідками – до 35%.

## **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ**

АТО – адміністративна територіальна одиниця

ГПС – газоповітряна суміш

ЗІЗ – засоби індивідуального захисту

ЗРЗ – зона радіоактивного забруднення

ЄСЦЗ – єдина державна система цивільного захисту

ЛЗР – легко займисті речовини

НС – надзвичайна ситуація

НХР – небезпечні хімічні речовини

ОЕ – об'єкт економіки

ППС – паливо-повітряна суміш

РГР – розрахунково-графічна робота

РЗ – радіоактивне забруднення

РНО – радіаційно-небезпечний об'єкт

РР – радіоактивні речовини

СВСП – ступінь вертикальної стійкості повітря

УХ – ударна хвиля

ХНО – хімічно-небезпечний об'єкт

## Список використаної літератури

1. Герасіменя О. А., Курепін В. М. Концепція захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій // Актуальні проблеми життєдіяльності людини в сучасному суспільстві : тези доповідей здобувачів вищої освіти інженерно-енергетичного факультету та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на інженерно-енергетичному факультеті, м. Миколаїв, 18-20 листопада 2020 р. Миколаїв : Миколаївський національний аграрний університет, 2020. С. 10-12. URL:<http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8122>.

2. Курепін В. М. Протипожежна та техногенна безпека при збиранні урожаю / В. М. Курепін, А. В. Демченко // Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Миколаїв, 4-6 грудня 2019р. – Миколаїв : МНАУ, 2019. – С. 90 – 92. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/6404>.

3. Курепін В.М. Підвищення рівня підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеню «Магістр» з дисципліни «Цивільний захист» / В.М. Курепін // Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України : матеріали II Всеукраїнської наукової конференції, м. Миколаїв, 18 – 19 вересня 2020 р. - м. Миколаїв : Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2020р., - С. 172-175. URL:<http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7946>.

4. Курепін В. М. Особливості викладання вибухонебезпеки в сучасних умовах / В. М. Курепін // Розвиток українського села – основа аграрної реформи в Україні : тези доповідей Причорноморської регіональної науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу, 17-19 квітня 2020 р., м. Миколаїв. – Миколаїв : МНАУ, 2020. – С. 77-81. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7010>.

5. Михайлюк, В.О. Цивільна безпека [Текст] : навчальний посібник / Михайлюк В.О., Халмуратов Б. Д. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 158 с.

6. Охорона праці в галузі та цивільний захист [Електронний ресурс] : навчальний посібник / В. М. Курепін, К. М. Горбунова, В. М. Курепін [та ін.]. Миколаїв : МНАУ, 2020. 266 с.  
URL:<http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8596>.

7. Оформлення текстового документа до видання : методичні рекомендації / уклад. : О. Г. Пустова, О. О. Цокало, Д. В. Ткаченко ; за ред. О. Г. Пустова, О. М. Кушнарьова. - 5-те вид., перероб. і доповн. - Миколаїв : МНАУ, 2019. - 80 с.

8. Цивільний захист [Електронний ресурс] : курс лекцій / уклад. В. М. Курепін. Миколаїв : МНАУ, 2021. 92 с.  
URL:<http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8595>.

9. Цивільний захист [Електронний ресурс] : метод. реком. щодо виконання завдань дистанційного навчання під час карантину для студентів денної форми навчання МНАУ з дисципліни "Цивільний захист" освітнього ступеню:"Магістр" / уклад. В. М. Курепін. - Електрон. текст. дані. - Миколаїв : МНАУ, 2020. - 44 с. URL:<http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7100>.



Навчальне видання

## **ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ**

**Визначення впливу вражаючих факторів НС**

**Методичні рекомендації**

Укладач: **Курепін** Вячеслав Миколайович

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 13,14.

Тираж 100 прим. Зам. № \_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе,9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.