

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

ДО проведення практичних занять, виконання курсової роботи

та самостійної роботи

з дисципліни

**«ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНІ ВИРОБНИЧІ**  
**ТЕХНОЛОГІЇ**  
**ТА ЇХ ІДЕНТИФІКАЦІЯ»**

*(для студентів денної та заочної форм навчання  
за спеціальністю 263 – Цивільна безпека  
освітньої програми «Охорона праці»)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2018**

Методичні рекомендації до проведення практичних занять, виконання курсової роботи та самостійної роботи з дисципліни «Потенційно небезпечні виробничі технології та їх ідентифікація» (для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 263 – Цивільна безпека освітньої програми «Охорона праці») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. Г. В. Фесенко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 49 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. Г. В. Фесенко

#### **Рецензенти:**

**І. А. Черепньов**, кандидат технічних наук, доцент, доцент Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка;

**В. Е. Абракітов**, кандидат технічних наук, доцент, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності,  
протокол № 1 від 29.08.2016.*

## ЗМІСТ

1 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ.....	4
Практичне заняття 1 Розрахунок відносного енергетичного потенціалу компресорних установок з поршневіми компресорами, що працюють на вибухонебезпечних і шкідливих газах.....	4
Практичне заняття 2 Оцінка обстановки під час детонаційних вибухів газопароповітряних сумішей на потенційно небезпечних об'єктах.....	11
Практичне заняття 3 Оцінка обстановки у разі вибухів твердих вибухових речовин на потенційно небезпечних об'єктах.....	21
2. КУРСОВА РОБОТА.....	30
3. САМОСТІЙНА РОБОТА.....	42
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	49

# 1 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

## **Практичне заняття 1 Розрахунок відносного енергетичного потенціалу компресорних установок з поршневими компресорами, що працюють на вибухонебезпечних і шкідливих газах**

*Мета: оволодіти навичками розрахунку відносного енергетичного потенціалу компресорних установок з поршневими компресорами, що працюють на вибухонебезпечних і шкідливих газах.*

### **Зміст заняття**

#### **1.1 Загальні відомості**

Проектною організацією для кожного технологічного блоку здійснюється оцінювання енергетичного рівня і визначається категорія його вибухонебезпеки, надаються висновки про ефективність і надійність заходів і технічних засобів захисту, про відповідність вимогам стандартів, визначається здатності забезпечувати вибухобезпеку такого блоку і в цілому всієї технологічної системи.

Категорію вибухонебезпеки блоків варто приймати на одну вище, якщо речовини (сировина, напівпродукт, готовий продукт), що обертаються в технологічному блоці, належать до I або II класу небезпеки за ГОСТ 12.1.007-76.

Максимально допустимі рівні вибухонебезпеки технологічних блоків за відносними значеннями енергетичних потенціалів і масами парогазових середовищ, а також при необхідності – за величиною часткових коефіцієнтів небезпеки, визначаються головними фахівцями (технологами, механіками, електриками та ін.) відповідних підрозділів організації, що розробляє проект (для об'єктів, що проектуються або реконструюються) або підрозділів підприємств (для діючих виробництв).

*Компресорна установка* – власне компресор, головний і допоміжні приводи, устаткування, апаратура, трубопроводи, система контролю та автоматики, що забезпечують стійку роботу компресорної установки із заданими параметрами

Розрахунок відносного енергетичного потенціалу компресорної установки виконується за методикою, наведеною в НПАОП 0.00-1.41-88 «Загальні правила вибухобезпеки для вибухопожежонебезпечних хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв».

За наявності в машинному залі декількох компресорів розрахунок здійснюється з урахуванням наявності аварії в трубопроводі одного компресора.

Під час розрахунку енергетичного потенціалу варто розглядати випадок, коли кількість газу, що витікає з дефектного трубопроводу, є найбільшою (наприклад, розрив нагнітального трубопроводу та ін.).

Потрапляння газів з сусідніх технологічних блоків (цехів), до яких здійснюється подача газу компресорною установкою (колектор, система апаратів та ін.) під час аварії в нагнітальному трубопроводі компресора, не враховується, оскільки на трубопроводі встановлюється зворотний клапан.

## 1.2 Завдання

1. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом (табл. 1.5) у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Форма таблиці для запису вихідних даних

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Продуктивність компресора, $V_k, \text{м}^3 \cdot \text{хв}^{-1}$	
Абсолютний робочий тиск $P_{абс}, \text{МПа}$	
Нормальний тиск $P_0, \text{МПа}$	
Час закриття замочного органу $t, \text{хв}$	
Діаметр трубопроводу $d, \text{м}$	
Довжина ділянки від апарату або компресора до замочного органу $e, \text{м}$	
Об'єм апаратів між компресором і замочним органом, $V_a, \text{м}^3$	
Вміст компоненту «водень» у газовій суміші $D(\text{H}_2), \%$	
Вміст компоненту «метан» у газовій суміші $D(\text{CH}_4), \%$	
Вміст компоненту «етилен» у газовій суміші $D(\text{C}_2\text{H}_4), \%$	
Вміст компоненту «етан» у газовій суміші $D(\text{C}_2\text{H}_6), \%$	
Вміст компоненту «пропилен» у газовій суміші $D(\text{C}_3\text{H}_6), \%$	
Вміст компоненту «пропан» у газовій суміші $D(\text{C}_3\text{H}_8), \%$	
Вміст компоненту «циклобутан» у газовій суміші $D(\text{C}_4\text{H}_8), \%$	
Вміст компоненту «бутан» у газовій суміші $D(\text{C}_4\text{H}_{10}), \%$	
Вміст компоненту «пентан» у газовій суміші $D(\text{C}_5\text{H}_{12}), \%$	
Доля приведеної маси газів, що бере участь у вибуху $Z$	
Температура газової суміші $T, \text{К}$	
Показник адіабати газової суміші $k$	
Щільність газової суміші $g, \text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$	
Універсальна газова константа $R, \text{кДж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$	

2. Розрахувати загальний та енергетичний потенціали вибухонебезпеки компресорної установки.

3. Визначити категорію вибухонебезпеки компресорної установки.

4. Визначити радіус зони руйнування кожного класу.

### 1.3 Порядок виконання завдання

1. Визначають об'єм газової суміші, що виділилася в результаті розриву технологічного трубопроводу:

$$V_z = V_k \cdot t + \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot e + V_a, \text{ м}^3. \quad (1.1)$$

2. Визначають енергію адиабатичного розширення газової суміші:

$$A = \frac{1}{k-1} \cdot [1 - (P_0 / P_{abc})^{(k-1)/k}] \cdot P_{abc} \cdot V_z, \text{ кДж}. \quad (1.2)$$

3. Визначають масу газової суміші, наявної безпосередньо в блоці:

$$G = \frac{P_{abc} \cdot V_z \cdot 293 \cdot g}{0,1 \cdot T}, \text{ кг}. \quad (1.3)$$

4. Визначають питому теплоту згоряння газової суміші:

$$q = [25,70 \cdot D(H_2) + 85,55 \cdot D(CH_4) + 141,07 \cdot D(C_2H_4) + \\ + 152,26 \cdot D(C_2H_6) + 205,41 \cdot D(C_3H_6) + 217,95 \cdot D(C_3H_8) + 271,11 \cdot D(C_4H_8) + \\ + 283,38 \cdot D(C_4H_{10}) + 348,9 \cdot D(C_5H_{12})] \cdot 4,1868 / \text{ г}, \text{ кДж} \cdot \text{ кг}^{-1}, \quad (1.4)$$

5. Визначають загальний енергетичний потенціал вибухонебезпеки:

$$E = A + G \cdot q, \text{ кДж} \quad (1.5)$$

6. Визначають відносний енергетичний потенціал вибухонебезпеки:

$$Q_e = \frac{1}{16,534} \cdot E^{1/3}. \quad (1.6)$$

7. Визначають загальну масу вибухонебезпечної хмари горючої газової суміші, приведену до єдиної питомої енергії згоряння:

$$M = E/46000, \text{ кг}. \quad (1.7)$$

8. За таблицею 1.3 визначають категорію вибухонебезпеки:

9. Визначають тротиловий еквівалент вибуху газової суміші:

$$W_T = 9,833 \cdot 10^{-5} \cdot q \cdot Z \cdot M, \text{ кг.} \quad (1.8)$$

10. Визначають радіус зони руйнування кожного з п'яти існуючих класів, беручи для розрахунків параметр  $b_i$  з таблиці 1.4, центром якої є найбільш імовірне місце розгерметизації системи або даний блок.

$$R_i = \begin{cases} b_i \cdot \frac{W_T^{1/3}}{\left[1 + (3180 / W_T)^2\right]^{1/6}}, \text{ м, якщо } M \leq 5000 \text{ т;} \\ b_i \cdot W_T^{1/3}, \text{ м, якщо } M > 5000 \text{ т.} \end{cases} \quad (1.9)$$

#### 1.4 Приклад виконання завдання

Для компресорної установки необхідно визначити:

– загальний та енергетичний потенціали вибухонебезпеки компресорної установки;

– категорію вибухонебезпеки компресорної установки»

– радіус зони руйнування 5 класу;

Вихідні дані задані таблицею 1.2.

Таблиця 1.2 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Продуктивність компресора, $V_K, \text{ м}^3 \cdot \text{хв}^{-1}$	10,8
Абсолютний робочий тиск $P_{абс}, \text{ МПа}$	2,6
Нормальний тиск $P_0, \text{ МПа}$	0,1
Час закриття замочного органу $t, \text{ хв}$	5
Діаметр трубопроводу $d, \text{ м}$	0,15
Довжина ділянки від апарату або компресора до замочного органу $e, \text{ м}$	15
Об'єм апаратів між компресором і замочним органом, $V_a, \text{ м}^3$	0,5
Вміст компоненту «водень» у газовій суміші $D(H_2), \%$	51,5
Вміст компоненту «метан» у газовій суміші $D(CH_4), \%$	10
Вміст компоненту «етилен» у газовій суміші $D(C_2H_4), \%$	0
Вміст компоненту «етан» у газовій суміші $D(C_2H_6), \%$	13,5
Вміст компоненту «пропилен» у газовій суміші $D(C_3H_6), \%$	0
Вміст компоненту «пропан» у газовій суміші $D(C_3H_8), \%$	13
Вміст компоненту «циклобутан» у газовій суміші $D(C_4H_8), \%$	0
Вміст компоненту «бутан» у газовій суміші $D(C_4H_{10}), \%$	12

Вміст компонента «пентан» у газовій суміші $D(C_5H_{12})$ , %	0
Доля приведеної маси газів, що бере участь у вибуху $Z$	0,5
Температура газової суміші $T$ , К	373
Показник адіабати газової суміші $k$	1,18
Щільність газової суміші $g$ , $кг \cdot м^{-3}$	0,86
Універсальна газова константа $R$ , $кДж \cdot кг^{-1} \cdot К^{-1}$	8,31

## Розрахунок

1. Визначаємо об'єм газової суміші, що виділилася в результаті розриву технологічного трубопроводу:

$$V_2 = V_k \cdot t + \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot e + V_a = 10,8 \cdot 5 + \frac{\pi \cdot 0,15^2}{4} \cdot 15 + 0,5 = 54,8 \text{ м}^3.$$

2. Визначаємо енергію адіабатичного розширення газової суміші:

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{k-1} \cdot [1 - (P_0 / P_{абс})^{(k-1)/k}] \cdot P_{абс} \cdot V_2 = \\ &= \frac{1}{1,18-1} \cdot [1 - (0 / 1 / 2,6)^{(1,18-1)/1,18}] \cdot 2,6 \cdot 54,8 = 310 \text{ кДж}. \end{aligned}$$

3. Визначаємо масу газової суміші, наявної безпосередньо в блоці:

$$G = \frac{P_{абс} \cdot V_2 \cdot 293 \cdot g}{0,1 \cdot T} = \frac{2,6 \cdot 54,8 \cdot 293 \cdot 0,86}{0,1 \cdot 373} = 962,5 \text{ кг}.$$

4. Визначаємо питому теплоту згорання газової суміші:

$$\begin{aligned} q &= [25,70 \cdot D(H_2) + 85,55 \cdot D(CH_4) + 141,07 \cdot D(C_2H_4) + \\ &+ 152,26 \cdot D(C_2H_6) + 205,41 \cdot D(C_3H_6) + 217,95 \cdot D(C_3H_8) + 271,11 \cdot D(C_4H_8) + \\ &+ 283,38 \cdot D(C_4H_{10}) + 348,9 \cdot D(C_5H_{12})] \cdot 4,1868 / g = \\ &= [25,70 \cdot 51,5 + 85,55 \cdot 10 + 141,07 \cdot 0 + 152,26 \cdot 13,5 + 205,41 \cdot 0 + 217,95 \cdot 13 + \\ &+ 271,11 \cdot 0 + 283,38 \cdot 12 + 348,9 \cdot 0] \cdot 4,1868 / 0,86 = 50987 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}. \end{aligned}$$

5. Визначаємо загальний енергетичний потенціал вибухонебезпеки:

$$E = A + G \cdot q = 310 + 962,5 \cdot 50987 = 49075298 \text{ кДж}.$$

6. Визначаємо відносний енергетичний потенціал вибухонебезпеки:



$$Q_6 = \frac{I}{16,534} \cdot E^{1/3} = \frac{I}{16,534} \cdot 49075298^{1/3} = 22.$$

7. Визначаємо загальну масу вибухонебезпечної хмари горючої газової суміші, приведену до єдиної питомої енергії згорання:

$$M = E/46000 = 49075298/46000 = 1066,9 \text{ кг.}$$

8. За таблицею 1.3 визначаємо, що наша компресорна установка належить до III категорії вибухонебезпеки

9. Визначаємо тротиловий еквівалент вибуху газової суміші:

$$W_T = 9,833 \cdot 10^{-5} \cdot q \cdot Z \cdot M = 9,833 \cdot 10^{-5} \cdot 50987 \cdot 0,5 \cdot 1066,9 = 2674,5 \text{ кг.}$$

10. Визначаємо радіус зони руйнування п'ятого класу, беручи для розрахунків параметр  $b_5$  з таблиці 1.4:

$$R_5 = b_5 \cdot \frac{W_T^{1/3}}{\left[1 + (3180 / W_T)^2\right]^{1/6}} = 56 \cdot \frac{2674,5^{1/3}}{\left[1 + (3180 / 2674,5)^2\right]^{1/6}} = 669,4 \text{ м.}$$

### 1.5 Таблиці, необхідні для проведення розрахунків

Таблиця 1.3 – Категорії вибухонебезпеки компресорних установок

Категорія вибухонебезпеки	$Q_6$	$M$ , кг
I	> 37	> 5000
II	27-37	2000-5000
III	<27	<2000

Таблиця 1.4 – Класи зон руйнувань

Клас зони	$b_i$	$P_i$ , кПа	Можливі пошкодження
1	3,8	> 100	Сильне пошкодження всіх будівель
2	5,6	70	Середнє пошкодження будівель з масовим обрушенням
3	9,6	28	Середнє пошкодження промислових будівель
4	28	14	Легке пошкодження фабричних труб
5	56	< 2,0	Часткове руйнування застосування

## 1.6 Варіанти завдань

Під час проведення розрахунків однаковими для всіх варіантів є наступні параметри  $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$ ;  $T = 373 \text{ К}$ ;  $k = 1,18$ ;  $R = 8,31 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ ;  $Z = 0,5$ ;  $g = 0,86 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .

До складу газової суміші належать лише ті компоненти, які задані у таблиці 1.5, для решти їхній вміст складає 0 %.

Таблиця 1.5 – Варіанти завдань

Параметри	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_{\kappa}, \text{ м}^3 \cdot \text{хв}^{-1}$	10,8	10,7	10,6	10,5	10,4	10,8	10,7	10,6	10,5	10,4
$P_{\text{абс}}, \text{ МПа}$	2,6	2,5	2,55	2,65	2,6	2,5	2,55	2,65	2,55	2,65
$t, \text{ хв}$	5	2	1	5	2	1	5	2	1	5
$d, \text{ м}$	0,12	0,13	0,15	0,12	0,13	0,15	0,12	0,13	0,15	0,15
$e, \text{ м}$	12	13	14	15	16	17	14	15	16	17
$V_{\text{а}}, \text{ м}^3$	0,51	0,52	0,53	0,51	0,52	0,53	0,51	0,52	0,53	0,53
$D(\text{H}_2), \%$	51,5	49,5	49,5	49,5	49,5	50	50,5	49	49,5	51
$D(\text{CH}_4), \%$	10	11	13	11,5	11,5	12,5	11,5	11,5	12,5	11,5
$D(\text{C}_2\text{H}_6), \%$	13,5	12,5	11	11	13	13,5	13	13,5	12,5	12,5
$D(\text{C}_3\text{H}_8), \%$	13	14	13	14,5	14,5	12	14,5	14,5	14	13,5
$D(\text{C}_4\text{H}_{10}), \%$	12	13	13,5	13,5	11,5	12	10,5	11,5	11,5	11,5
Параметри	Варіанти									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$V_{\kappa}, \text{ м}^3 \cdot \text{хв}^{-1}$	10,7	10,6	10,5	10,4	10,8	10,7	10,6	10,5	10,6	10,7
$P_{\text{абс}}, \text{ МПа}$	2,5	2,6	2,65	2,55	2,6	2,5	2,65	2,65	2,55	2,5
$t, \text{ хв}$	2	5	1	5	2	1	2	2	5	5
$d, \text{ м}$	0,13	0,15	0,12	0,13	0,15	0,15	0,12	0,13	0,15	0,12
$e, \text{ м}$	12	12	13	13	14	14	15	16	17	16
$V_{\text{а}}, \text{ м}^3$	0,52	0,53	0,51	0,51	0,53	0,54	0,55	0,51	0,52	0,53
$D(\text{H}_2), \%$	49,5	51,5	49,5	49,5	50	49,5	49	50,5	51	49,5
$D(\text{CH}_4), \%$	11	10	11,5	13	12,5	11,5	11,5	11,5	11,5	12,5
$D(\text{C}_2\text{H}_6), \%$	12,5	13,5	11	11	13,5	13	13,5	13	12,5	12,5
$D(\text{C}_3\text{H}_8), \%$	14	13	14,5	13	12	14,5	14,5	14,5	13,5	14
$D(\text{C}_4\text{H}_{10}), \%$	13	12	13,5	13,5	12	11,5	11,5	10,5	11,5	11,5

## Практичне заняття 2 Оцінка обстановки під час детонаційних вибухів газопароповітряних сумішей на потенційно небезпечних об'єктах

*Мета: оволодіти навичками розрахунку небезпеки детонаційних вибухів газопароповітряних сумішей на потенційно небезпечних об'єктах.*

### Зміст заняття

#### 2.1 Загальні відомості

Однією з найбільш серйозних небезпек пожежовибухонебезпечних виробництв є газопарова хмара, яка утворюється під час миттєвого руйнування резервуарів для зберігання або випаровуванні розлитих рідин. Утворення газопарової хмари може призвести до появи трьох типів небезпек:

- вибуху газопароповітряної суміші;
- великої пожежі;
- токсичній дії.

Суміш вуглеводневих продуктів (метану, етилену, пропану, парів бензину, циклогексану та ін.) з киснем повітря називають газопароповітряною сумішшю (ГППС).

Така суміш може або вибухати або горіти. Займистість і вибух міцно пов'язані між собою і тому важко передбачити, що відбудеться під час займання ГППС – вибух або пожежа, оскільки це залежить від певної концентрації вуглеводнів в об'ємі повітря. Зазначена властивість ГППС визначається концентраційними межами займання такої речовини і характеризується кількістю газу в 1 м<sup>3</sup> повітря, за якої можливе займання газоповітряної суміші. Так, наприклад, спалах суміші пропану з повітрям відбувається за наявності в 1 м<sup>3</sup> повітря не менше 95 л газу, а вибух можливий у разі значно менших концентрацій: у 1 м<sup>3</sup> повітря є не більше 21 л пропану.

Під час аварійних вибухів ГППС розміри зон руйнувань і параметри надмірного тиску повітряної ударної хвилі залежать від кількості вибухонебезпечної речовини і її фізико-хімічних властивостей.

Фізико-хімічні характеристики найбільш поширених газо- і пароповітряних сумішей, що утворюються під час аварій у хімічній і нафтохімічній промисловості, наведені у таблиці 2.5.

Під час вибуху газо- або пароповітряної суміші утворюється повітряна ударна хвиля (ПУХ).

Територію, що піддалася дії ударної хвилі, називають осередком вибуху. Його зовнішня межа проходить через точки на місцевості з надмірним тиском у фронті ПУХ  $\Delta P_{\phi} = 3 \text{ кПа}$ .

Характер дії ПУХ на людину, будівлі і споруди залежить від типу вибуху. Розрізняють два основні типи – детонаційний та дефлаграційний вибухи. Тому, під час прогнозування наслідків аварій на пожежовибухонебезпечних об'єктах, необхідно заздалегідь ідентифікувати найбільш вірогідний режим вибухового перетворення ГППС.

## 2.2 Оцінка небезпеки детонаційного вибуху ГППС

Детонаційний вибух характерний перш за все для твердих вибухових речовин (ВР) (тротилу, динаміту і т. д.) і ГППС газоподібних вуглеводнів в замкнутому або сильно «захаращеному» просторі (промзабудова з високою щільністю розміщення технологічного устаткування, чагарниковий ліс тощо). Під час детонації процес горіння розповсюджується речовиною з надзвуковою швидкістю і після закінчення детонації від межі хмари вибуху також з надзвуковою швидкістю починає рухатися ПУХ і формується осередок вибуху з характерними зонами руйнувань. В осередку вибуху у відкритій атмосфері можна виокремити дві зони: детонація (детонаційної хвилі) і розповсюдження (дії) ударної хвилі.

### 2.2.1 Завдання

1. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом (табл. 2.8) у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Форма таблиці для запису вихідних даних

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Речовина	
Кількість речовини, що розливається або витікає з розгерметизованої ємності (сховища) $Q_n$ , кг	
Коефіцієнт, що характеризує об'єм газів або парів речовини, що переходить в стехіометричну суміш $\delta$ (за даними різних джерел, він може змінюватися для зріджених під тиском газів від 0,4 до 0,6)	

2. Розрахувати радіуси зон  $r_i$  з надлишковим тиском у фронті ПУХ  $\Delta P_\phi = 100$  кПа,  $\Delta P_\phi = 50$  кПа,  $\Delta P_\phi = 10$  кПа,  $\Delta P_\phi = 3$  кПа (індекс  $i$  дорівнює значенню надмірного тиску  $\Delta P_\phi$ ).

3. Побудувати межі зон з надлишковим тиском у фронті ПУХ  $\Delta P_\phi = 100$  кПа,  $\Delta P_\phi = 50$  кПа,  $\Delta P_\phi = 10$  кПа,  $\Delta P_\phi = 3$  кПа (рис. 2.1).

### 2.2.2 Порядок виконання завдання

1. Визначають радіус зони детонації:

$$r_0 = 18,5 \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot Q_n}, \text{ м.} \quad (2.1)$$

2. За таблицею 2.5 визначають максимальний тиск у зоні детонації  $P_{max}$ .

3. Позначають  $r^*_i = r_i/r_0$  і за таблицею 2.6 визначають  $r^*_i$  для заданого значення  $\Delta P_\phi$  з урахуванням значення  $P_{max}$ . Якщо значення  $P_{max}$  відсутнє у таблиці 2.6, то параметр  $r^*_i$  визначають шляхом інтерполяції:

$$r^*_i = r^*_i(P_{max(m)}) + \frac{r^*_i(P_{max(b)}) - r^*_i(P_{max(m)})}{P_{max(b)} - P_{max(m)}} \cdot (P_{max} - P_{max(m)}), \quad (2.2)$$

де  $P_{max(b)}$  і  $P_{max(m)}$  – відповідно найближче більше та найближче менше до  $P_{max}$  значення, що є у таблиці 2.6;

$r^*_i(P_{max(b)})$  і  $r^*_i(P_{max(m)})$  значення  $r^*_i$ , що відповідають відповідно  $P_{max(b)}$  і  $P_{max(m)}$ .

4. Визначають радіус зони, що відповідає заданому значенню  $\Delta P_\phi$ :

$$r_i = r^*_i \cdot r_0, \text{ м} \quad (2.3)$$

5. Будують межі зон з надлишковим тиском у фронті ПУХ для детонаційного вибуху (рис. 2.1).

### 2.2.3 Приклад виконання завдання

Розрахувати радіус зони, що відповідає величині надлишкового тиску  $\Delta P_\phi = 100 \text{ кПа}$  для пропано-повітряної суміші у разі детонаційного вибуху для вихідних даних, наведених у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Речовина	пропан
Кількість речовини, що розливається або що витікає з розгерметизованої ємності (сховища) $Q_n, \text{ т}$	10
Коефіцієнт, що характеризує об'єм газів або парів речовини, що переходить в стехіометричну суміш $\delta$	0,41

#### Розрахунок

1. Розраховуємо радіус зони детонації:

$$r_0 = 18,5 \cdot \sqrt{\delta \cdot Q_n} = 18,5 \cdot \sqrt{0,41 \cdot 10} = 29,6 \text{ м.}$$

2. За таблицею 2.5 визначаємо максимальний тиск у зоні детонації  $P_{max} = 860 \text{ кПа}$ .

3. За таблицею 2.6 визначаємо шляхом інтерполяції значення  $r^*_{100}$ , яке відповідає  $\Delta P_\phi = 100 \text{ Па}$ :

$$r^*_{100} = r^*_{100}(P_{\max(M)}) + \frac{r^*_{100}(P_{\max(\delta)}) - r^*_{100}(P_{\max(M)})}{P_{\max(\delta)} - P_{\max(M)}} (P_{\max} - P_{\max(M)}) =$$

$$= 1,32 + \frac{1,8 - 1,32}{900 - 500} \cdot (860 - 500) = 1,752.$$

4. Визначаємо радіус зони, що відповідає  $\Delta P_\phi = 100 \text{ кПа}$ :

$$r_{100} = r^*_{100} \cdot r_0 = 1,752 \cdot 29,6 = 51,9 \text{ м.}$$

### 2.3 Оцінка небезпеки дефлаграційного вибуху ГППС

У хмарах ГППС, що сформувалися у «відкритому» або слабо «захарашеному» просторі, найбільш імовірним є режим дефлаграційного горіння вуглеводневих газів без ефекту детонації.

Під час дефлаграційних вибухів швидкість розповсюдження полум'я по речовині менше звукової і може змінюватися в широких межах. Характер зміни надмірного тиску під час такого вибуху інший, ніж під час детонації: його наростання відбувається повільніше і максимальний тиск менший, хоча тривалість дії більша. Таке навантаження ближче до статичного і може бути небезпечніше для будівельних конструкцій, ніж інтенсивніше, але короткочасне навантаження під час детонаційного вибуху.

#### 2.3.1 Завдання

1. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом (табл. 2.9) у вигляді таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Форма таблиці для запису вихідних даних

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Речовина	
Маса речовини, що бере участь у вибуху $G, \text{ т}$	
Швидкість розповсюдження полум'я $\omega, \text{ м/с}$	
Швидкість звуку в повітрі $a_0, \text{ м/с}$	340
Коефіцієнт, що залежить від виду і способу зберігання речовин $\chi$	

2. Визначити радіуси зон  $L_i$  з надлишковим тиском у фронті ПУХ  $\Delta P_\phi = 40 \text{ кПа}$ ,  $\Delta P_\phi = 10 \text{ кПа}$ ,  $\Delta P_\phi = 3 \text{ кПа}$  (індекс  $i$  дорівнює значенню надмірного тиску  $\Delta P_\phi$ ).

3. Побудувати межі зон з надлишковим тиском у фронті ПУХ  $\Delta P_{\phi} = 40$  кПа,  $\Delta P_{\phi} = 10$  кПа,  $\Delta P_{\phi} = 3$  кПа (рис. 2.2).

### 2.3.2 Порядок виконання завдання

1. Визначають відносну швидкість розповсюдження полум'я:

$$\alpha = \omega/a_0. \quad (2.4)$$

2. Визначають максимальний надлишковий тиск:

$$P_{max} = 212,73 \cdot \frac{\alpha^2}{1 + \alpha}, \text{ кПа}. \quad (2.5)$$

3. За таблицею 2.5 визначають нижню концентраційну межу займання суміші  $C_{НПВ}$ , %.

4. За таблицею 2.5 визначають питому концентрацію стехіометричної суміші  $C_{СТХ}$ , %.

5. Визначають ступінь розширення згорілих газів:

$$\sigma = 4 + 4 \frac{C_{НПВ}}{C_{СТХ}}. \quad (2.6)$$

6. За таблицею 2.5 визначають молекулярну масу речовини  $\mu$ .

7. Визначають радіус хмари згорілих газів під час дефлаграційного вибуху:

$$L_H = 101,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{\chi \cdot \sigma \cdot G}{\mu \cdot C_{НПВ}}}, \text{ м}. \quad (2.7)$$

8. За таблицею 2.7 залежно від значення параметра  $\alpha$  визначають коефіцієнти  $B$  і  $C$ .

Якщо необхідне значення  $\alpha$  відсутнє у таблиці, то коефіцієнти  $B$  і  $C$  розраховуються шляхом інтерполяції:

$$B = B(\alpha_{(м)}) + \frac{B(\alpha_{(б)}) - B(\alpha_{(м)})}{\alpha_{(б)} - \alpha_{(м)}} \cdot (\alpha - \alpha_{(м)}), \quad (2.8)$$

де  $\alpha_{(\bar{\alpha})}$  і  $\alpha_{(M)}$  – відповідно найближче більше та найближче менше до  $\alpha$  значення, що є у таблиці 2.7;

$B(\alpha_{(\bar{\alpha})})$  і  $B(\alpha_{(M)})$  значення  $B$ , що відповідають відповідно  $\alpha_{(\bar{\alpha})}$  і  $\alpha_{(M)}$ .

$$C = C(\alpha_{(M)}) + \frac{C(\alpha_{(\bar{\alpha})}) - C(\alpha_{(M)})}{\alpha_{(\bar{\alpha})} - \alpha_{(M)}} \cdot (\alpha - \alpha_{(M)}), \quad (2.9)$$

$C(\alpha_{(\bar{\alpha})})$  і  $C(\alpha_{(M)})$  значення  $C$ , що відповідають відповідно  $\alpha_{(\bar{\alpha})}$  і  $\alpha_{(M)}$ .

9. Визначають відстань від центру вибуху до точки з заданим надлишковим тиском  $\Delta P_{\phi}$  (радіус зони):

$$L_i = \left[ 1 + \left( \frac{P_{max}}{\Delta P_{\phi}} - 1 \right)^{\frac{1}{C}} \cdot B^{-\frac{1}{C}} \right] \cdot L_H, \text{ м}, \quad (2.10)$$

де індекс  $i$  дорівнює значенню надлишкового тиску  $\Delta P_{\phi}$ .

10. Будують межі зон з надлишковим тиском у фронті ПУХ під час дефлаграційного вибуху (рис. 2.2).

### 2.3.3 Приклад виконання завдання

Необхідно розрахувати радіус зони, що відповідає величині надмірного тиску  $\Delta P_{\phi} = 100 \text{ кПа}$  для пропано-повітряної суміші під час дефлаграційного вибуху для вихідних даних, наведених у таблиці 2.4:

Таблиця 2.4 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Речовина	пропан
Маса речовини, що бере участь у вибуху $G, \text{ т}$	2
Швидкість розповсюдження полум'я $\omega, \text{ м/с}$	240
Швидкість звуку в повітрі $a_0, \text{ м/с}$	340
Коефіцієнт, що залежить від виду і способу зберігання речовин $\chi$	0,42

#### Розрахунок

1. Визначаємо відносну швидкість розповсюдження полум'я:

$$\alpha = \omega/a_0 = 240/340 = 0,71 .$$



2. Визначаємо максимальний надлишковий тиск:

$$P_{max} = 212,73 \cdot \frac{\alpha^2}{1 + \alpha} = 212,73 \cdot \frac{0,71^2}{1 + 0,71} = 62,7 \text{ кПа.}$$

3. За таблицею 2.5 визначаємо нижню концентраційну межу займання суміші  $C_{НПВ} = 2,1 \%$ .

4. За таблицею 2.5 визначаємо питому концентрацію стехіометричної суміші  $C_{СТХ} = 4,03 \%$ .

5. Визначаємо ступень розширення згорілих газів:

$$\sigma = 4 + 4 \frac{C_{НПВ}}{C_{СТХ}} = 4 + 4 \frac{2,1}{4,03} = 6,08.$$

6. За таблицею 2.5 визначаємо молекулярну масу речовини  $\mu = 44 \text{ а.о.м.}$

7. Визначаємо радіус хмари згорілих газів під час дефлаграційного вибуху:

$$L_H = 101,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{\chi \cdot \sigma \cdot G}{\mu \cdot C_{НПВ}}} = 101,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,42 \cdot 6,08 \cdot 2}{44 \cdot 2,1}} = 38,8 \text{ м.}$$

8. За таблицею 2.7 шляхом інтерполяції визначаємо коефіцієнти  $B$  і  $C$ :

$$B = B(\alpha_{(м)}) + \frac{B(\alpha_{(б)}) - B(\alpha_{(м)})}{\alpha_{(б)} - \alpha_{(м)}} \cdot (\alpha - \alpha_{(м)}) =$$

$$= 0,595 + \frac{0,497 - 0,595}{0,8 - 0,7} \cdot (0,71 - 0,7) = 0,585.$$

$$C = C(\alpha_{(м)}) + \frac{C(\alpha_{(б)}) - C(\alpha_{(м)})}{\alpha_{(б)} - \alpha_{(м)}} \cdot (\alpha - \alpha_{(м)}) =$$

$$= 1,115 + \frac{1,002 - 1,115}{0,8 - 0,7} \cdot (0,71 - 0,7) = 1,104.$$

9. Визначаємо відстань від центру вибуху до точки з заданим надлишковим тиском  $\Delta P_\phi$  (радіус зони):

$$L_{100} = \left[ 1 + \left( \frac{P_{max}}{\Delta P_{\phi}} - 1 \right)^{\frac{1}{C}} \cdot B^{-\frac{1}{C}} \right] \cdot L_H = \left[ 1 + \left( \frac{62,7}{100} - 1 \right)^{\frac{1}{1,104}} \cdot 0,585^{-\frac{1}{1,104}} \right] \cdot 38,8 = 76,5 \text{ м.}$$

## 2.4 Таблиці та рисунки, необхідні для проведення розрахунків

Таблиця 2.5 – Фізико-хімічні характеристики найбільш поширених газо- і пароповітряних сумішей

Горючий компонент ГПС	Тип суміші	$\mu$ , а.о.и.	$\rho_{СТХ}$ , кг/м <sup>3</sup>	$C_{СТХ}$ , %	Об'ємні концентраційні межі займання суміші, %		$P_{max}$ , кПа
					$C_{НПВ}$	$C_{ВПВ}$	
Водень	ГПС	2	0,933	29,59	4	75	739
Метан	ГПС	16	1,232	9,45	5	15	720
Етан	ГПС	30	1,250	5,66	2,9	15	675
Пропан	ГПС	44	1,315	4,03	2,1	9,5	860
Бутан	ГПС	58	1,328	3,13	1,8	9,1	860
Гексан	ППС	86	1,340	2,16	1,2	7,5	865
Ацетилен	ГПС	26	1,278	7,75	2,5	81	1030
Етилен	ГПС	28	1,285	6,54	3,0	32	886
Пропилен	ГПС	42	1,314	4,46	2,2	10,3	648
Бензол	ППС	78	1,350	2,84	1,4	7,1	900
Толуол	ППС	92	1,350	2,23	1,3	6,7	634
Циклогексан	ППС	84	1,340	2,28	1,2	10,6	858
Ацетон	ППС	42	1,210	4,99	2,2	13,0	893
Аміак	ГПС	17	1,180	19,72	15	28	600
Окисел вуглецю	ГПС	28	1,280	29,59	12,5	74	730
Вінілхлорид	ГПС	62,5	1,40	7,75	-	-	820
Бензин (авіаційний)	ППС	93,6	1,35	2,1	1,2	7,5	-

Таблиця 2.6 – Параметр  $r^*_i$  в залежності від значення  $\Delta P_{\phi}$

$P_{max}$ , кПа	Параметр $r^*_i$ , м в залежності від значення $\Delta P_{\phi}$ , кПа			
	100	50	10	3
500	1,32	1,94	5,43	12
900	1,8	2,88	7,6	19,17
1000	1,94	3	8	20

Таблиця 2.7 – Коефіцієнти  $B$  і  $C$  для обчислення надмірного тиску у фронті ударної хвилі у разі дефлаграційного вибуху

$\alpha$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
$B$	0,588	0,567	0,687	0,546	0,467	0,595	0,497	0,362	0,476	0,432	0,257
$C$	1,146	1,146	1,0	1,048	1,14	1,115	1,002	1,061	1,149	1,09	1,004

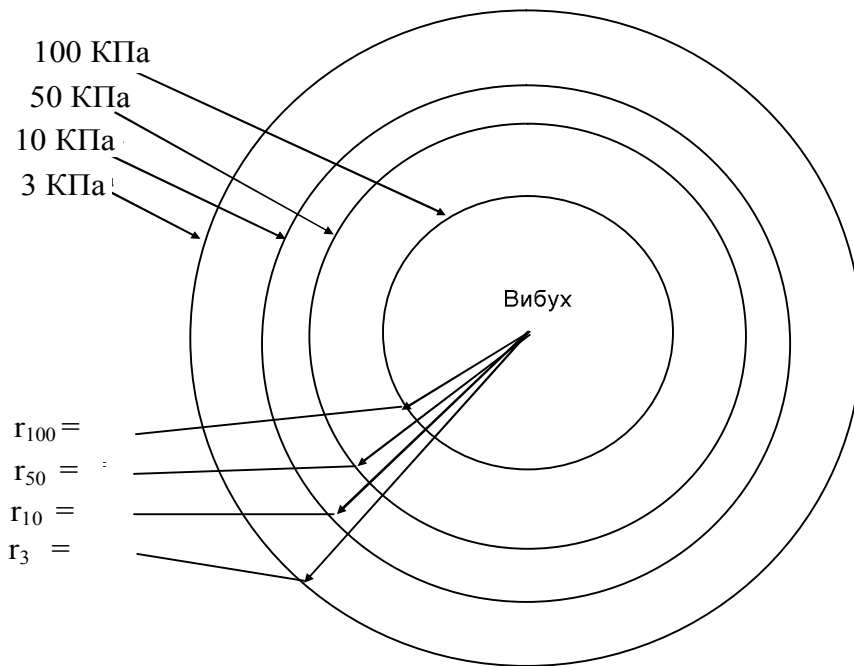


Рисунок 2.1 – Межі зон з надлишковим тиском у фронті ПУХ під час детонаційного вибуху ГППС

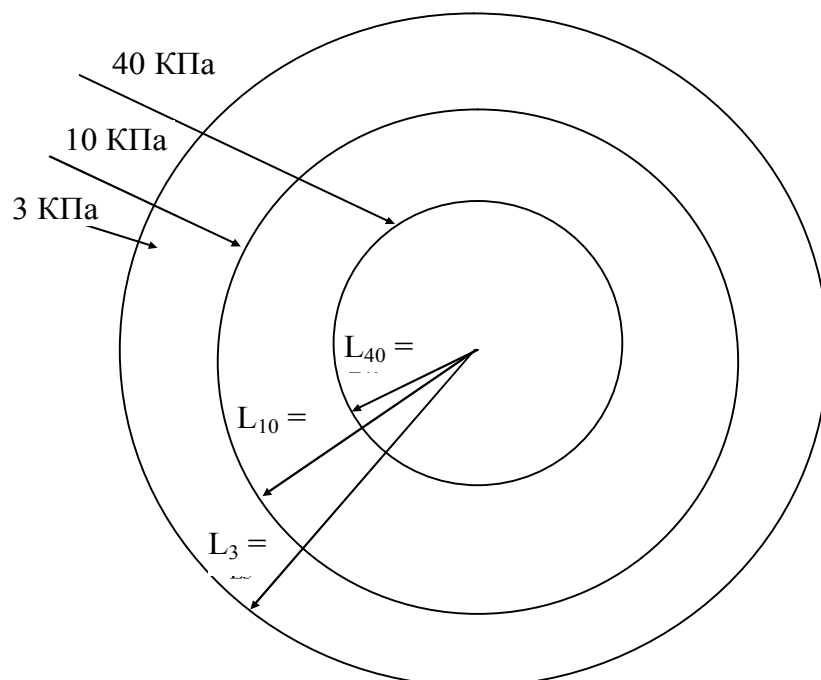


Рисунок 2.2 – Межі зон з надлишковим тиском у фронті ПУХ під час дефлаграційного вибуху ГППС

## 2.5 Варіанти завдань

Таблиця 2.8 – Варіанти завдань для оцінки небезпеки детонаційного вибуху ГПС

Варіант	Речовина	$\delta$	$Q_n, t$
1.	Метан	0,4	2,4
2.	Етан	0,51	1,51
3.	Бутан	0,44	2,44
4.	Пропан	0,42	1,42
5.	Гексан	0,58	3,58
6.	Етилен	0,43	2,43
7.	Бензол	0,54	1,54
8.	Ацетон	0,45	2,45
9.	Пропилен	0,47	2,47
10.	Водень	0,5	1,5
11.	Гексан	0,48	3,25
12.	Етилен	0,47	2,59
13.	Бензол	0,46	2,25
14.	Ацетон	0,41	2,66
15.	Пропилен	0,52	2,13
16.	Метан	0,51	2,65
17.	Етан	0,48	2,22
18.	Бутан	0,49	2,15
19.	Пропан	0,47	2,26
20.	Бензол	0,51	2,36

Таблиця 2.9 – Варіанти завдань для оцінки небезпеки дефлаграційного вибуху ГПС

Варіант	Речовина	$\omega, m/s$	$G, t$	$\chi$	$a_0, m/s$
1.	Метан	200	2,4	0,4	340
2.	Етан	250	1,51	0,45	340
3.	Бутан	220	2,44	0,5	340
4.	Пропан	240	1,42	0,55	340
5.	Етилен	180	2,43	0,42	340
6.	Бензол	205	1,54	0,52	340
7.	Ацетон	210	2,45	0,44	340
8.	Пропилен	246	2,47	0,54	340
9.	Водень	257	1,5	0,46	340
10.	Бутан	230	1,44	0,53	340
11.	Пропан	240	1,45	0,57	340
12.	Етилен	280	2,53	0,47	340
13.	Метан	225	2,49	0,42	340
14.	Етан	230	2,51	0,41	340
15.	Бутан	228	2,2	0,53	340
16.	Пропан	247	2,12	0,51	340
17.	Ацетон	215	1,45	0,44	340
18.	Пропилен	236	1,47	0,54	340
19.	Водень	217	1,8	0,46	340
20.	Бутан	224	1,8	0,53	340

## Практичне заняття 3 Оцінка обстановки у разі вибухів твердих вибухових речовин на потенційно небезпечних об'єктах

Мета: оволодіти навичками розрахунку небезпеки вибухів твердих вибухових речовин (ТВР) на потенційно небезпечних об'єктах.

### Зміст заняття

#### 3.1 Загальні положення

У осередку вибуху по дії повітряної ударної хвилі прийнято виділяти чотири кругові зони руйнувань (рис. 3.1):

- зону повних руйнувань радіусом  $L_{100}$ , м і надлишковим тиском у фронті ударної хвилі  $\Delta P_{\phi} = 100$  кПа;
- зону сильних руйнувань радіусом  $L_{70}$ , м і надлишковим тиском у фронті ударної хвилі  $\Delta P_{\phi} = 70$  кПа;
- зону середніх руйнувань радіусом  $L_{30}$ , м і надлишковим тиском у фронті ударної хвилі  $\Delta P_{\phi} = 30$  кПа;
- зону слабких руйнувань радіусом  $L_{15}$ , м і надлишковим тиском у фронті ударної хвилі  $\Delta P_{\phi} = 15$  кПа.

Крім того для захисту людей, будівель, споруд від ураження або руйнуючої дії ПУХ встановлюється безпечна відстань  $L_{ПУХ}$  (рис. 3.1).

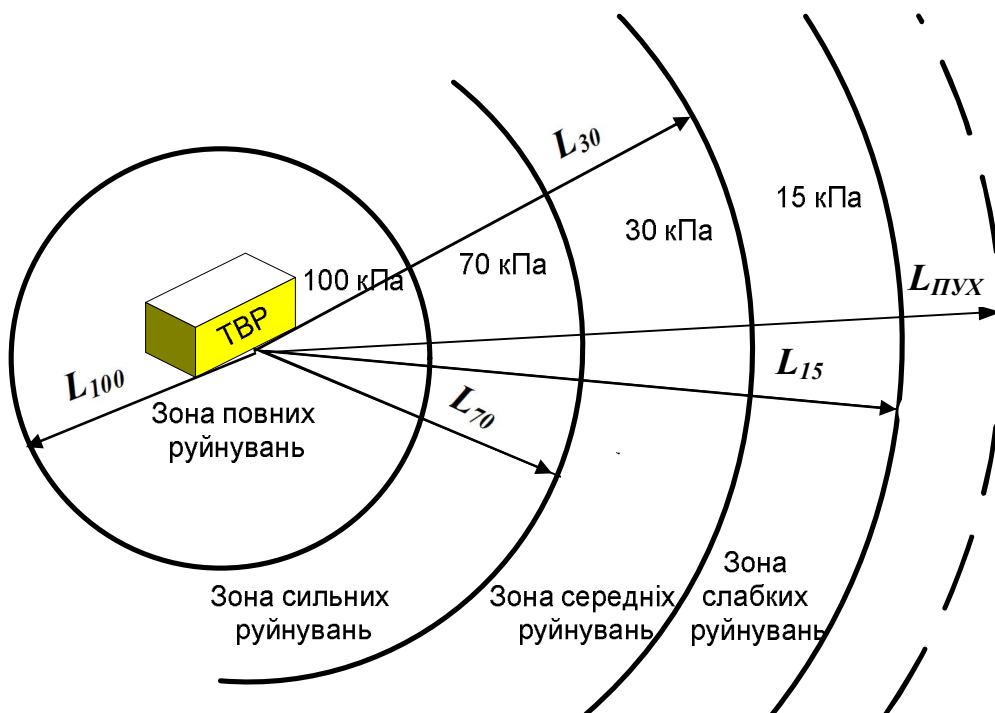


Рисунок 3.1 – Осередок вибуху ТВР

### 3.2 Завдання

1. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом (таблиця 3.7) у вигляді таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Форма таблиці для запису вихідних даних

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Назва ТВР		
Кількість ВР $G$ , кг		
Теплота вибуху ВР $S_{ТВР}$ , кДж·кг <sup>-1</sup> (п. 3.5, таблиця 3.3)		
Наявність обвалування		
Кількість людей у зоні слабких руйнувань	незахищених $N_{н\ слаб}$ , чол	
	у сховищах $N_{сх\ слаб}$ , чол	
	у будівлях $N_{б\ слаб}$ , чол	
Кількість людей у зоні середніх руйнувань	незахищених $N_{н\ сер}$ , чол	
	у сховищах $N_{сх\ сер}$ , чол	
	у будівлях $N_{б\ сер}$ , чол	
Кількість людей у зоні сильних руйнувань	незахищених $N_{н\ силь}$ , чол	
	у сховищах $N_{сх\ силь}$ , чол	
	у будівлях $N_{б\ силь}$ , чол	
Кількість людей у зоні повних руйнувань	незахищених $N_{н\ пов}$ , чол	
	у сховищах $N_{сх\ пов}$ , чол	
	у будівлях $N_{б\ пов}$ , чол	

2. Розрахувати радіуси зон  $L_i$  з надлишковим тиском у фронті ПУХ  $\Delta P_\phi = 100$  кПа,  $\Delta P_\phi = 70$  кПа,  $\Delta P_\phi = 30$  кПа,  $\Delta P_\phi = 15$  кПа (індекс  $i$  дорівнює значенню надмірного тиску  $\Delta P_\phi$ ).

3. Визначити безпечну відстань для захисту людей, будівель, споруд від ураження або руйнуючої дії ПУХ для третього ступеня пошкоджень.

4. Побудувати межі зон з надлишковим тиском у фронті ПУХ  $\Delta P_\phi = 100$  кПа,  $\Delta P_\phi = 70$  кПа,  $\Delta P_\phi = 30$  кПа,  $\Delta P_\phi = 15$  кПа (рис. 3.1) та показати безпечну відстань від місця зберігання ТВР для третього ступеня пошкоджень

5. Визначити очікувані втрати в осередку вибуху.

### 3.3 Порядок виконання завдання

1. Визначають коефіцієнт еквівалентності заданої вибухової речовини тринітротолуолу (результати розрахунків за цим пунктом округляють до сотих):

$$K_e = \frac{C_{ТВР}}{C_{ТНТ}} = \frac{C_{ТВР}}{4240}. \quad (3.1)$$

2. Визначають еквівалентну тринітротолуолу кількість ТВР:

$$G_e = K_e \cdot G, \text{ кг}. \quad (3.2)$$

3. Визначають розрахунковий параметр  $L_0$  (результати розрахунків за цим пунктом округляють до десятих):

$$L_0 = \sqrt[3]{G_e}, \text{ м}. \quad (3.3)$$

4. За таблицею 3.4 визначають  $k_i$  для заданого значення  $\Delta P_\phi$ .

5. Визначають радіус зони, що відповідає заданому значенню  $\Delta P_\phi$  (результати розрахунків за цим пунктом округляють до десятих):

$$L_i = k_i \cdot L_0, \text{ м}. \quad (3.4)$$

6. Визначають безпечну відстань для захисту людей, будівель, споруд від ураження або руйнуючої дії ПУХ (результати розрахунків за цим пунктом округляють до десятих):

$$L_{ПУХ} = \begin{cases} 40\sqrt[3]{G_e}, \text{ м, якщо не передбачене обвалування;} \\ 3\sqrt[3]{G_e}, \text{ м, якщо передбачене обвалування.} \end{cases} \quad (3.5)$$

Коефіцієнти 40 та 3 у формулі (3.5) взяті з таблиці 3.5 для третього ступеня пошкоджень.

7. Будують межі зон з надлишковим тиском у фронті ПУХ  $\Delta P_\phi = 100 \text{ кПа}$ ,  $\Delta P_\phi = 70 \text{ кПа}$ ,  $\Delta P_\phi = 30 \text{ кПа}$ ,  $\Delta P_\phi = 15 \text{ кПа}$  (рис. 3.1) та позначають безпечну відстань від місця зберігання ТВР для третього ступеня пошкоджень.

8. Визначають очікувані санітарні втрати в осередку вибуху (результати розрахунків за всіма підпунктами цього пункту округляють до найбільшого цілого числа).

8.1 Визначають очікувані санітарні втрати у зоні слабких руйнувань:

$$M_{\text{сан слаб}} = N_{\text{н слаб}} \cdot C_{\text{н сан слаб}} + N_{\text{сх слаб}} \cdot C_{\text{сх сан слаб}} + N_{\text{б слаб}} \cdot C_{\text{б сан слаб}}, \text{ чол}, \quad (3.6)$$

де  $C_{н сан слаб}$ ,  $C_{сх сан слаб}$ ,  $C_{б сан слаб}$  – частка санітарних втрат у зоні слабких руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 3.6.

8.2 Визначають очікувані санітарні втрати у зоні середніх руйнувань:

$$M_{сан сер} = N_{н сер} \cdot C_{н сан сер} + N_{сх сер} \cdot C_{сх сан сер} + N_{б сер} \cdot C_{б сан сер}, \text{чол.} \quad (3.7)$$

де  $C_{н сан сер}$ ,  $C_{сх сан сер}$ ,  $C_{б сан сер}$  – частка санітарних втрат у зоні середніх руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 3.6.

8.3 Визначають очікувані санітарні втрати у зоні сильних руйнувань:

$$M_{сан сил} = N_{н сил} \cdot C_{н сан сил} + N_{сх сил} \cdot C_{сх сан сил} + N_{б сил} \cdot C_{б сан сил}, \text{чол.} \quad (3.8)$$

де  $C_{н сан сил}$ ,  $C_{сх сан сил}$ ,  $C_{б сан сил}$  – частка санітарних втрат у зоні сильних руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 3.6.

8.4 Визначають очікувані санітарні втрати у зоні повних руйнувань:

$$M_{сан пов} = N_{н пов} \cdot C_{н сан пов} + N_{сх пов} \cdot C_{сх сан пов} + N_{б пов} \cdot C_{б сан пов}, \text{чол.} \quad (3.9)$$

де  $C_{н сан пов}$ ,  $C_{сх сан пов}$ ,  $C_{б сан пов}$  – частка санітарних втрат у зоні середніх руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 3.6.

8.5 Визначають очікувані санітарні втрати в осередку вибуху:

$$M_{сан} = M_{сан слаб} + M_{сан сер} + M_{сан сил} + M_{сан пов}, \text{чол.} \quad (3.10)$$

9. Визначають очікувані загальні втрати в осередку вибуху (результати розрахунків за всіма підпунктами цього пункту округляють до найбільшого цілого числа).

9.1 Визначають очікувані загальні втрати у зоні слабких руйнувань:

$$M_{заг слаб} = N_{н слаб} \cdot C_{н заг слаб} + N_{сх слаб} \cdot C_{сх заг слаб} + N_{б слаб} \cdot C_{б заг слаб}, \text{чол.} \quad (3.11)$$

де  $C_{н заг слаб}$ ,  $C_{сх заг слаб}$ ,  $C_{б заг слаб}$  – частка загальних втрат у зоні повних руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 3.6.



9.2 Визначають очікувані загальні втрати у зоні середніх руйнувань:

$$M_{заг\ сер} = N_{н\ сер} \cdot C_{н\ заг\ сер} + N_{сх\ сер} \cdot C_{сх\ заг\ сер} + N_{б\ сер} \cdot C_{б\ заг\ сер}, \text{чол.} \quad (3.12)$$

де  $C_{н\ заг\ сер}$ ,  $C_{сх\ заг\ сер}$ ,  $C_{б\ заг\ сер}$  – частка загальних втрат у зоні середніх руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 3.6.

9.3 Визначають очікувані загальні втрати у зоні сильних руйнувань:

$$M_{заг\ сил} = N_{н\ сил} \cdot C_{н\ заг\ сил} + N_{сх\ сил} \cdot C_{сх\ заг\ сил} + N_{б\ сил} \cdot C_{б\ заг\ сил}, \text{чол.} \quad (3.13)$$

де  $C_{н\ заг\ сил}$ ,  $C_{сх\ заг\ сил}$ ,  $C_{б\ заг\ сил}$  – частка загальних втрат у зоні сильних руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 3.6.

9.4 Визначають очікувані загальні втрати у зоні повних руйнувань:

$$M_{заг\ пов} = N_{н\ пов} \cdot C_{н\ заг\ пов} + N_{сх\ пов} \cdot C_{сх\ заг\ пов} + N_{б\ пов} \cdot C_{б\ заг\ пов}, \text{чол.} \quad (3.14)$$

де  $C_{н\ заг\ пов}$ ,  $C_{сх\ заг\ пов}$ ,  $C_{б\ заг\ пов}$  – частка загальних втрат у зоні повних руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 3.6.

9.5 Визначають очікувані загальні втрати в осередку вибуху:

$$M_{заг} = M_{заг\ слаб} + M_{заг\ сер} + M_{заг\ сил} + M_{заг\ пов}, \text{чол.} \quad (3.15)$$

### 3.4 Приклад виконання завдання

Маємо склад зберігання ТВР. Обвалування не передбачене. Необхідно:

– визначити радіус зони  $L_{100}$  з надлишковим тиском у фронті ПУХ  $\Delta P_{\phi} = 100 \text{ кПа}$ ;

– визначити безпечну відстань  $L_{ПУХ}$  для захисту людей, будівель, споруд від ураження або руйнуючої дії ПУХ для третього ступеня пошкоджень;

– побудувати межу зон з надлишковим тиском у фронті ПУХ  $\Delta P_{\phi} = 100$  та показати безпечну відстань  $L_{ПУХ}$  від місця зберігання ТВР для третього ступеня пошкоджень;

– визначити очікувані втрати в зоні повних руйнувань.

Вихідні дані задані таблицею 3.2.

Таблиця 3.2 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Назва ТВР		октоген
Кількість ВР $G$ , кг		8500
Теплота вибуху ВР $C_{ТВР}$ , кДж·кг <sup>-1</sup>		5420
Наявність обвалування		не передбачене
Кількість людей у зоні повних руйнувань	незахищених $N_{н\ пов}$ , чол	330
	у сховищах $N_{сх\ пов}$ , чол	350
	у будівлях $N_{б\ пов}$ , чол	370

*Розрахунок*

1. Визначаємо коефіцієнт еквівалентності даної вибухової речовини тринітротолуолу (ТНТ):

$$K_e = \frac{C_{ТВР}}{C_{ТНТ}} = \frac{C_{ТВР}}{4240} = \frac{5420}{4240} = 1,28.$$

2. Визначаємо еквівалентну тринітротолуолу кількість ТВР:

$$G_e = K_e \cdot G = 1,28 \cdot 8500 = 10880 \text{ кг}.$$

3. Визначаємо розрахунковий параметр  $L_0$ :

$$L_0 = \sqrt[3]{G_e} = \sqrt[3]{10880} = 22,1 \text{ м}.$$

4. За таблицею 3.4 визначаємо  $k_{100} = 3,43$ , що відповідає заданому значенню  $\Delta P_\phi = 100 \text{ кПа}$ .

5. Визначаємо радіус зони, що відповідає заданому значенню  $\Delta P_\phi = 100 \text{ кПа}$ :

$$L_{100} = k_{100} \cdot L_0 = 3,43 \cdot 22,1 = 75,8 \text{ м}.$$

6. Визначаємо безпечну відстань для захисту людей, будівель, споруд від ураження або руйнуючої дії ПУХ:

$$L_{ПУХ} = 40 \sqrt[3]{G_e} = 40 \sqrt[3]{10880} = 883,6 \text{ м}.$$

7. Будуємо межу зони з надлишковим тиском у фронті ПУХ  $\Delta P_\phi = 100 \text{ кПа}$ , та показуємо безпечну відстань від місця зберігання ТВР для третього ступеня пошкоджень (рис. 3.2):

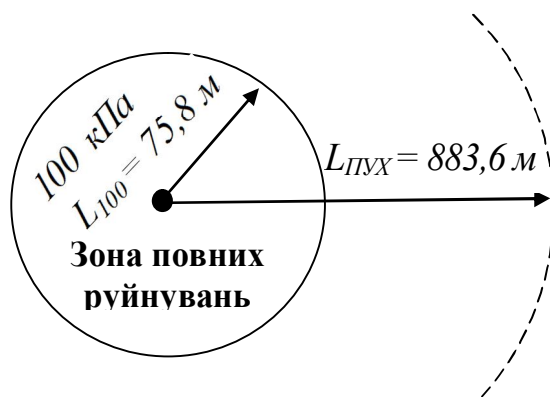


Рисунок 3.2 – Межа зони з  $\Delta P_{\phi} = 100 \text{ кПа}$   
та безпечна відстань  $L_{ПДХ} = 883,6 \text{ м}$

8. Визначаємо очікувані санітарні втрати у зоні повних руйнувань:

$$M_{\text{сан пов}} = N_{\text{н пов}} \cdot C_{\text{н сан пов}} + N_{\text{сх пов}} \cdot C_{\text{сх сан пов}} + N_{\text{б пов}} \cdot C_{\text{б сан пов}} =$$

$$= 330 \cdot 0,3 + 350 \cdot 0,025 + 370 \cdot 0,15 \approx 164 \text{ чол.}$$

9. Визначаємо очікувані загальні втрати у зоні повних руйнувань:

$$M_{\text{заг пов}} = N_{\text{н пов}} \cdot C_{\text{н заг пов}} + N_{\text{сх пов}} \cdot C_{\text{сх заг пов}} + N_{\text{б пов}} \cdot C_{\text{б заг пов}} =$$

$$= 330 \cdot 1 + 350 \cdot 0,07 + 370 \cdot 0,5 \approx 540 \text{ чол.}$$

### 3.5 Таблиці, необхідні для проведення розрахунків

Таблиця 3.3 – Теплота вибуху промислових ТВР

Вибухова речовина	$C$ , кДж.кг	Вибухова речовина	$C$ , кДж.кг
Тринітротолуол (тротил)	4240	Гексоген	5540
тетранітропентаетріт	5880	Динітробензол	3650
Тринітробензол	4520	Тринітроанілін	4161
Пікрат амонія	3360	Октоген	5420
Глікольдінітрат	6640	Тринітрохлорбензол	4240
Нітрогуанідін	3020	Димний порох	2790
Піроксилін (13)	4370	Амонійна селітра	1440
Амотол 80/20	4200	Детоніт "М"	5780
Тетрил	4600	Пікринова кислота	4400
Динаміт	5300	Амоніт	3980
Динамон	4200		

Таблиця 3.4 – Параметр  $k_i$  залежно від значення  $\Delta P_\phi$ 

$k_i$	337,1	203,6	146,6	103,8	53,96	37,33	23,96
$\Delta P_\phi$ , кПа	0,3	0,5	0,7	1,0	2,0	3,0	5,0
$k_i$	13,8	10,41	8,48	7,97	7,2	6,85	6,57
$\Delta P_\phi$ , кПа	10	15	20	22	26	28	30
$k_i$	6,1	5,72	5,55	5,14	4,9	4,1	3,62
$\Delta P_\phi$ , кПа	34	38	40	46	50	70	90
$k_i$	3,43	2,49	2,09	1,85	1,69	1,44	1,28
$\Delta P_\phi$ , кПа	100	200	300	400	500	750	1000

Таблиця 3.5 – Припустимі ступені пошкоджень будівель або споруд

Ступінь пошкодження	Можливі пошкодження	Зберігання ТВР в сховищах і на майданчиках					
		без обвалування			З обвалуванням		
		G, т	$K_B$	$K'_B$	G, т	$K_B$	$K'_B$
1.	Відсутність пошкоджень	>10 <10	400 -	- 100	>20 <20	200 -	- 35
2.	Випадкові пошкодження засклення	>10 <10	100 -	- 20	>20 <20	50 -	- 10
3.	Повне руйнування засклення; часткові пошкодження рам, дверей, порушення штукатурки і внутрішніх легких перегородок	>10 <10	40 -	- 6	>10 -	- -	3 -
4.	Руйнування внутрішніх перегородок, рам, дверей, бараків, сараїв і тому подібне	>10 <10	-	3	>10 <10	-	1-2
5.	Руйнування малостійких кам'яних і дерев'яних будівель.	>10 <10	-	1.5- 2.0	>10 <10	-	0.5-1.0

Таблиця 3.6 – Частка втрат серед людей з різним ступенем захисту

Зона руйнувань	Частка втрат $C_i$ , серед людей					
	незахищених		в сховищах		в будівлях	
	загальні втрати	санітарні втрати	загальні втрати	санітарні втрати	загальні втрати	санітарні втрати
Слабких	0,08	0,03	0,003	0,001	0,012	0,004
Середніх	0,12	0,09	0,01	0,003	0,035	0,01
Сильних	0,8	0,25	0,025	0,008	0,3	0,1
Повних	1,0	0,30	0,07	0,025	0,5	0,15

Примітка. Загальні втрати складаються з санітарних втрат і загиблих.

### 3.6 Варіанти завдань

Для всіх варіантів приймається відсутність обвалування.

Таблиця 3.7 – Варіанти завдань

Варіант	Речовина	G·10 <sup>4</sup> , кг	Кількість людей в зонах руйнувань											
			Слабких			Середніх			Сильних			Повних		
			н	сх	б	н	сх	б	н	сх	б	н	сх	б
1	Тринітробензол	9,5	100	300	400	120	320	420	90	200	350	80	250	70
2	Пікрат амонія	7,2	150	400	300	320	120	300	80	220	200	60	200	50
3	Глікольдінітрат	6,4	140	200	100	220	200	100	75	100	90	70	220	65
4	Нітрогуанідін	5,8	200	215	380	380	200	215	345	300	280	380	155	215
5	Піроксилін (13)	6,3	210	235	360	360	210	235	365	280	260	360	126	235
6	Амотол 80/20	11,2	300	245	340	340	300	245	385	260	240	340	192	245
7	Тетрил	7,8	275	265	320	320	275	265	405	240	220	320	305	265
8	Динаміт	4,5	260	275	300	300	260	275	425	220	200	300	96	275
9	Динамон	4,9	190	295	280	280	190	295	190	200	180	280	57	345
10	Гексоген	10,4	185	305	260	260	185	305	215	180	160	260	226	365
11	Динітробензол	11,3	155	315	240	240	155	315	235	160	150	240	272	385
12	Тринітроанілін	5,1	126	325	220	220	126	325	245	150	130	220	360	405
13	Октоген	1,7	192	345	200	200	192	345	265	130	110	200	340	425
14	Тринітрохлорбензол	2,2	305	365	180	180	305	365	275	110	190	275	320	190
15	Димний порох	2,5	96	385	160	160	96	385	295	300	185	260	300	185
16	Амонійна селітра	3,6	57	405	150	150	57	405	320	400	155	190	280	155
17	Детоніт "М"	4,9	226	425	130	130	226	425	120	200	126	185	240	126
18	Пікринова кислота	5,5	272	190	110	110	272	190	200	215	192	155	220	192
19	Амоніт	5,9	385	295	300	240	240	155	160	160	96	405	320	400
20	Динаміт	7,3	365	275	110	200	215	192	260	275	300	300	192	155

Примітка. У таблиці 3.7 прийняті наступні скорочення:

н – незахищених; сх – у сховищах; б – у будівлях.

## 2 КУРСОВА РОБОТА

### Прогнозна оцінка забруднення відкритих водних джерел аварійно хімічно небезпечними речовинами в надзвичайних ситуаціях

*Мета: оволодіти навичками оцінки забруднення відкритих водних джерел аварійно хімічно небезпечними речовинами в надзвичайних ситуаціях*

#### 2.1 Основні поняття про Методику прогновної оцінки забруднення відкритих водних джерел аварійно хімічно небезпечними речовинами в надзвичайних ситуаціях

##### 2.1.1 Призначення і сфера застосування Методики

Методика прогновної оцінки забруднення відкритих вододжерел аварійно хімічно небезпечними речовинами (АХНР) в надзвичайних ситуаціях (далі – Методика) призначена для здійснення оперативних розрахунків для визначення основних характеристик забруднення водотоків та водоймищ під час аварійних скидань у них АХНР.

До уваги беруться тільки ті аварійні скидання, які можуть призвести до високого (10 гранично допустимих концентрацій АХНР у воді (ГДК<sub>в</sub>)) та екстремально високого (100 ГДК<sub>в</sub>) забруднення водних об'єктів, внаслідок чого у створі водокористування розрахована за прогнозом або зафіксована безпосереднім спостереженням концентрація хоча б за однією із АХНР може виключити та обмежити можливість водокористування.

Методика призначена для використання в органах управління Державної служби з питань надзвичайних ситуацій України, Департаментах цивільного захисту обласних та секторах цивільного захисту районних державних адміністрацій, штабах з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій суб'єктів господарювання, в міністерствах, відомствах, організаціях та на об'єктах промисловості, пов'язаних з використанням, зберіганням та транспортуванням АХНР.

##### 2.1.2 Основні поняття, що використовуються у Методиці

*Аварійно хімічно небезпечна речовина* – небезпечна хімічна речовина, яка використовується у промисловості та сільському господарстві і під час аварійного викидання (виливання) якої може відбутися забруднення навколишнього середовища у вражаючих живий організм концентраціях (токсодозах).

*Гранично допустима концентрація хімічної речовини у воді водних об'єктів господарчо-питного водокористування* – концентрація речовини, яка не повинна чинити прямого або побічного впливу на організм людини протягом всього його життя та на здоров'я наступних поколінь.

*Консервативна речовина* – речовина, яка не змінюється у воді за рахунок хімічних та гідробіологічних процесів. Зменшення концентрації консервативних речовин здійснюється в результаті розчину.

*Неконсервативна речовина* – речовина, концентрація якої у воді зменшується як за рахунок розчинення, так і за рахунок хімічних і гідробіологічних процесів.

*Водний об'єкт* – форма зосередження води на поверхні суші (річка, озеро, болото, льодовик та ін.), для вивчення режиму яких застосовуються гідрологічні методи вимірювання та аналізу.

*Водойма* – безстічний або з уповільненим стоком вод водний об'єкт (водосховища, озера, пруди).

*Водозабір* – забір води з водного об'єкта для задоволення народногосподарських потреб.

*Водні джерела* – водні об'єкти, які включають у себе водотоки та водоймища, які використовуються для вживання води.

*Водотік* – водний об'єкт, який характеризується рухом води у напрямку уклону в заглибленні земної поверхні (річки, рукави, канали).

*Створ* – умовний поперечний та повздовжній перетин водотоку або водоймища, в якому здійснюється забір води для отримання гідрологічних, гідрохімічних та інших даних про водний об'єкт.

*Коефіцієнт повздовжньої дисперсії* – величина, яка чисельно характеризує розповсюдження домішок у водотоці, обумовлене нерівномірністю усереднених швидкостей.

*Коефіцієнт швидкості самоочищення* – показник, який характеризує час, необхідний для зменшення концентрації речовини до певного рівня за рахунок хімічних, гідробіологічних та інших подібних процесів, що відбуваються у водних об'єктах.

*Коефіцієнт шорсткості русла* – величина, яка чисельно характеризує опір, що чинить русло потоку, що тече у ньому.

*Коефіцієнт шорсткості льоду* – величина, яка чисельно характеризує опір, який чинить нижня поверхня льоду потоку.

*Льодостав* – період, протягом якого спостерігається нерухоме льодове покриття на водному об'єкті.

### 2.1.3 Порядок застосування Методики

Розглянемо можливість застосування розглянутої методики для здійснення прогностичних оцінок забруднення річок у разі аварійного скидання у них АХНР.

Така оцінка включає:

а) підготовку вихідних даних;

б) визначення основних характеристик забруднення: часу підходу зони забруднення з максимальною концентрацією АХНР до заданого створу; максимального значення концентрації АХНР у зоні забруднення річки;

тривалості проходження високих (екстремально високих) концентрацій АХНР у заданому створі річки.

#### 2.1.4 Підготовка вихідних даних

Записуємо вихідні дані, задані у таблиці 3.9, а саме:

1. Координати місця скидання АХНР  $X_{скид}$ ,  $Y_{скид}$ .
2. Координати створу водозабору  $X_{ств}$ ,  $Y_{ств}$ .
3. Назву АХНР.
4. Об'єм аварійного скидання  $W$ , м<sup>3</sup>.
5. Час аварійного скидання  $t_o$ , год.
6. Концентрацію АХНР в аварійному скиданні  $C_a$ , мг/л.
7. Температуру води (тільки для неконсервативних речовин)  $T_v$ , °С.
8. Пору року.
9. Характеристику русла.
10. Середню глибину ділянки річки  $H$ , м.

Наносимо на карту дані про аварійне скидання (рис. 2.1).

Додатково визначаємо:

11. Довжину ділянки річки  $L$ , км (по карті або згідно з варіантом за таблицею 2.9).

12. Середню ширину ділянки річки  $B$ , м (по карті).

Якщо аварійне скидання відбулося до річки Сиверка (варіанти 1-3, 7-9, 13-15, 19-21, 25-27), то  $B=8$  м.

Якщо аварійне скидання відбулося до річки Висима (варіанти 4-6, 10-12, 16-18, 22-24, 28-30), то  $B=18$  м.

13. Середню швидкість течії річки на заданій ділянці  $v$ , м/с (по карті).

Для річок Сиверка і Висима  $v = 0,2$  м/с.

14. Коефіцієнт шорсткості для відкритого русла  $n_{ш}$  (табл. 2.1), а при наявності льоду (зима або початок весни) – ще і коефіцієнт шорсткості нижньої поверхні льоду  $n_l$  (табл. 2.2).

15. Коефіцієнт повздовжньої дисперсії (приведений)  $D_n$ , м (для літа визначається за таблицею 2.3, для зими та початку весни (березень) – за таблицею 2.4).

16. Коефіцієнт самоочищення АХНР ( $K$ , 1/доба, визначається за таблицею 2.5 або дорівнює 0 в разі відсутності інформації про АХНР у таблиці 2.5).

17. Гранично допустиму концентрацію АХНР у воді  $ГДК_v$ , мг/л (табл. 2.6).

18. Коефіцієнт, який враховує випаровування АХНР у початковий період змішування з водою  $Y$  (визначається за таблицею 2.8 або дорівнює 1 у разі відсутності інформації про АХНР у таблиці 2.8).

#### 2.1.5 Визначення основних характеристик забруднення

1. Розраховуємо час добігання річкової води від місця аварії до заданого створу річки:



$$t_{\partial} = \frac{L}{3,6 \cdot v}, \text{ год.} \quad (2.1)$$

2. Розраховуємо час підходу зони забруднення з максимальною концентрацією АХНР до заданого створу річки:

$$t_{max} = \frac{t_{\partial} + t_0}{2}, \text{ год.} \quad (2.2)$$

3. Визначаємо витрату АХНР, що потрапляє до річки:

$$q = \frac{W \cdot Y \cdot t_0}{3600}, \text{ м}^3/\text{с.} \quad (2.3)$$

4. Визначаємо витрату води у річці вище місця скидання АХНР:

$$Q = v \cdot B \cdot H, \text{ м}^3/\text{с.} \quad (2.4)$$

5. Визначаємо коефіцієнт  $j$ , який враховує змішування АХНР у масі водного потоку (табл. 2.7).

6. Визначаємо коефіцієнт, який враховує поперечну дисперсію АХНР в річці:

$$J = \frac{q}{j \cdot Q + q}. \quad (2.5)$$

7. Визначаємо коефіцієнт повздовжньої дисперсії (фактичний):

$$D = D_n \cdot v, \text{ м}^2/\text{с.} \quad (2.6)$$

8. Визначаємо параметр  $Z$ :

$$Z = \frac{D \cdot t_{max} \cdot v \cdot t_0}{6}. \quad (2.7)$$

9. Визначаємо коефіцієнт, який враховує повздовжню дисперсію АХНР в річці:

$$S = \begin{cases} \frac{3,1415}{1+Z}, & \text{якщо } Z > 3 \text{ і } t_{max} > t_0; \\ 1, & \text{якщо } Z < 3 \text{ і } t_{max} < t_0. \end{cases} \quad (2.8)$$

10. Визначаємо коефіцієнт, який враховує неконсервативність АХНР:

$$e = \exp\left(-\frac{K \cdot t_d}{24}\right). \quad (2.9)$$

11. Визначаємо орієнтовну максимальну концентрацію АХНР в заданому створі річки:

$$C_{max} = C_a \cdot J \cdot S \cdot e, \text{ мг/л.} \quad (2.10)$$

12. Визначаємо значення високих і екстремально високих концентрацій АХНР:

$$C_{вк} = 10 \cdot ГДК_в, \text{ мг/л;} \quad (2.11)$$

$$C_{евк} = 100 \cdot ГДК_в, \text{ мг/л.} \quad (2.12)$$

13. Визначаємо тривалість проходження високих або екстремально високих концентрацій АХНР в заданому створі річки:

$$T_{нк} = \begin{cases} t_0 \cdot (1+Z) \left(1 - \frac{C_{евк}}{C_{max}}\right), & \text{якщо } C_{евк} < C_{max}; \\ t_0 \cdot (1+Z) \left(1 - \frac{C_{вк}}{C_{max}}\right), & \text{якщо } C_{вк} < C_{max} < C_{евк}. \end{cases} \quad (2.13)$$

Якщо  $C_{max} < C_{вк}$ , то можна стверджувати, що дане аварійне скидання не призводить до високого або екстремально високого забруднення річки.

14. Визначаємо момент проходження фронту зони високого (екстремально високого) забруднення скрізь заданий створ:

$$t_{\phi} = t_{max} - \frac{T_{нк}}{2}, \text{ год.} \quad (2.14)$$

15. Визначаємо момент проходження хвостової частини зони високого (екстремально високого) забруднення скрізь заданий створ:

$$t_x = t_{max} + \frac{T_{нк}}{2}, \text{ год.} \quad (2.15)$$

## 2.2 Приклад застосування Методики

Нехай задано, що у місці з координатами  $X_{скид}$ ,  $Y_{скид}$  відбулося виливання до річки АХНР об'ємом  $W$  з концентрацією  $C_a$  і тривав протягом часу  $t_o$ .

Необхідно підготувати вихідні дані та визначити основні характеристики забруднення.

Приклад застосування Методики покажемо для варіанту № 6 (табл. 2.9).

### 2.2.1 Підготовка вихідних даних

Записуємо вихідні дані, задані у таблиці вихідних даних (табл. 2.9), а саме:

1. Координати місця скидання АХНР  $X_{скид} = 5049600$ ,  $Y_{скид} = 1266000$ .
2. Координати створу водозабору  $X_{ств} = 5050800$ ,  $Y_{ств} = 1258000$ .
3. Назву АХНР – *бензин*.
4. Об'єм аварійного скидання  $W = 92 \text{ м}^3$ .
5. Час аварійного скидання  $t_o = 1,2 \text{ год}$ .
6. Концентрацію АХНР в аварійному скиданні  $C_a = 700 \text{ мг/л}$ .
7. Температуру води  $T_g = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .
8. Пору року – *весна*.
9. Характеристику русла – *річки з відносно чистими руслами*.
10. Середню глибину ділянки річки  $H = 1,3 \text{ м}$ .

Наносимо попередню інформацію про скидання на карту (рис. 2.1), а саме:

– позначаємо у відповідності з заданими координатами місце скидання АХНР та місце створу водозабору (жирними точками червоного кольору);

– наносимо умовний знак місця скидання (чорним кольором, сторона квадрату умовного знаку – 1,5 см) та робимо біля нього чорним кольором пояснювальний напис у вигляді дробі (в чисельнику – назва АХНР, в знаменнику – об'єм аварійного скидання  $W$  та час аварійного скидання  $t_o$ ); наносимо умовний знак створу водозабору (чорним кольором, сторона квадрату умовного знаку – 1,5 см, сторона рівнобічного трикутника умовного знаку – 1,5 см) та залишаємо біля нього вільним місце для пояснювального напису;

– відстань по річці між позначеними точками жирно наводимо синім кольором.

Додатково визначаємо:

11. Довжину ділянки  $L = 9,8 \text{ км}$ .
12. Середню ширину ділянки  $B = 18 \text{ м}$ .
13. Середню швидкість течії річки на заданій ділянці  $v = 0,2 \text{ м/с}$ .
14. Коефіцієнт шорсткості для відкритого русла  $n_{ш} = 0,04$  (табл. 2.1) та коефіцієнт шорсткості нижньої поверхні льоду  $n_l = 0,025$  (табл. 2.2).
15. Коефіцієнт повздовжньої дисперсії (приведений) (шляхом інтерполяції):

$$D_n = 17,17 + (18,37 - 17,17) / (2 - 1) \cdot (1,3 - 1) = 17,53 \text{ м (табл. 2.4).}$$

16. Коефіцієнт самоочищення АХНР  $K = 0,06$  1/доба (табл. 2.5).

17. ГДК<sub>в</sub> АХНР  $ГДК_g = 0,1$  мг/л (табл. 2.6).

18. Коефіцієнт, який враховує випаровування АХНР у початковий період змішування з водою  $Y = 1$ .

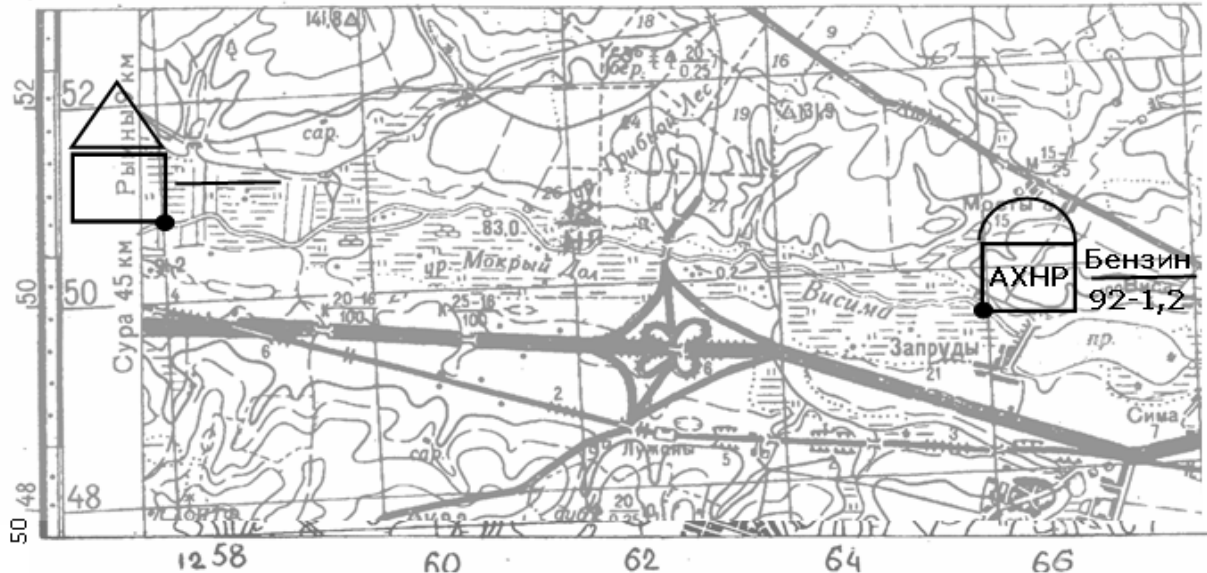


Рисунок 2.1 – Нанесення попередньої інформації про забруднення на карту

### 2.2.2 Визначення основних характеристик забруднення

1. Розраховуємо час добігання річкової води від місця аварії до заданого створу:

$$t_{\partial} = \frac{L}{3,6 \cdot v} = \frac{9,8}{3,6 \cdot 0,2} = 13,6 \text{ год.}$$

2. Розраховуємо час підходу зони забруднення з максимальною концентрацією АХНР до заданого створу річки:

$$t_{max} = \frac{t_{\partial} + t_0}{2} = \frac{13,6 + 1,2}{2} = 14,2 \text{ год.}$$

3. Визначаємо витрату АХНР, що потрапляє до річки:

$$q = \frac{W \cdot Y \cdot t_0}{3600} = \frac{92 \cdot 1 \cdot 1,2}{3600} = 0,031 \text{ м}^3/\text{с.}$$

4. Визначаємо витрату води у річці вище місця скидання АХНР:

$$Q = v \cdot B \cdot H = 0,2 \cdot 18 \cdot 1,3 = 4,68 \text{ м}^3/\text{с}.$$

5. Визначаємо коефіцієнт, який враховує змішування АХНР у масі водного потоку (табл. 2.7):  $j = 0,8$ .

6. Визначаємо коефіцієнт, який враховує поперечну дисперсію АХНР в річці:

$$J = \frac{q}{j \cdot Q + q} = \frac{0,031}{0,8 \cdot 4,68 + 0,031} = 0,0081.$$

7. Визначаємо коефіцієнт повздовжньої дисперсії (фактичний):

$$D = D_n \cdot v = 17,53 \cdot 0,2 = 3,51 \text{ м}^2/\text{с}.$$

8. Визначаємо параметр  $Z$ :

$$Z = \frac{D \cdot t_{max} \cdot v \cdot t_0}{b} = \frac{3,51 \cdot 14,2 \cdot 0,2 \cdot 1,2}{6} = 1,99.$$

9. Визначаємо коефіцієнт, який враховує повздовжню дисперсію АХНР в річці:

$$S = 1, \text{ оскільки } Z < 3.$$

10. Визначаємо коефіцієнт, який враховує неконсервативність АХНР:

$$e = \exp\left(-\frac{K \cdot t_d}{24}\right) = \exp\left(-\frac{0,06 \cdot 13,6}{24}\right) = 0,97.$$

11. Визначаємо орієнтовну максимальну концентрацію АХНР в заданому створі річки:

$$C_{max} = C_a \cdot J \cdot S \cdot e = 700 \cdot 0,0081 \cdot 1 \cdot 0,97 = 5,5 \text{ мг/л}.$$

12. Визначаємо значення високих і екстремально високих концентрацій АХНР:

$$C_{вк} = 10 \cdot ГДК_г = 10 \cdot 0,1 = 1 \text{ мг/л};$$

$$C_{евк} = 100 \cdot ГДК_г = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ мг/л}.$$

Оскільки  $C_{вк} < C_{max} < C_{евк}$  ( $1,0 \text{ мг/л} < 5,5 \text{ мг/л} < 10,0 \text{ мг/л}$ ), то далі у розрахунках використовуємо  $C_{вк}$ ).

13. Визначаємо тривалість проходження високих концентрацій АХНР у заданому створі річки:

$$T_{нк} = t_0 \cdot (1 + Z) \left(1 - \frac{C_{вк}}{C_{max}}\right) = 1,2 \cdot (1 + 1,99) \left(1 - \frac{1}{5,5}\right) = 2,9 \text{ год.}$$

14. Визначаємо момент проходження фронту зони високого забруднення скрізь заданий створ:

$$t_{\phi} = t_{max} - \frac{T_{нк}}{2} = 14,2 - \frac{2,9}{2} = 12,7 \text{ год.}$$

15. Визначаємо момент проходження хвостової частини зони високого забруднення скрізь заданий створ:

$$t_x = t_{max} + \frac{T_{нк}}{2} = 14,2 + \frac{2,9}{2} = 15,7 \text{ год.}$$

Наносимо інформацію про характеристики забруднення на карту (рис. 2.2), а саме: біля умовного знаку створу водозабору у дробі у чисельнику записуємо значення параметрів  $C_{max}$  та  $T_{нк}$ , у знаменнику –  $t_{\phi}$  та  $t_x$ .

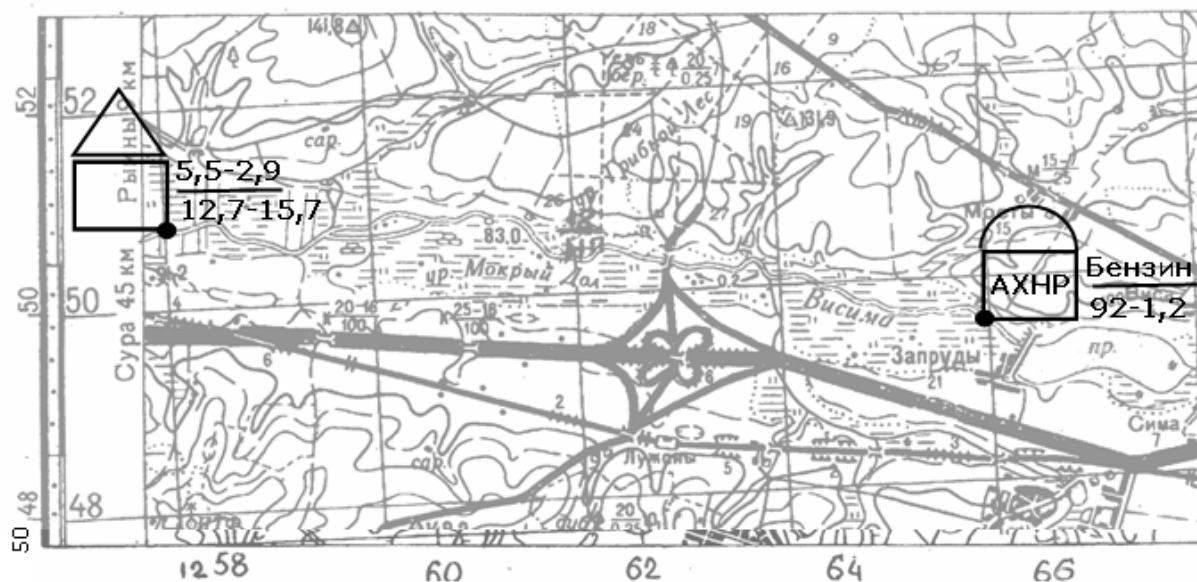


Рисунок 2.2 – Нанесення інформації про характеристики забруднення на карту

## 2.4 Таблиці, необхідні для проведення розрахунків

Таблиця 2.1 – Коефіцієнти шорсткості для відкритих русел водотоків  $n_{ш}$

Характер русла	$n_{ш}$
Річки в надзвичайно сприятливих умовах	0,025
Річки в сприятливих умовах течії	0,030
Річки у відносно сприятливих умовах	0,035
Річки з відносно чистими руслами	0,040

Таблиця 2.2 – Коефіцієнти шорсткості для нижньої поверхні льоду  $n_{л}$

Період льодоставу	$n_{л}$
Перші 10 днів після льодоставу (перша-друга декада грудня)	0,150
10-й - 20-й день після льодоставу (остання декада грудня і початок січня)	0,100
20-й - 60-й день після льодоставу (середина січня и перша декада лютого)	0,050
60-й - 80-й день після льодоставу (кінець лютого - початок березня)	0,040
80-й - 110-й день після льодоставу (березень)	0,025

Таблиця 2.3 – Коефіцієнти повздовжньої дисперсії  $D_n$ , м

Глибина, $H$ , м	$D_n$ при коефіцієнті шорсткості $n_{ш}$								
	0,025	0,030	0,035	0,040	0,050	0,067	0,080	0,100	0,133
1,0	2,6	4,3	6,4	9,1	16,3	35,2	56,1	100,8	213,4
2,0	3,6	5,6	8,2	11,2	18,9	37,2	59,8	101,0	215,2
3,0	4,6	7,0	10,0	13,6	22,5	42,0	63,0	105,0	220,6
4,0	5,5	8,4	12,0	16,2	26,8	50,9	74,3	118,3	225,9

Таблиця 2.4 – Коефіцієнти повздовжньої дисперсії  $D_n$ , м (для умов льодоставу)

Глибина $H$ , м	$D_n$ при коефіцієнті шорсткості для нижньої поверхні льоду $n_{л}$								
	0,010	0,015	0,025	0,030	0,040	0,050	0,100	0,150	
$n_{ш} = 0,025$									
1,0	3,12	4,21	7,70	10,23	17,29	27,59	155,78	499,43	
2,0	3,91	5,15	8,92	11,54	18,49	28,02	126,33	336,66	
$n_{ш} = 0,030$									
1,0	4,79	6,12	10,21	13,10	20,97	32,20	166,77	519,46	
2,0	5,79	7,24	11,51	14,41	21,96	32,12	133,90	347,81	
$n_{ш} = 0,035$									
1,0	7,00	8,59	13,34	16,62	25,38	37,65	179,26	542,04	
2,0	8,19	9,85	14,65	17,84	26,02	36,86	142,39	360,27	
$n_{ш} = 0,040$									
1,0	9,84	11,71	17,17	20,88	30,61	43,99	193,29	567,13	
2,0	11,14	13,03	18,37	21,87	30,71	42,27	151,81	374,00	

Таблиця 2.5 – Орієнтовні значення коефіцієнтів самоочищення води водотоків від деяких АХНР  $K$ , 1/доба

АХНР	$K$ при температурі води		
	$>15$ °С	10 -15 °С	$<10$ °С
Аміак	2,7	1,8	0,9
Бензин	2,4	0,15	0,06
Нафтопродукти	0,3	0,2	0,02
Феноли	0,6	0,4	0,2
Формальдегід	3,0	2,1	0,6

Таблиця 2.6 – Гранично допустимі концентрації деяких АХНР у водотоках та водоймах господарчо-питного водокористування  $ГДК_г$ , мг/л

АХНР	$ГДК_г$	АХНР	$ГДК_г$
Бензин	0,1	Ртуть (в неорганічних сполуках)	0,0005
Бензол	0,5	Сірководень	1,0
Гідразингідрат	0,01	Свинець (в неорганічних сполуках)	0,03
Дихлоретан	0,02	Толуол	0,5
Керосин техн.	0,01	Фенол	0,001
Метанол	3,0	Формальдегід	0,05
Нафта	0,3	Фурфурол	1,0
Оцтова кислота	1,0	Хлорбензол	0,02

Таблиця 2.7 – Орієнтовні значення коефіцієнта  $j$  для водотоків

Відстань від місця аварійного скидання до заданого створу, км	$j$ у разі витраті води $Q$ , м <sup>3</sup> /с		
	$<10$	10 - 100	$>100$
До 20	0,8	0,5	0,2
21      30	1,0	0,7	0,3

Таблиця 2.8 – Орієнтовні значення коефіцієнтів  $Y$ , які враховують випаровування деяких АХНР, які киплять, в початковий період їх змішування з водою

АХНР	Значення $Y$ за температури води		
	0 °С	10 °С	20 °С
Аміак	0,77	0,56	0,42
Метиламін	0,10	0,09	0,08
Сірководень	0,25	0,20	0,15
Формальдегід	0,73	0,71	0,68



## 2.5 Варіанти завдань для проведення розрахунків

У місці з координатами  $X_{скид}$ ,  $Y_{скид}$  відбувся вилів до річки АХНР об'ємом  $W$  з концентрацією  $C_a$  і тривав протягом часу  $t_o$ . Необхідна для проведення розрахунків інформація подана у таблиці 2.9. Необхідно: Підготувати вихідні дані та визначити основні характеристики забруднення.

Таблиця 2.9 – Вихідні дані для проведення розрахунків

Варіант	Назва АХНР	$X_{скид}$	$Y_{скид}$	$X_{сте}$	$Y_{сте}$	$H, м$	$W, м^3$	$t_o, год$	$L, км$	$C_a, мг/л$	$T_в, ^\circ C$	Пора року	Х-ка русла
1	Бензин	5040800	1264000	5043666	1260800	1,3	32	1,1	4,8	700	20	літо	НСУ
2	Бензин	5040800	1264000	5044000	1260333	1,3	92	0,8	5,7	700	2	зима1	НСУ
3	Бензин	5040800	1264000	5044466	1259733	1,3	69	0,7	6,5	700	2	зима2	СУТ
4	Бензин	5049600	1266000	5050800	1261200	1,3	77	1,4	6	700	2	зима3	СУТ
5	Бензин	5049600	1266000	5050660	1260000	1,3	83	1,5	7,4	700	2	зима4	ВСУ
6	Бензин	5049600	1266000	5050800	1258000	1,3	92	1,2	9,8	700	5	весна	ВЧР
7	Фенол	5040800	1264000	5043666	1260800	1,3	20	1,1	4,8	1030	20	літо	НСУ
8	Фенол	5040800	1264000	5044000	1260333	1,3	9	0,7	5,7	1030	2	зима1	НСУ
9	Фенол	5040800	1264000	5044466	1259733	1,3	11	0,8	6,5	1030	2	зима2	СУТ
10	Фенол	5049600	1266000	5050800	1261200	1,3	25	0,9	6	1030	2	зима3	СУТ
11	Фенол	5049600	1266000	5050660	1260000	1,3	29	1	7,4	1030	2	зима4	ВСУ
12	Фенол	5049600	1266000	5050800	1258000	1,3	30	0,6	9,8	1030	5	весна	ВЧР
13	Іони свинцю	5040800	1264000	5043666	1260800	1,3	40	1,1	4,8	400	20	літо	НСУ
14	Іони свинцю	5040800	1264000	5044000	1260333	1,3	56	1,2	5,7	400	2	зима1	НСУ
15	Іони свинцю	5040800	1264000	5044466	1259733	1,3	200	1,3	6,5	400	2	зима2	СУТ
16	Іони свинцю	5049600	1266000	5050800	1261200	1,3	50	1,4	6	400	2	зима3	СУТ
17	Іони свинцю	5049600	1266000	5050660	1260000	1,3	60	1,5	7,4	400	2	зима4	ВСУ
18	Іони свинцю	5049600	1266000	5050800	1258000	1,3	70	1,6	9,8	400	5	весна	ВЧР
19	Хлорбензол	5040800	1264000	5043666	1260800	1,3	8	1,5	4,8	1110	20	літо	НСУ
20	Хлорбензол	5040800	1264000	5044000	1260333	1,3	105	0,8	5,7	1110	2	зима1	НСУ
21	Хлорбензол	5040800	1264000	5044466	1259733	1,3	32	1,1	6,5	1110	2	зима2	СУТ
22	Хлорбензол	5049600	1266000	5050800	1261200	1,3	44	1,2	6	1110	2	зима3	СУТ
23	Хлорбензол	5049600	1266000	5050660	1260000	1,3	28	1,3	7,4	1110	2	зима4	ВСУ
24	Хлорбензол	5049600	1266000	5050800	1258000	1,3	39	0,9	9,8	1110	5	весна	ВЧР
25	Дихлоретан	5040800	1264000	5043666	1260800	1,3	7	1,2	4,8	1250	20	літо	НСУ
26	Дихлоретан	5040800	1264000	5044000	1260333	1,3	41	0,8	5,7	1250	2	зима1	НСУ
27	Дихлоретан	5040800	1264000	5044466	1259733	1,3	22	1,1	6,5	1250	2	зима2	СУТ
28	Дихлоретан	5049600	1266000	5050800	1261200	1,3	26	1,2	6	1250	2	зима3	СУТ
29	Дихлоретан	5049600	1266000	5050660	1260000	1,3	18	1,3	7,4	1250	2	зима4	ВСУ
30	Дихлоретан	5049600	1266000	5050800	1258000	1,3	15	1,2	9,8	1250	5	весна	ВЧР

Примітки.

1. НСУ – річки в надзвичайно сприятливих умовах; СУТ - річки в сприятливих умовах течії; ВСУ – річки у відносно сприятливих умовах; ВЧР – річки з відносно чистими руслами.

2. Зима1 – перші 10 днів після льодоставу; зима2 – 10-й-20-й день після льодоставу; зима3 – 20-й-60-й день після льодоставу; зима4 – 60-й-80-й день після льодоставу; весна – 80-й-110-й день після льодоставу.

## 3. САМОСТІЙНА РОБОТА

### 3.1 Загальні відомості

В ході вивчення дисципліни «Потенційно небезпечні виробничі технології та їх ідентифікація» робочою програмою дисципліни передбачено самостійне вивчення окремих питань згідно зі змістом і тематикою дисципліни. Самостійна робота є складовою частиною навчального процесу на рівні підготовки магістрів і сприятиме розвитку навичок до самостійного вирішення питань.

*Мета самостійної роботи* – доповнення і закріплення знань, набутих за час вивчення теоретичного курсу, активізація творчих здібностей студентів, розвиток навичок роботи з нормативними джерелами, а також підготовка до самостійного вирішення питань аналізу безпеки у промисловості, застосування методів і засобів оцінки можливості виникнення аварій та їх попередження.

Вивчення рекомендованого для самостійної роботи матеріалу повинно виконуватися послідовно. Самостійна робота повинна відбуватися паралельно з викладенням лекційного матеріалу відповідної тематики.

Вивчення кожного нормативного документу під час самостійної роботи перевіряється шляхом включення питань до модульних контрольних робіт.

### 3.2 Рекомендації до самостійної роботи

Тема 1. Вимоги безпеки до виробничого устаткування та технологічних процесів

#### *План самостійного опрацювання*

1. Загальні вимоги до атестації робочих місць
2. Організація і проведення атестації робочих місць.

#### *Перелік питань для самоконтролю*

1. Основні терміни та визначення.
2. Загальні положення.
3. Організація роботи по атестації.
4. Вивчення факторів виробничого середовища і трудового процесу.
5. Гігієнічна оцінка умов праці.
6. Оцінка технічного та організаційного рівня робочого місця.
7. Атестація робочих місць.

#### *Література*

1. Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці: Постанова Міністерства праці України від 01.09.1992 № 41

[Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://profosvita.narod.ru/Atestaz.rob.misz.doc>.

Тема 2. Характеристика робіт, об'єктів та устаткування підвищеної небезпеки. Організація проведення робіт з підвищеною небезпекою.  
Безпека при експлуатації систем під тиском і криогенної техніки

### *План самостійного опрацювання*

1. Основні відомості про Порядок видачі дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки.

2. Процедура видачі дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки.

### *Перелік питань для самоконтролю*

1. Основні терміни.
2. Кому видається дозвіл?
3. Ким і на проведення яких робіт видається дозвіл?
4. В чому полягає процедура відмови і переоформлення дозволу.
5. Дії роботодавця, який отримав дозвіл.
6. Строк дії дозволу та порядок анулювання дозволу.

### *Література*

1. Про затвердження Порядку видачі дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки: Постанова Кабінету Міністрів України від 26.10.2011 р. № 1107 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1107-2011-п>.

Тема 3. Організація виробничих територій ділянок робіт і робочих місць.  
Експлуатація будівельних машин, засобів механізації, технологічного оснащення та інструменту

### *План самостійного опрацювання*

1. Особливості організації робіт з використанням мобільних будівельних машин.

2. Порядок організації і проведення робіт з використанням мобільних будівельних машин.

### *Перелік питань для самоконтролю*

1. Документація, якою комплектують мобільні будівельні машини.
2. Порядок допуску мобільних будівельних машин до проведення робіт.
3. Порядок допуску осіб до управління та обслуговування мобільних будівельних машин.
4. Обов'язки роботодавця, який експлуатує вантажопідіймальні крани.
5. Особливості проведення технічного обслуговування та ремонту мобільних будівельних машин.
6. Особливості встановлення будівельних машин на об'єкті.

### *Література*

1. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. Основні положення. – Чинний від 2012-04-01. – Київ : Мінрегіон, 2012. – 116 с.

Тема 4. Безпека праці при виконанні навантажувально-розвантажувальних, транспортних, загальнобудівельних та спеціальних видів робіт

### *План самостійного опрацювання*

1. Основні вимоги до проведення спеціальних видів робіт.
2. Організація і проведення спеціальних видів робіт.

### *Перелік питань для самоконтролю*

1. Монтажні роботи.
2. Опоряджувальні роботи.
3. Ізоляційні роботи.
4. Покрівельні роботи.
5. Електромонтажні роботи.
6. Монтаж інженерного обладнання будівель і споруд.
7. Випробування інженерного обладнання будівель і споруд.
8. Роботи з реконструкції будівель і споруд.

### *Література*

1. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. Основні положення. – Чинний від 2012-04-01. – Київ : Мінрегіон, 2012. – 116 с.

Тема 5 Теоретичні основи безпечності потенційно небезпечних процесів виробництв. Методи стабілізації процесів

*План самостійного опрацювання*

1. Загальні вимоги до проведення ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів.
2. Організація і проведення ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів.

*Перелік питань для самоконтролю*

1. Сфера застосування Методики ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів.
2. Що передбачає ідентифікація потенційно небезпечних об'єктів?
3. Які чинники розглядаються і ураховуються у процесі ідентифікації.
4. Хто проводить ідентифікацію?
5. Етапи проведення ідентифікації.
6. Які переліки використовують під час проведення ідентифікації.
7. За яких умов об'єкт господарської діяльності визнається потенційно небезпечним.
8. Позачергова ідентифікація.

*Література*

1. Про затвердження Методики ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів: Наказ МНС України від 20.02.2006 р. № 98 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0286-06>.

Тема 6 Небезпека виникнення аварій та аварійних ситуацій на виробництві

*План самостійного опрацювання*

1. Загальні вимоги до Плану локалізації і ліквідації аварій на об'єктах підвищеної небезпеки (ПЛНА).
2. Організація розроблення та оформлення ПЛНА.

*Перелік питань для самоконтролю*

1. Що таке ПЛНА
2. На які об'єкти поширюються вимоги до ПЛНА.
3. Рівні аварій на об'єктах підвищеної небезпеки (ОПН).
4. На чому ґрунтується ПЛНА.
5. Штаб та керівник з ліквідації аварії.
6. Діяльність щодо локалізації і ліквідації наслідків аварій на ОПН.

## 7. Порядок погодження та перегляду ПЛНА.

### *Література*

1. Методичні рекомендації щодо розроблення планів цивільного захисту. – Київ : ДСНС України, УНДІЦЗ, 2015. – 149 с.

## Тема 7 Запобігання аварій та аварійних ситуацій на виробництві

### *План самостійного опрацювання*

1. Рекомендації щодо структури ПЛНА.
2. Рекомендації щодо змісту ПЛНА.

### *Перелік питань для самоконтролю*

1. Структура ПЛНА.
2. Рекомендації щодо структурних елементів вступної частини.
3. Рекомендації щодо структурних елементів основної частини.
4. Рекомендації до розділу I. Аналітична частина.
5. Рекомендації до розділу III. Загальні рекомендації щодо складання оперативної частини ПЛНА для аварій на рівнях «А» і «Б».
6. Рекомендації до розділу IV. Оперативна частина ПЛНА для аварій на рівні «А».
7. Рекомендації до розділу V. Оперативна частина ПЛНА для аварій на рівні «Б».
8. Рекомендації до розділу VI. Оперативна частина ПЛНА для аварій на рівні «В».
9. Рекомендації до розділу VII. Обов'язки керівника робіт.
10. Рекомендації до розділу VIII. Обов'язки власника (керівника) підприємства (ОПН).
11. Рекомендації до розділу IX. Впровадження ПЛНА.

### *Література*

1. Методичні рекомендації щодо розроблення планів цивільного захисту. – Київ : ДСНС України, УНДІЦЗ, 2015. – 149 с.

## Тема 8 Забезпечення техногенної безпеки потенційно небезпечних об'єктів

### *План самостійного опрацювання*

1. Загальні вимоги до забезпечення техногенної безпеки суб'єкта господарювання.

2. Організація заходів техногенної безпеки.

#### *Перелік питань для самоконтролю*

1. На які випадки здійснюється забезпечення техногенної безпеки.
2. Шляхи забезпечення вимог техногенної безпеки.
3. Додаткові заходи, які необхідно здійснювати керівниками потенційно небезпечних об'єктів.
4. Обов'язки суб'єктів господарювання, небезпечні об'єкти яких розташовані в міській зоні.
5. Вимоги до майданчиків, на яких зберігаються небезпечні хімічні речовини (НХР).
6. Вимоги до зберігання запасів НХР.

#### *Література*

1. Про затвердження Правил техногенної безпеки у сфері цивільного захисту на підприємствах, в організаціях, установах та на небезпечних територіях: Наказ МНС України від 15.08.2007 р. № 5576 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z1006-07>.

Тема 9. Вибір технологічних процесів та засобів контролю, управління і протиаварійного захисту

#### *План самостійного опрацювання*

1. Основні вимоги до автоматизованих систем раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення (СРВНСО).
2. Особливості застосування СРВНСО.

#### *Перелік питань для самоконтролю*

1. Загальні вимоги до СРВНСО.
2. Проектування, монтування, прийняття до експлуатації та технічне обслуговування СРВНСО.
3. Взаємодія СРВНСО з іншими системами, що не входять до її складу.
4. Установки локалізації (ліквідації) надзвичайних ситуацій на ранній стадії.
5. Пульти централізованого спостереження за СРВНСО.
6. Склад та зміст картки аварії.
7. Вимоги до інформаційного забезпечення.
8. Склад інформаційного забезпечення.

## *Література*

1. ДБН В.2.5-76:2014. Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення. – Чинний від 2014-06-01. – Київ : Мінрегіон України, 2016. – 38 с.



## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці: Постанова Міністерства праці України від 01.09.92 р. № 41 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://profosvita.narod.ru/Atestaz.rob.misz.doc>.
2. Про затвердження Порядку видачі дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки: Постанова Кабінету Міністрів України від 26.10.2011 № 1107 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1107-2011-п>.
3. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. Основні положення. – Чинний від 2012-04-01. – Київ : Мінрегіон, 2012. – 116 с.
4. Про затвердження Методики ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів: Наказ МНС України від 20.02.2006 № 98 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0286-06>.
5. Методичні рекомендації щодо розроблення планів цивільного захисту. – Київ : ДСНС України, УНДЦЗ, 2015. – 149 с.
6. Про затвердження Правил техногенної безпеки у сфері цивільного захисту на підприємствах, в організаціях, установах та на небезпечних територіях: Наказ МНС України від 15.08.2007 № 5576 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z1006-07>.
7. ДБН В.2.5-76:2014. Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення. – Чинний від 2014-06-01. – Київ : Мінрегіон України, 2016. – 38 с.

*Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації  
до проведення практичних занять, виконання курсової роботи  
та самостійної роботи  
з дисципліни

**«ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНІ ВИРОБНИЧІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ТА ЇХ ІДЕНТИФІКАЦІЯ»**

*(для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 263 –  
Цивільна безпека освітньої програми «Охорона праці»)*

Укладач **ФЕСЕНКО** Герман Вікторович

Відповідальний за випуск *В. Е. Абракітов*

За авторською редакцією

Комп'ютерний набір і верстання *Г. В. Фесенко*

План 2017, поз. 165 М

---

Підп. до друку 06.07.2017. Формат 60 × 84/16  
Друк на ризографі Ум. друк. арк. 1,2  
Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002  
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК 5328 від 11.04.2017.