

796



**УКРАЇНСКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Кафедра «Охорона праці та навколишнього середовища»**

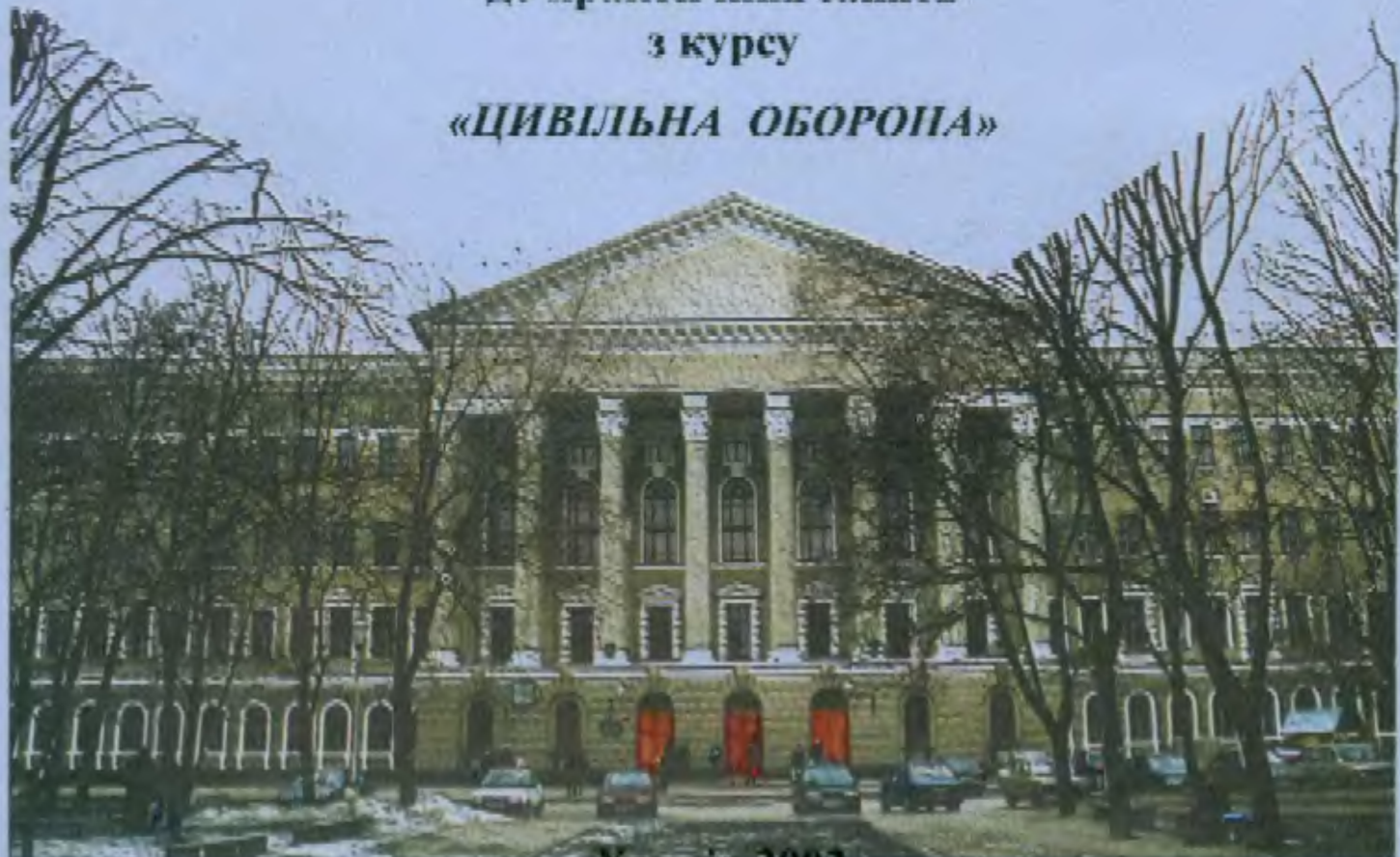


## **МЕТОДИКА ОЦІНКИ ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до практичних занять  
з курсу**

**«ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА»**



**Харків 2003**

Методичні вказівки розглянуті та рекомендовані до друку на засіданні кафедри «Охорона праці та навколишнього середовища» 30 серпня 2002 р., протокол № 14.

Рекомендується для студентів усіх факультетів денної форми навчання.

Укладачі:

доценти О.В.Костиркін,

В.М.Сударський

Рецензент

В.О.Брусков (Нач. штабу ЦО УкрДАЗТ)

**Методика прогнозування й оцінки хімічної обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті**

Вихідні дані для прогнозування й оцінки масштабів зараження сильнодіючими отруйними речовинами (СДОР):

загальна кількість СДОР на об'єктах і дані по розміщенню їхніх запасів у емкостях і технологічних трубопроводах;

кількість СДОР, викинутих в атмосферу, і характер їхнього розливу на поверхні, що підстилає, ("вільно", "у піддон" чи "обвалування");

висота піддона чи обвалування складських емкостей;

метеорологічні умови: температура повітря, швидкість вітру на висоті 10 м (на висоті флюгера), ступінь вертикальної стійкості (таблиця. 1).

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА  
АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ  
№1  
Україна, 61050, м.Харків, майдан Фейербаха, 7  
БІБЛІОТЕКА**

Таблиця 1 - Визначення ступеня стійкості повітря за прогнозом

Швидкість вітру, м/с	Ніч		Ранок		День		Вечір	
	ясно, мінлива хмарність	суцільна хмарність	ясно, мінлива хмарність	суцільна хмарність	ясно, мінлива хмарність	суцільна хмарність	ясно, мінлива хмарність	суцільна хмарність
До 2	Ін	Із	Із (Ін)	Із	К (Із)	Із	Ін	Із
2 - 3,1	Ін	Із	Із (Ін)	Із	Із	Із	Із (Ін)	Із
4 і більше	Із	Із	Із	Із	Із	Із	Із	Із

Примітки

1 Позначення: Ін – інверсія; Із – ізотермія; К – конвекція; букви в дужках - при сніжному покриві.

2 «Ранок» - період часу протягом двох годин після сходу сонця; «Вечір» - період часу протягом двох годин після заходу сонця.

При завчасному прогнозуванні масштабів зараження у випадку виробничої аварії в якості вихідних даних рекомендується приймати: за величину викиду СДОР ( $Q_0$ ) - його вміст у максимальній за обсягом ємкості (технологічної, складської, транспортної та ін.), а для сейсмічних районів - загальний запас СДОР; метеорологічні умови - інверсія, швидкість вітру - 1 м/с, місцевість відкрита.

Безпосередньо після аварії повинні братися конкретні дані про кількість (розлив) СДОР і реальні метеоумови.

Прийняті допущення:

ємкість, що містить СДОР, при аварії руйнується повністю;

товщина шару рідини СДОР ( $h$ ), що розлилася вільно на поверхню, приймається рівною 0,05 м;

товщина шару рідини СДОР, при виливанні в окремий піддон (обвалування) визначається із співвідношення

$$h = H - 0,2 \text{ м,}$$

де  $H$  - висота піддона (обвалування), м ;

товщина шару рідини з ємкостей, розташованих групою, яка має загальний піддон (обвалування)

$$h = \frac{Q_0}{F \cdot d},$$

де  $Q_0$  - кількість викинутого (розлитого) при аварії СДОР, т;  
 $F$  - реальна площа розливу в піддон (обвалування), м<sup>2</sup>;  
 $d$  - щільність СДОР, т/м<sup>3</sup>.

Методику прогнозування й оцінки хімічної обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті розглянемо на прикладі.

### Приклад

Оцінити хімічну обстановку на території УкрДАЗТ від руйнування не обвалованої ємкості, що містить 120 т хлору, на залізничній станції Сортувальна (7 км на захід від УкрДАЗТу).

Метеоумови: ізотермія, швидкість вітру 3 м/с, температура повітря і ґрунту 20<sup>0</sup>С. Люди протигазами не забезпечені і знаходяться в будинку.

За результатами оцінки зробити висновки і дати пропозиції щодо захисту людей.

Оцінка

## 1 Прогнозування глибин зон зараження СДОР

Під еквівалентною кількістю СДОР мають на увазі таку кількість хлору, масштаб зараження яким при інверсії еквівалентний масштабу зараження при даному ступені вертикальної стійкості повітря кількістю даної речовини, яка перейшла у первинну (вторинну) хмару.

### 1.1 Визначення еквівалентної кількості сильнодіючої отруйної речовини

По первинній хмарі:

$$Q_{\text{вих}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_7 \cdot Q_x,$$

де  $K_1$  - коефіцієнт, що залежить від умов збереження СДЯВ (таблиця 2) (для стиснутих газів дорівнює 1), - для умов прикладу:  $K_1 = 0,18$ ;

$K_2$  - коефіцієнт, дорівнює відношенню граничної токсидози хлору, до граничної дози іншої СДОР (таблиця. 2);  $K_2 = 1$ ;

$K_3$  - коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості повітря, . приймають рівним: для інверсії - 1; для ізотермії - 0,23, для конвекції - 0,08;

$K_7$  - коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря (таблиця 2);  $K_7 = 1$ ;

$Q_x$  - кількість викинутої (розлитої) при аварії СДОР, т;  $Q_x = 120$  т.

Тоді  $Q_{\text{вих}} = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 120 = 4,97$  т.

При аварії на сховищах стиснутого газу величину  $Q_x$  розраховують за формулою

$$Q_x = d \cdot V_x,$$

де  $d$  - щільність СДОР, т/м<sup>3</sup> (таблиця 2);

$V_x$  - об'єм сховища, м<sup>3</sup>.

При аварії на газопроводі величину  $Q_x$  розраховують за формулою

$$Q_x = \frac{n \cdot d \cdot V_2}{1000},$$

де  $n$  - процентний вміст СДОР у газопроводі;

$d$  - щільність СДОР, т/м<sup>3</sup> (таблиця 2);

$V_2$  - об'єм секції газопроводу між автоматичними пристроями, що відключають її, м<sup>3</sup>.

Таблиця 2 – Додаткові коефіцієнти

Найменування СДОР	Щільність СДОР, т/м <sup>3</sup>		Температура кипіння, °С	Гранична товщина длаа	Значення доповільних коефіцієнтів			K <sub>2</sub> для температур: °С				
	Газ	Рідина			K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>		-40	-20	+20	+40
Алєкс (збереження під тиском)	0,0026	0,681	-33,42	15	0,13	0,025	0,04	0,3/1	0,3/1	1/1	1/1	1,4/1
Алєкс (застермче збереження)	-	0,681	-32,42	15	0,01	0,025	0,04	0,3/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Водень хлористий	0,0016	1,191	-85,1	2	0,28	0,037	0,30	0,64/1	0,6/1	1/1	1/1	1,2/1
Водень ціаністий	-	0,687	25,7	0,2	0	0,026	3,0	0	0	0,4	1	1
Оксилі азоту	-	1,491	21,0	1,5	0	0,04	0,4	0	0	0,4	1	1
Сірчистий ангїдрїд	0,0029	1,462	-10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	0/0,2	0/0,5	0,3/1	1/1	1,2/1
Сірчаводень	0,0015	0,964	-63,35	16,1	0,27	0,042	0,036	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,7/1
Хлор	0,0032	1,556	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1

Прїмїтки:  
1 Щїльностї газоподїбних СДОР приведенї для атмосферного тиску, при тиску в емкостї, при вїдданому від атмосферного, щїльностї газоподїбних СДОР збільшується на тїськ.  
2 Значення K<sub>2</sub> пазказано: чисельник для гервинної хмарн, знаменник для вїтеринної хмарн.

По вторинній хмарі:

$$Q_{BX} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_x}{h \cdot d},$$

де  $K_2$  - коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР (таблиця 2);

$K_4$  - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру

$$K_4 = 1 + 0.33 \cdot (V - 1),$$

тут  $V$  - швидкість вітру, м/с;

$$K_4 = 1 + 0,33 (3-1) = 1,66;$$

$K_6$  - коефіцієнт, що залежить від часу, що пройшов після аварії  $N$ ; значення коефіцієнта визначають після розрахунку тривалості випару  $T$ , що визначають за формулою

$$T_{\text{вип}} = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7},$$

де  $h$  - товщина шару СДОР, м (при розливі - 0,05 м);

$d$  - питома маса СДОР, т/м<sup>3</sup> (за таблицею 3 дорівнює 1,558);

$$K = \begin{cases} N^{0,8} \text{ при } N < T \\ T^{0,8} \text{ при } N > T, \end{cases} \quad \text{при } T < 1 \text{ год } K_6 \text{ приймають для 1 год,}$$

тоді

$$T_{\text{ам}} = \frac{0,05 \cdot 1,558}{0,052 \cdot 1,66 \cdot 1} = 0,92 \text{ год.}$$

$$Q_{BX} = (1 - 0,18) \cdot 0,052 \cdot 1 \cdot 1,66 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1^{0,8} \cdot \frac{120}{0,05 \cdot 1,558} = 257.$$

Еквівалентну кількість СДОР при руйнуванні декількох ємкостей, що містять різні отруйні речовини, розраховують за формулою

$$Q_B = 20 K_4 \cdot K_5 \cdot \sum_{i=1}^n K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i} \cdot \frac{Q_i}{d_i},$$

де  $K_{2i}$  - коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей  $i$ -го СДОР (таблиця 2);



$K_{3i}$  - коефіцієнт, що дорівнює відношенню граничної токсидози хлору, до граничної дози  $i$ -го СДОР (таблиця 2);

$K_{6i}$  - коефіцієнт, що залежить від часу, що пройшов після руйнування ємкостей;

$K_{7i}$  - виправлення на температуру  $i$ -ї СДОР (таблиця 2);

$Q_i$  - запаси  $i$ -го СДОР на об'єкті, т;

$d_i$  - щільність  $i$ -го СДОР, т/м<sup>3</sup> (таблиця 2).

## 1.2 Визначення глибини зон зараження при аварії на хімічно небезпечному об'єкті

За таблицею 3 визначають глибину зон зараження: первинної хмари  $\Gamma_{лх}$  і вторинної хмари  $\Gamma_{вх}$  в залежності від еквівалентної кількості речовини і швидкості вітру.

Тоді глибина зон зараження для первинної хмари (4,97 т - приймаємо 5 т і швидкість вітру 3 м/с) складе 5,34 км;  $\Gamma_{лх} = 5,34$  км;

глибина зони зараження для вторинної хмари складе

$$\Gamma_{вх} = 11,94 + \frac{20,59 - 11,94}{50 - 20} (24,8 - 20) = 13,32, \text{ км}.$$

Повна глибина зони зараження  $\Gamma$ , км, обумовлена впливом первинної і вторинної хмар СДОР:

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5 M'',$$

де  $\Gamma$  найбільший,  $\Gamma'$  – найменший з розмірів  $\Gamma_{лх}$  і  $\Gamma_{вх}$ .

$$\Gamma = 13,32 + 0,5 \cdot 5,34 = 15,98 \text{ км}.$$

Отже, академія, яка розташована у 7 км від місця аварії, може виявитися в зоні зараження.

Таблиця 3 - Глибини зон можливого зараження СДОР, км

Швид- кість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т												
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	5	10	20	50	100	1000		
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	12,53	19,20	29,56	52,67	81,91	363		
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	7,2	10,83	16,44	28,73	44,09	189		
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	5,34	7,96	11,94	20,59	31,30	130		
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	3,75	5,53	8,19	13,88	20,82	83,60		
7	0,14	0,32	0,45	1,0	1,42	3,17	4,49	6,48	10,87	16,17	63,16		
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,80	3,96	5,60	9,12	13,50	51,60		
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	2,53	3,58	5,06	8,01	11,74	44,15		
13	0,1	0,23	0,33	0,74	1,04	2,37	3,29	4,66	7,37	10,48	38,90		
15	0,1	0,22	0,31	0,69	0,97	2,17	3,07	4,34	6,86	9,70	34,98		

Примітка.

При швидкості вітру менше 1 м/с (більше 15 м/с) розміри зон зараження приймати як при швидкості вітру 1 (15) м/с.

## 2 Визначення площі зони зараження

Площа зони можливого зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР, км<sup>2</sup>,

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi,$$

де  $\Gamma$  - глибина зони зараження, км;

$\varphi$  - кутові розміри зон можливого зараження, град, залежать від швидкості вітру (визначають за таблицею 4).

Таблиця 4 – Кутові розміри можливого зараження СДОР у залежності від швидкості вітру

Швидкість вітру, м/с	Менше 0,5	0,6-1	1,1-2	2 і більше
$\varphi$ , град	360	180	90	45

Для швидкості вітру 3 м/с  $\varphi = 45^\circ$ .

Тоді площі зон можливого зараження складуть:

для первинної хмари

$$S_{пх} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 5,34^2 \cdot 45 = 11,18 \text{ км}^2;$$

для вторинної хмари

$$S_{вх} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 13,31^2 \cdot 45 = 69,5 \text{ км}^2.$$

Площа зони фактичного зараження, км<sup>2</sup>,

$$S_{\Phi} = K_B \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0.2},$$

де  $K_B$  - коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря, приймають рівним: при інверсії – 0,081; при ізотермії – 0,133; при конвекції – 0,295;

$N$  - час, що пройшов після аварії, год,

$$N = \Gamma / V,$$

де  $\Gamma$  – повна глибина зони зараження, км;

$V$  - швидкість переносу зараженого повітря, км/год, (таблиця 5).

Тоді

$$N = 15,98/18 = 0,89 \text{ год.},$$

тому,

$$S_{\phi} = 0,133 \cdot 15,99^2 \cdot 0,89^{0,2} = 34,0 \text{ км}.$$

Таблиця 5 - Швидкість переносу переднього фронту хмари зараженого повітря в залежності від швидкості вітру

Швидкість вітру, м/с	1	2	3	4	5	7	9	11	13	15
Швидкість переносу зараженого повітря, км/год	Інверсія									
	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-
	Ізотермія									
	6	12	18	24	29	41	53	65	76	88
	Конвекція									
	7	14	21	28	-	-	-	-	-	-

### 3 Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкта і тривалості вражаючої дії СДОР

Час підходу хмари СДОР до об'єкта, год., залежить від відстані і швидкості переносу хмари повітряним потоком:

$$t = X / V,$$

де  $X$  — відстань від джерела зараження до заданого об'єкта, км,

$V$  - швидкість переносу переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год.; за таблицями 2,5 - 18 км/год.

Тоді

$$t = 7/18 = 0,39 \text{ год.},$$

Тривалість вражаючої дії СДОР визначають часом його випару з площі розливу (у год.) і обчислюють за формулою:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} = \frac{0,05 \cdot 1,558}{0,052 \cdot 1,66 \cdot 1} = 0,9 \text{ год.},$$

#### 4 Визначення можливих втрат у середовищі хімічного ураження

Можливі втрати у середовищі хімічного ураження від СДОР залежать від умов розташування людей і забезпечення їх протигазами (таблиця 6) і складають 50%.

Таблиця 6 – Можливі втрати робочих, службовців та населення від СДОР в середовищі ураження, %

Умови знаходження людей	Забезпеченість людей протигазами, %					
	0	20	40	60	80	100
На відкритій місцевості	90-100	75	58	40	25	10
В найпростіших укриттях, будинках	50	40	30	22	14	4

Отримані дані записують, аналізують, роблять висновки і розробляють пропозиції щодо підвищення стійкості.

#### Висновки і пропозиції

1 У випадку руйнування ємкості до 120 т хлору на залізничній станції Сортувальна при вітрі у бік УкрДАЗТ академія може виявитися в зоні хімічного зараження через 0,39 год. (23 хв.). На території академії виникне середовище хімічного ураження, втрати особового складу можуть досягти 50 %.

2 З огляду на те, що крім залізничної станції Сортувальна навколо УкрДАЗТ є й інші хімічно небезпечні об'єкти, необхідно передбачити заходи щодо захисту населення (співробітників і студентів академії).

Такими заходами можуть бути:

- організація і підтримка в готовності системи оповіщення про небезпеку зараження СДОР;
  - підготовка спеціальних невоснізованих формувань.
- При виникненні середовища хімічного ураження:
- оповіщення співробітників і студентів УкрДАЗТ ;
  - розвідка середовища поразки;
  - оцінка хімічних обставин;
  - розміщення людей у верхніх поверхах будинків чи вивід за межі середовища хімічного ураження;
  - надання медичної допомоги.

## Список літератури

- 1 Губський А.І. Цивільна оборона. – К.: Вища школа, 1995.
- 2 Методика прогнозування масштабів зараження сильнодіючими ядовитими речовинами при аваріях (разрушеннях) на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті. – М.: Штаб ГО СРСР, 1990.

**МЕТОДИКА ОЦІНКИ  
ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до практичних занять  
з курсу**

**«ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА»**

**Відповідальний за випуск Костиркін О.В.**

**Редактор Дмитроченко Л.І.**

---

Підписано до друку 20.10.02 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,75. Обл.-вид.арк. 1,0.

Замовлення № **483** Тираж 300 Ціна договірна

---

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 112 від 06.07.2000 р.

Друкарня УкрДАЗТу,

61050, Харків - 50, пл. Фейсрбаха, 7